

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии

УДК 556:551.5+551.582+
+551.583+551.588+504.4 (575.3)

На правах рукописи



КУРБОН Номвар Бойназар

**РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ
ОСНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ГОРНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
доктора технических наук по специальности

2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура
(2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия)

Душанбе - 2026

Диссертация выполнена в лаборатории моделирование водных ресурсов и климатических процессов Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана.

Научный консультант:

Норматов Ином Шерович,
доктор химических наук, профессор,
член-корреспондент НАН Таджикистана

Официальные оппоненты:

Мягков Сергей Владимирович,
доктор технических наук, профессор,
заведующий отделом гидрологии Научно-исследовательского гидрометеорологического института (Республика Узбекистан)

Муртазаев Уктам Исматович,
доктор географических наук, профессор,
профессор кафедры физической географии
Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Айни

Ходжизода Саидмукбил Косим,
доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин Горно-металлургического института Таджикистана

Ведущая организация:

Институт географии и водной безопасности
Министерства науки и высшего образования
Республики Казахстан

Защита состоится « **24** » **сентября 2026** года, в **9⁰⁰** часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-059 при Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана по адресу: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Бофанда 5/2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана и на сайте www.imoge.tj.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года.

**Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук**



Шаймуратов Ф.И.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Изменение климата, со своими негативными последствиями, наблюдаемые во всех отраслях и направлениях человеческой деятельности, одно из наиболее актуальных и жизненно значимых проблем современности. Климатические изменения, представляющие собой комплексную междисциплинарную проблему, характерны непосредственным влиянием на экологические, экономические и социальные процессы, исследования, которые включает в себя два основных основополагающих направления исследований климатических изменений для природной среды и человека: причины и последствия.

Вклад Республики Таджикистан (РТ) в процесс рационального использования и охраны водных ресурсов в условиях изменения климата значителен. Таджикистан, в качестве субъекта международных отношений выступил с инициативами в области водных ресурсов, принятых резолюциями ООН: «Международный год пресной воды, 2003» (A/RES/55/196); «Международное десятилетие действий «Вода для жизни, 2005-2015 гг.» (A/RES/58/217); «Международный год водного сотрудничества, 2013» (A/RES/65/154); «Международное десятилетие действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 гг.» (A/RES/71/222); «Международный год сохранения ледников, 2025» (A/RES/77/158) и «Десятилетие действий в поддержку криосферных наук, 2025-2034 гг.» (A/RES/78/321)». Также, Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана в ходе 81-й сессии единогласно приняла инициированную РТ резолюцию «Укрепление сотрудничества по водным ресурсам и изменению климата в целях устойчивого развития в Азиатско-Тихоокеанском регионе». Принятые мировым сообществом инициативы РТ определяют необходимость совершенствования научно-исследовательских работ, в т.ч на межгосударственном уровне, в условиях изменения климата в данной сфере.

В современной науке сложились различные подходы и предположения о процессах климатических изменений, но, к сожалению, до настоящего времени отсутствует единая теория, приемлемая для всех направлений и исследований, и чаще всего характеризуется двумя определениями – «изменение климата» и «глобальное потепление». На наш взгляд, с учетом того, что повышение температуры, т.е. потепление воздуха, прежде всего приземного воздуха атмосферы, является важнейшим составляющим и основным индикатором процесса изменения климата, то наиболее приемлемым вариантом термина, характеризующего данный процесс является использование термина «изменение климата».

Изменение климата ведет к нарушению баланса природы, сопровождающееся таянием ледников (оледенений) и вечных снегов; повышением уровня воды Мирового океана; наводнениями; засухами; штормами; стихийными гидрометеорологическими явлениями (СГЯ); опасными гидрометеорологическими явлениями (ОЯ); изменением биологического разнообразия, переселением растений и животных в благоприятные для них климатические условия; изменением круговорота воды в природе из-за нарушения обмена между теплом и влагой; дифференциацией локальной циркуляции атмосферного воздуха и так далее.

В условиях изменения климата и прогнозируемых климатических изменений, прежде всего в уязвимых районах, в том числе в горно-предгорных и засушливых

зонах РТ, вопросы обеспечения водно-энергетическо-продовольственной (Нексус подход), а также экологической безопасности и адаптации сфер деятельности и здоровья человека к этому процессу приобретают особое значение. Глобальное изменение климата ускорило таяние ледников и сокращение оледенённой площади в большинстве регионов мира и привело к увеличивающейся деградации сельских земель и как следствие к ограничению жизненных возможностей.

Все возрастающие проблемы, связанные с водой и климатом, а также поиск путей их разрешения, предопределяет необходимость дальнейшей интеграции усилий ученых, экспертов и политиков, лиц принимающие решения, а также партнеров по устойчивому развитию, в водно-климатической области.

Анализ и оценка ситуации с учетом изменения климата и загрязнения атмосферы, реализуемая на основе выбора и обоснования научно-методологической (теоретической) основы влияния климатических изменений на водные ресурсы и социально-экономическую ситуацию, а также эколого-гидрологические последствия изменения климата, экономико-географические аспекты ВИЭ, а также социально-экономические последствия СГЯ и ОЯ в РТ стали предметом настоящих исследований.

Таким образом, реализация комплекса научных и практических исследований современного состояния водных ресурсов и эколого-экономической ситуации в условиях изменения климата является актуальной задачей развития нового направления в области наук о Земле.

Степень научной разработанности изучаемой проблемы. Вторая половина XX столетия и начало XXI века характерны глобальным изменением климата, загрязнением атмосферного воздуха, разрушением озонового слоя, сокращением водных ресурсов, в т.ч. питьевой воды, деградацией земель и снижением плодородности почвы, загрязнением вод мирового океана, а также сокращением биологического разнообразия, перемещением экосистем и деградацией ландшафтов, порождающих глобальные экологические проблемы.

Впервые проблемы изменения климата и глобального потепления, являющиеся главными факторами современных глобальных изменений, обсуждались в ООН в 70-80-х годах прошлого века. Первое заявление о возможном влиянии увеличения выбросов парниковых газов на климат было сделано Всемирной метеорологической организацией (ВМО) в 1976 г., а в 1979 г. была проведена первая Всемирная климатическая конференция, итогом которой была принятие Всемирной климатической программы. Именно такой подход был заложен в основу программы ЮНЕП, а Международный совет по науке в сотрудничестве с ВМО обосновали востребованность исследования различных аспектов в области климата и изменения климата.

Исследованиям в данной области посвящены труды отечественных ученых – Абдуллаева С.Ф. [1], Абророва Х.А. [2], Амирзода О.Х. [3], Асоева Х.М. [4], Муртазаева У.И. [5], Давлатшоева С.К. [6], Кабутова К. [7], Каюмова А.К. [8], Маддалиева У. [9], Маслова В.А. [10], Мирзохоновой С.О. [11], Норматова И.Ш. [12-13], Мухаббатова Х.М. [14], Петрова Г.Н. [15], Пильгуй Ю.Н. [16], Саидова И.И. [17], Усмонова И.М. [18], Фазылова А.Р. [19], Финаева А.Ф. [20], Хакимова Ф.Х. [21-22], Шаймурадова Ф.И. [23] и др., и зарубежных – Armstrong R.L. [24], Bhattacharya A. [25], Bhattacharai V.Ch. [26], Brun F. [27], Bruno M. [28], Mokhov I.I.

[29], Didovets I. [30], Evangelos P. [31], Hammer C. [32], Holben B.N. [33], Huggel C. [34], Liniger H. [35], Semenov S.M. [36], Thurman M. [37], Wang X. [38], Алексеенко С.В. [39], Баденкова Ю.П. [10], Борзенковой И.И. [41], Вендрова С.Л. [42], Жолдошевой Э. [43], Ибатуллина С.Р. [44], Коновалова В.Г. [45], Позднякова М.В. [46], Фрумина Г.Т. [47], Чуба В.Е. [48], Шелеста Т.А. [49], Касимова Н.С. [50], и др.

Одновременно, с изучением теоретико-методологических основ исследования климатических изменений и его последствий на гидроресурсы и социально-экономическую ситуацию, исследованы также Законы, нормативно-правовые акты, разработанные и принятые международными институтами и РТ, в том числе международные экологические конвенции, национальные сообщения РТ по РКИК ООН, законы и программы РТ, связанные с водой, климатом и экологией.

Изучение современного состояния водных ресурсов и эколого-экономической ситуации в условиях изменения климата в горно-предгорной зоне РТ, осуществляется в научно-исследовательских и академических институтах республики, в т.ч. в Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, Центре изучения ледников НАН Таджикистана, АГ РТ и в высших учебных заведениях страны.

Связь исследования с программами (проектами) и научной тематикой. Диссертационные исследования выполнялись в рамках положений программ республиканского и международного уровня: «Национальная водная стратегия РТ на период до 2040 г.» (29.11.2024, №627); «Национальная стратегия адаптации к изменению климата РТ на период до 2030 г.» (2.10.2019, №482), «Национальная стратегия РТ по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 гг.» (29.12.2018, №602), «Стратегии развития «зелёной» экономики в РТ на 2023-2037 гг.» (30.09.2022, №482); «Государственная программа изучения и сохранения ледников РТ на 2010-2030 гг.» (3.05.2010, №209); Госбюджетной НИР «Мониторинг метеорологических и гидрологических условий бассейна рек, состояние оледенение, а так-же окружающей среды» кафедры метеорологии и климатологии Таджикского национального университета (ГР 0116ТJ00727, срок исполнения – 2016-2020 гг.); Госбюджетной НИР «Оптимизация взаимосвязи воды, продовольствия, энергии и экологии в условиях климатических изменений бассейна реки Зерафшан» (ГР 0118ТJ00865, срок исполнения – 2018-2022 гг.) выполненная по программе Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования – развитие теоретико-методологических основ исследования водных ресурсов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата.

Задачи исследования, рассматриваемые в рамках данной диссертации, заключаются в следующем:

1. Исследование воздействия синоптико-климатологических центров действия атмосферы на изменение метеоусловий в горных и предгорных районах.
2. Изучение современного геоэкологического состояния водных объектов горно-предгорных районов, с оценкой вклада естественных и антропогенных факто-

ров, в том числе промышленных объектов на загрязнение атмосферы и климатических изменений в условиях аридных и высокогорных районов.

3. Оценка состояния эколого-экономической ситуации в условиях изменения климата в горно-предгорной зоне Таджикистана.

4. Выявление основных тенденций изменения метеоусловий и гидрологических величин водных артерий горных и предгорных районов.

5. Развитие методик оценки климатически обусловленных природных ресурсов – основных источников возобновляемой энергии и ключевых факторов смягчения последствий изменения климата; разработка концептуальных моделей регионального водно-энергетического безопасности в условиях изменения климата.

6. Выявление эколого-географических последствий и социально-экономического ущерба опасных климатических явлений в условиях изменения климата в горных и предгорных регионах; оценка рисков, связанных с чрезвычайными гидрометеорологическими факторами, и разработка пути их смягчения и совершенствования эффективности защиты народного хозяйства.

Объект исследования – водные объекты и эколого-экономическая ситуация территорий горно-предгорной зоны Таджикистана, в условиях изменения климата.

Предмет исследования – влияние динамики гидрометеорологических условий на формирование водных ресурсов и последствия рисков, связанных с ним, в социально-экономико-экологических областях горных и предгорных районов Таджикистана.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Впервые изучено влияние синоптико-климатических центров воздействия атмосферы на изменение метеоусловий в горных и предгорных районах; изучена современная законодательная база (законы, нормативно-правовые акты) и её эффективность в области гидрологических циклов и защиты социально-экономических секторов от проявления климатических изменений в Таджикистане.

2. Впервые на примере бассейна реки Зерафшан (БРЗ) изучены изменения метеоусловий характерные для горных и предгорных районов Таджикистана, за двадцатилетних периода - 1961-1990 и 1991-2020 гг.

3. Исследованы гидрологические характеристики водных артерий горных и предгорных бассейнов в условиях изменения климата, с выявлением корреляционной связи изменения метеоусловий и динамики водных ресурсов.

4. Развита теоретико-методологические основы и технологии исследования геоэкологического состояния водных объектов, с выявлением их фактического соответствия международным стандартам.

5. Исследованы климатически обусловленные природные ресурсы - основные источники возобновляемой энергии, с выявлением ключевых факторов смягчения последствий изменения климата в горных и предгорных регионах; разработана концептуальная модель оптимального управления водно-энергетической системой в условиях изменения климата, с учетом выявленных особенностей влияния водохранилищ горно-предгорной зоны на изменение метеоусловий прилегающих территорий.

6. Впервые изучены эколого-географические последствия и экономический ущерб СГЯ, ОЯ, с установлением их связи с экстремальными гидрометеорологическими факторами в горных и предгорных районах.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в решении задач, связанных с проблемами в области выявления влияния изменения климата на формирование водных ресурсов и социально-экологические ситуации в горных и предгорных районах Таджикистана.

Практическая значимость заключается в:

- разработке модели циркуляции атмосферы и сценария распространения воздушных масс по горным и предгорным территориям и их влияние на водные ресурсы;
- установлении механизмов влияния горно-предгорной орографии на изменения гидрометеорологических условий и их влияние на формирование водных ресурсов;
- мониторинге качества вод с выявлением локальных и стационарных источников загрязнения, в условиях изменения климата;
- планировании развития энергетического сектора с учетом метеорологических и гидрологических параметров в условиях глобального потепления;
- разработке инженерно-экономических рекомендаций снижения стихийных бедствий, связанных с климатом и водой;
- разработке мер адаптации снижения стихийных бедствий, связанных с климатом и водой.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие результаты, полученные в процессе исследования:

1. Результаты исследований влияния синоптико-климатических центров воздействия атмосферы на изменение метеоусловий в горных и предгорных районах; результаты изучения современной законодательной базы (законы, нормативно-правовые акты) и её эффективность в области гидрологических циклов и защиты социально-экономических секторов от проявления климатических изменений в Таджикистане.

2. Результаты исследований гидрологических характеристик водных артерий горных бассейнов в условиях изменения климата, и результаты корреляционной взаимности изменения метеоусловий и динамики гидроресурсов.

3. Результаты изучения изменения метеоусловий в горных и предгорных районах Таджикистана, на примере БРЗ, за два тридцатилетних периода – 1961-1990 и 1991-2020 гг.

4. Результаты исследований геоэкологического состояния водных объектов в условиях изменения климата, связанных с воздействиями антропогенных нагрузок промышленных объектов.

5. Результаты исследований климатически обусловленных природных ресурсов – основных источников возобновляемой энергии, с выявлением ключевых факторов смягчения последствий изменения климата в горных и предгорных регионах; представлена концептуальная модель оптимального управления водно-энергетической системой в условиях изменения климата, с учетом выявленных

особенностей влияния водохранилищ горно-предгорной зоны на изменение метеоусловий прилегающих территорий.

6. Результаты исследований эколого-географических последствий и экономического ущерба СГЯ, ОЯ, с установлением их связи с экстремальными гидрометеорологическими факторами в горных и предгорных районах.

Степень достоверности результатов диссертации обеспечивается применением существующих методов и средств исследований, подтвержденных многолетними результатами отечественных и зарубежных ученых; использованием статистических и математических методов обработки данных метеорологических станций и гидрологических постов, традиционными и широко используемыми методами интерпретации данных и зависимостей; использованием дифференциально-интегральных методов описания климатических характеристик для обобщения, обработки и определения динамики гидрометеорологических данных горных и предгорных районов; применением методов статического анализа и критериев статистической оценки результатов, подтвержденных необходимой повторяемостью полученных результатов и сопоставлением с данными других авторов; одобрением, в процессе обсуждения, на научных семинарах и конференциях различного уровня.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. В соответствии с целью, задачами и полученными научными результатами диссертация соответствует следующим пунктам областям исследования: 1) Теоретические и методологические основы гидрологии, гидрографии, речного стока, лимнологии, русловых и устьевых процессов, гидрохимии, гидроэкологии; 2) Закономерности глобального водообмена, формирования, движения и трансформации вещественных и энергетических компонентов водных потоков на планетарном уровне, другие аспекты глобальной гидрологии; 8) Гидрохимическое состояние водных объектов суши в различных природных условиях, влияние хозяйственной деятельности на химическое загрязнение рек, прудов, озер и водохранилищ, формирование и изменение качества воды; 10) Разработка научных основ обеспечения гидроэкологической безопасности территорий и хозяйственных объектов, экономически эффективного и экологически безопасного водопользования и водопотребления, планирования хозяйственной деятельности в областях повышенного риска опасных гидрологических процессов, защиты водных объектов от истощения, загрязнения, деградации, оптимальных условий существования водных и наземных экосистем.

Основная информационная база. Информационной базой настоящей диссертационной работы являются научные труды: книги, статьи периодических научных журналов, диссертации и монографии, знания, полученные в национальных и международных тренингах и семинарах, посвящённых исследованиям влияния динамики гидрометеорологических условий на формирование водных ресурсов и последствия рисков, связанных с ним, в социально-экономико-экологических областях горных и предгорных районов РТ, а также архивные данные АГ РТ, КЧСиГО РТ и базовые документы Агентства по статистике, документы и отчеты международных организаций в том числе, соглашений по смягчению климатических изменений (РКИК ООН, Киотский протокол, Парижское кли-

матическое соглашение (ПКС) и др.), оценочные доклады МГЭИК и Национальные сообщения РТ по РКИК ООН и др.

Личный вклад соискателя учёной степени. Диссертация является результатом исследований автора в Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана и состоит в выборе задач исследований и путей их решения, проведения полевых и экспедиционных работ, анализе и обработке полученных результатов и в разработке рекомендаций, методическом обеспечении решения задач диссертации, в разработке методов наблюдений и обработке статистических данных, а также их внедрения в научно-исследовательские и мониторинговые работы.

Участие автора в качестве члена: в Технической рабочей группе по созданию Региональной системы раннего оповещения и взаимного информирования об угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций (Центральная Азия); Региональной рабочей группы по разработке Региональной стратегии по адаптации к изменению климата в Центральной Азии в рамках инициативы «Зелёная Центральная Азия», Межведомственной рабочей группе по разработке плана реализации «Национальной стратегии адаптации к изменению климата Республики Таджикистан на период до 2030 г.», Межведомственной рабочей группе по разработке плана реализации «Национальной стратегии Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 гг.», принимал непосредственное участие в процессе разработки и принятия решений, рекомендаций в области, климата, водных ресурсов, экологии и полученные результаты легли в основу диссертационных исследований.

Апробация и внедрение результатов диссертации. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на Regional Workshop «Sustainable development of Asian countries, water resources and biodiversity under climate change» (19-23.08.2013, Barnaul, Russia); Международной конференции «Горные угрозы-2013: Природные катастрофы, изменение климата и вода в горных районах» (16-18.09.2013, Бишкек, Кыргызстан); VIII-я и XI-я Международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность» (25-27.06.2014, 15.12.2017, Москва, Россия); V-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Инновации в сельском хозяйстве» (16-17.12.2014, Москва, Россия); International Applied Science Conference «Hydrometeorological and Environmental security of marine activity» (16-17.10.2015, Astrakhan, Russia); VIIIth and Xth International Siberian Early Career GeoScientists Conference (13-24.06.2016, 13-17.06.2022, Novosibirsk, Russia); Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование» (22-24.09.2016, Алматы, Казахстан); Всероссийской научной конференции «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития» (20-22.03.2017, Москва, Россия); International Conference «Risk Assessment and Risk Management of Water Resources in Transboundary Rivers Basins of the Central Asia» (26-27.09.2018, Dushanbe, Tajikistan); XXIX, XXXI и XXXII молодежных научных школах-конференциях «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии» (1-5.10.2018, 5-9.10.2020, 12-15.10.2021, Петрозаводск, Россия); VI Международной конференции «Глобальные энергетические и экономические тренды»

(21.12.2018, Москва, Россия); Международной научно-практической конференции «Комплексное использование водно-энергетических ресурсов Центральной Азии в условиях глобального изменения климата» (3-4.12.2020, Душанбе, Таджикистан); Международной конференции «Климатические риски и космическая погода» (14-17.06.2021, Иркутск, Россия); VIII международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли» (14-17.09.2021, Красноярск, Россия); Международной научно-практической конференции «Современное состояние ледников, оледенение и криосфера в процессе глобального потепления» (25-26.11.2021, Душанбе, Таджикистан); Международной научно-практической конференции «Гидрометеорологические исследования в условиях изменения климата: актуальные проблемы и пути их решения» (3-4.06.2022, Ташкент, Узбекистан); Международной научно-практической конференции «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек в связи с влиянием климата на ледники и гидротехнические ресурсы Центральной Азии» (27-28.05.2023, Душанбе, Таджикистан); Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения» (6-7.10.2023, Душанбе, Таджикистан); Международной конференции высокого уровня по сохранению ледников, параллельное мероприятие: «Ледники и наука» (29-31.05.2025, Душанбе, Таджикистан); Ежегодных научно-практических конференциях, посвященных Дню науки за 2014-2025 гг.

Публикации по теме диссертации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 70 публикациях, в т.ч. 32 статьях в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан; 11 статьях в иностранных журналах, входящих в список ВАК Российской Федерации; 1 статье в базе данных SCOPUS, 45 в изданиях, индексируемых системой РИНЦ; более 60 работах в изданиях ResearchGate, ORCID и Google Scholar; 19 статей в международных и республиканских конференциях; в 4 монографиях. Получены 4 свидетельства на изобретения (патенты Республики Таджикистан).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 333 страницах компьютерного текста, из них 281 страницы основного текста, и состоит из введения, 5 глав, основных выводов, рекомендаций и приложений. В работе содержатся 97 рисунков и 58 таблиц. Список использованной литературы включает 307 наименований, в том числе 94 на иностранных языках.

Благодарность. Автор выражает искреннюю благодарность доктору технических наук, профессору Фазылову А.Р., кандидату физико-математических наук, доценту Низомову З., кандидату технических наук, доценту Мирзохоновой С.О. и кандидату технических наук, доценту Давлатшоеву С.К. оказавшим содействие в процессе редактирования и доработки диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы, приведена степень научной разработанности изучаемой проблемы, сформулированы цели и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, сформулирована научная новизна, обоснована теоретическая и научно-практическая значимость, установлены основные положения, выносимые на защиту, указан личный вклад автора.

В первой главе диссертации «**Особенности природно-климатических условий горно-предгорных зон Таджикистана**», приведены результаты анализа региональных особенностей изменения климата в период глобального потепления; высотной динамики изменчивости основных климатических условий; пространственно-сезонных особенностей изменений климата в современную эпоху; оценки состояния и прогнозирование климатических изменений с использованием различных моделей; загрязнения атмосферы и климатических изменений: влияния естественных и антропогенных факторов; выбросов парниковых газов и меры по смягчению изменения климата; исследования вариаций концентрации взвешенных веществ в атмосфере, в условиях аридной и высокогорных территорий.

По метеоданным, обработанные автором, установлено, что среднееголетнее значение температуры (июль, 1943-2023 гг.) составляет 15,94°C, а наиболее низкая температура была зафиксирована в июле 1956 года (15,45°C), а самая высокая – в июле 2023 года (16,95°C). Данные за 80-летний период наблюдений температуры имеют глубокий линейный рост с величиной тренда $R^2 = 0,804$. При этом, с 1990-х годов среднемесячная температура ниже среднееголетнего значения не выявлена. Соответствующими расчетами установлено, что среднемесячное значение температуры воздуха в (1998 г. – 16,35°C), (2016 г. – 16,59°C), (2019 г. – 16,63°C), (2022 г. – 16,61°C), (2023 г. – 16,95°C) имело тенденцию многократного увеличения, по сравнению со среднееголетним значением за период 1943-2023 гг. С учетом, того, что в качестве стандартных критериев оценки климатических изменений используются разные тридцатилетние периоды, то на рис.1 показаны линейные тренды изменения средней температуры июля за два тридцатилетних периода – 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.

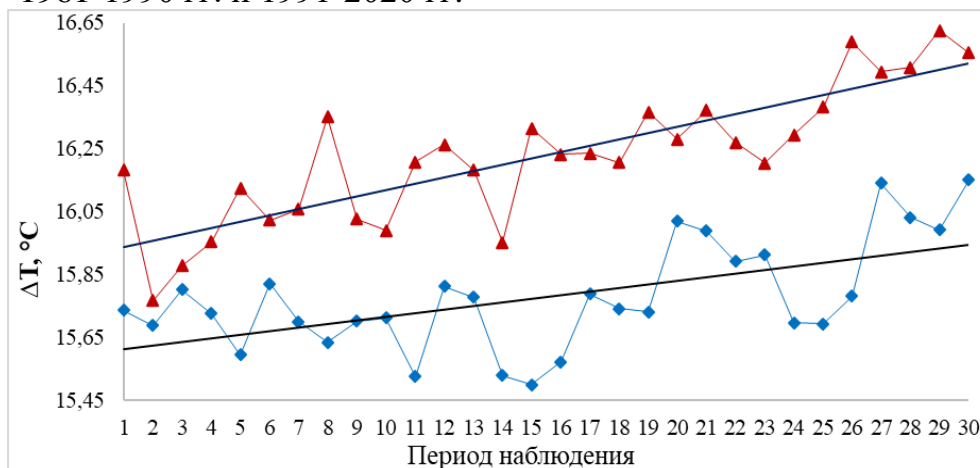


Рисунок 1. Линейный тренд повышения температуры в июле 1961-1990 гг. (▲) и 1991-2020 гг. (◆)

Линейный тренд повышения температуры за июль месяцы (1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.) (рис.1) характерен для второго тридцатилетнего периода, тогда как величина тренда повышения июльской температуры для обеих тридцатилетних периодов равна $R^2 = 0,337$ и $R^2 = 0,690$, соответственно.

В связи с тем, что повышение температуры на суше и в Северном полушарии несколько выше, чем на уровне воды и в Южном полушарии, следовательно, интенсивность изменения климата в ЦА значительно превышает среднюю скорость, наблюдаемую в мировом масштабе. Разность величины изменения годовых осад-

ков по сравнению с данными температуры, различающиеся по всему региону, включая горные районы ЦА, значительная (таблица 1), что подтверждается данными Института глобального климата и экологии Росгидромета и Климатическим центром ВМО для Северной Евразии линейных трендов среднегодовой и сезонной температуры за 1976-2022 гг.

Таблица 1. Скорость роста (коэффициент линейного тренда, С/10 лет) среднесезонных температур по территориям стран ЦА за период 1976-2022 гг.

Страна	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Казахстан	0,26	0,65	0,22	0,23	0,33
Кыргызстан	0,27	0,48	0,13	0,12	0,25
Таджикистан	0,19	0,35	0,07	0,09	0,20
Туркменистан	0,47	0,48	0,38	0,24	0,38
Узбекистан	0,39	0,58	0,31	0,15	0,34

По оценке МГЭИК, последнее десятилетие XX века, 1998 г. определен самым теплым периодом за всю историю метеороизмерений до начала XXI века. В тоже время, в соответствии с Третьим национальным сообщением РТ, самое жаркое десятилетие в истории метеонаблюдений страны было зафиксировано 2001-2010 гг. Анализ расчетов показывают, что изменение регионального климата РТ аналогично глобальным изменениям и в зависимости от географо-орографических условий и зонально-высотного распределения сильно дифференцируется. По многолетним наблюдениям, величина тренда среднегодовой температуры за каждую декаду за 1931-2020 гг., для долины и равнины (до 1000 м) составляет 0,19°C, для районов перехода от долины к высокогорью (до 2000 м) – 0,11°C, для горных районов (от 2000 до 3000 м) – 0,11°C и для высокогорных районов (выше 3000 м) – 0,07°C. Необходимо отметить, что 2001 год был чрезвычайно жарким, с увеличением на 1,0-1,6°C, а 2004-2010 годы характерны приближением к этому показателю в долинах и горных районах, а в долинах и на равнинах увеличилось количество дней с температурой выше 40°C. Подтверждено, что температура имеет тенденцию к повышению, со среднегодовым повышением на 0,02°C в долинах и 0,01°C в районах выше 1000 м.

В отличие от температуры, атмосферные осадки, которые являются одним из важнейших метеоэлементов, а результаты показывают, что за 1940-2020 гг. в масштабах РТ годовое количество осадков на высоте до 1000 м имеет тенденцию к уменьшению, величина его уменьшения равна $R^2 = 0,002$, на высотах от 1000 до 2000 оно увеличивается и его величина роста достигает $R^2 = 0,031$, а в высокогорных районах выше 2500 м оно остается неизменным и значение достоверности его аппроксимации равно $R^2 = 6E-06$, т.е. их количество в долинах и предгорьях уменьшилось на 1-22% и в высокогорьях увеличилось на 12-36%.

Линейный тренд среднегодовой температуры за 1975-2023 гг. во всем мире составил +0,20°C/10 лет, (Северо-Евразийский климатический центр ВМО), в тоже время по расчетам массива HadCRUT5, (показания массива CRUTEM5), данный показатель для Северного полушария достигает +0,37°C/10 лет. Установлено, что подобный линейный тренд температуры на территории СНГ составляет +0,48°C/10 лет, что в 2,4 раза выше, чем скорость повышения глобальной температуры и в 1,3 раза выше скорости роста температуры, в среднем, по суше Северного полушария.

При моделировании, в качестве основы использовались данные реального климата за 1961-1990 гг. по 10 метеостанциям, репрезентативных для территории их расположения. Анализ и прогноз ожидающегося состояния климата для диссертационных исследований выбраны 6 метеостанций, расположенные на разных высотах:

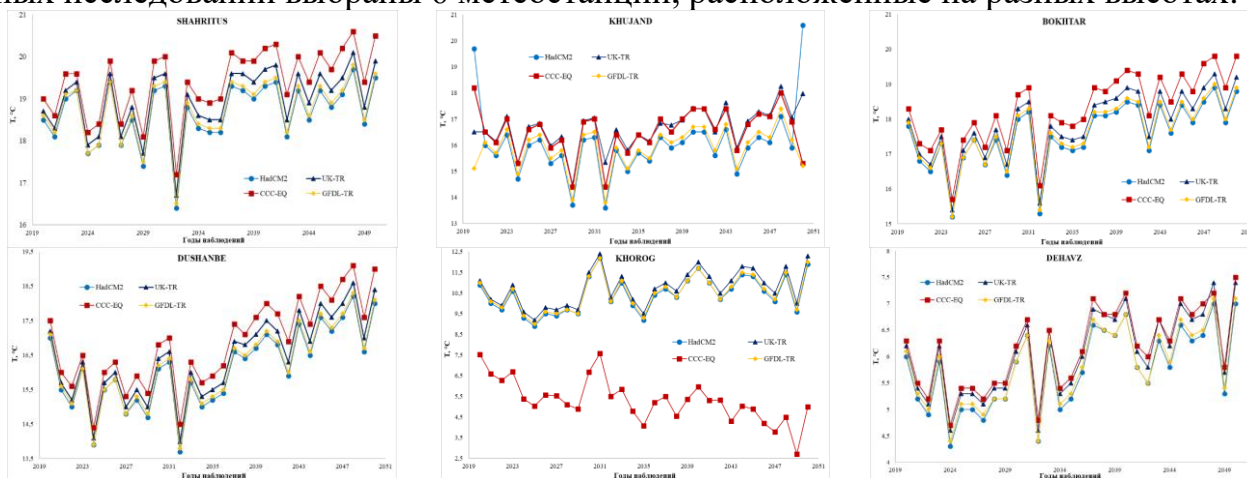


Рисунок 2. Прогноз изменения температуры воздуха по разным моделям в разных регионах РТ в зависимости от высоты метеостанций на 2020-2050 гг.

Согласно расчетам (рис. 2), температура в Шахритусе имеет тенденцию к повышению с 2020 по 2050 год, а значения этого роста следующими: $R^2 = 0,131$ (HadCM2), $R^2 = 0,199$ (UK-TR), $R^2 = 0,298$ (CCC-EQ) и $R^2 = 0,142$ (GFDL-TR). Полученные результаты показывают, что значения среднегодового тренда температуры за период наблюдений в Худжанде составляют $R^2 = 0,036$, $R^2 = 0,282$, $R^2 = 0,035$ и $R^2 = 0,082$, соответственно. По сравнению с метеостанциями, расположенными на равнинах и в долинах, все четыре использованные модели (HadCM2, UK-TR, CCC-EQ, GFDL-TR) показывают наибольший тренд к повышению температуры в Бохтаре за 2020-2050 гг. Необходимо отметить, что хотя модель CCC-EQ показывает наибольшее значение тренда повышения температуры для всех выбранных метеостанций, а наоборот, в Хороге она определяет тренд к снижению температуры, значение которого равно $R^2 = 0,452$. Согласно модельным расчетам, температура в основной зоне оледенения БРЗ в период 2020-2050 гг. имеет тенденцию к росту, а рассчитанные значения тренда, следующие: $R^2 = 0,367$ (HadCM2), $R^2 = 0,425$ (UK-TR), $R^2 = 0,431$ (CCC-EQ) и $R^2 = 0,368$ (GFDL-TR).

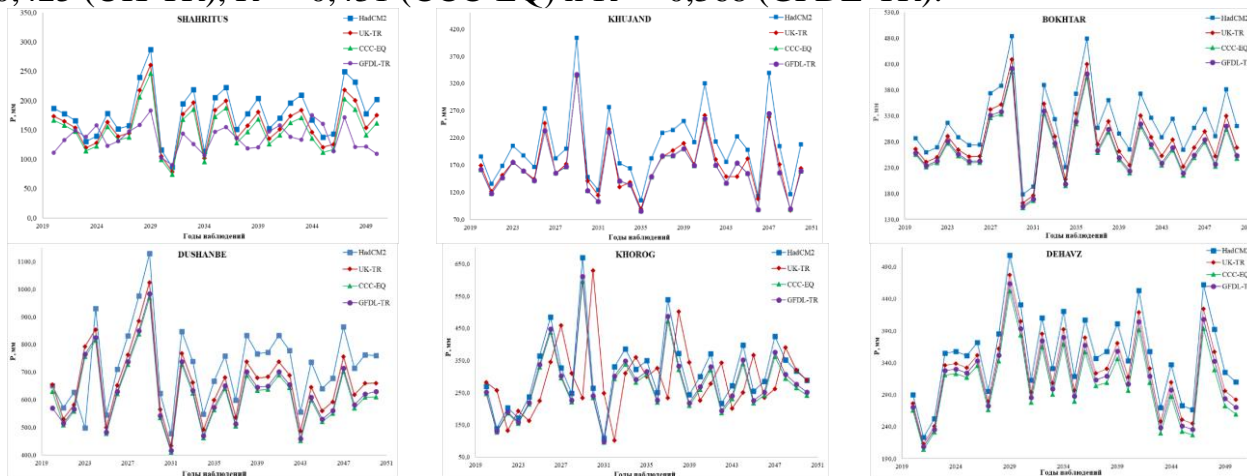


Рисунок 3. Прогноз изменения атмосферных осадков по разным моделям в разных регионах РТ в зависимости от высоты метеостанций на 2020-2050 гг.

Анализ результатов (рис. 2) показывает, что в Шахритусе и Бохтаре в период 2020-2050 гг., согласно моделям HadCM2, UK-TR и CCC-EQ годовое количество осадков незначительно увеличится и по результатам модели GFDL-TR оно останется неизменным. В городах Душанбе и Худжанд, наоборот, за период наблюдений, согласно первой модели (HadCM2), количество осадков оставалось неизменным, а по данными трех других моделей (UK-TR, CCC-EQ, GFDL-TR) оно незначительно уменьшилось. Согласно расчетам метеоданных по Хорогу, модели HadCM2, UK-TR и GFDL-TR показывают, что с 2020 по 2050 год, где количество осадков увеличится, а по модели CCC-EQ, оно останется практически неизменным. В этот период, в основной гляциальной зоне БРЗ, согласно моделям HadCM2 ($R^2 = 0,009$) и UK-TR ($R^2 = 0,0009$), количество осадков оставалось практически неизменным, а по результатам моделей CCC-EQ ($R^2 = 0,0012$) и GFDL-TR ($R^2 = 1E-06$) наблюдалось небольшое снижение.

Статистический ежегодник охватывает данные загрязнения окружающей среды, полученные в стационарных источниках загрязнения в общем объеме, по ингредиентам, по регионам и количеству вредных веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха. В настоящее время, наряду со стационарными пунктами наблюдения, в РТ используются также мобильные лаборатории маршрутные наблюдения, реализуемые в городах: Душанбе – 4, Яван – 5, Турсунзаде – 5, Шахринав – 1 и Гиссар – 1. На рисунке 4 приведена динамика общих выбросов загрязняющих веществ по регионам республики (А) и динамика выбросов парниковых газов из различных источников (В).

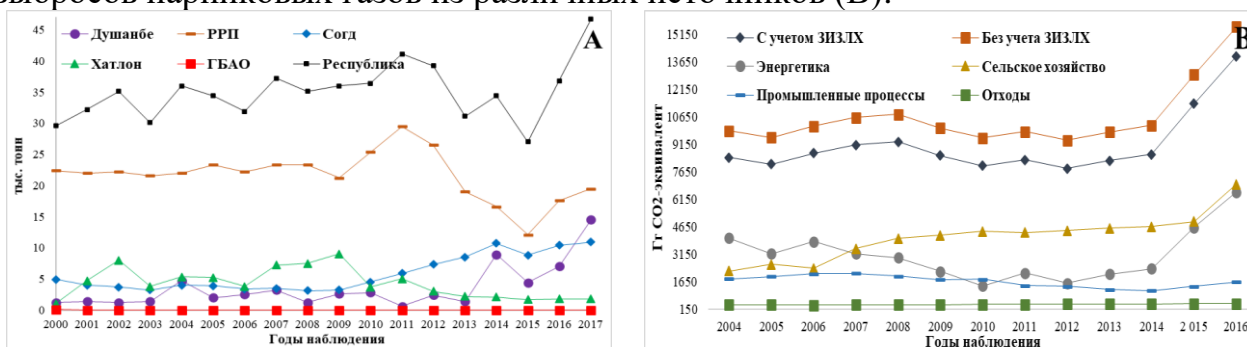


Рисунок 4. Выбросы вредных веществ в атмосфере от стационарных источников (А) и динамика выбросов парниковых газов из различных источников (В)

Анализ и оценка данных метеонаблюдений в последние годы, подтверждает факт увеличения количества засух и дней с максимальными температурами, способствующие увеличению количества пыльной бури и пыльной мглы и связанные с глобальным потеплением климата. Установлено, что в результате увеличения количества засухи и резкого роста числа дней с максимальной температурой на территории РТ в 2001, 2008, 2009, 2010, 2011 и 2016 гг. в юго-западных районах республики зафиксированы сильные пыльные бури. В результате вторжения холодного потока на территорию Таджикистана и распространения на высотах 4000-5000 м наблюдается пылевая мгла. Поскольку засушливый сезон (лето и осень) является благоприятным условием для появления преобладающего количества именно в этот период. Следует отметить, что по данным АГ РТ, наибольшее количество дней с пыльной мглой наблюдалось в 1971 г. (Бохтар - 94 дня, Душанбе - 80 дней). Пылевая мгла, появляющаяся в течение десятков дней в году на юге рес-

публики, создает своеобразную природную лабораторию для изучения влияния аэрозоля на климат. Каждое подобное вторжение на территорию республики отличается друг от друга. Исследования различных аспектов свойств аридного аэрозоля и влияния запыленности воздуха на климат исследуемой зоны ранее проводились.

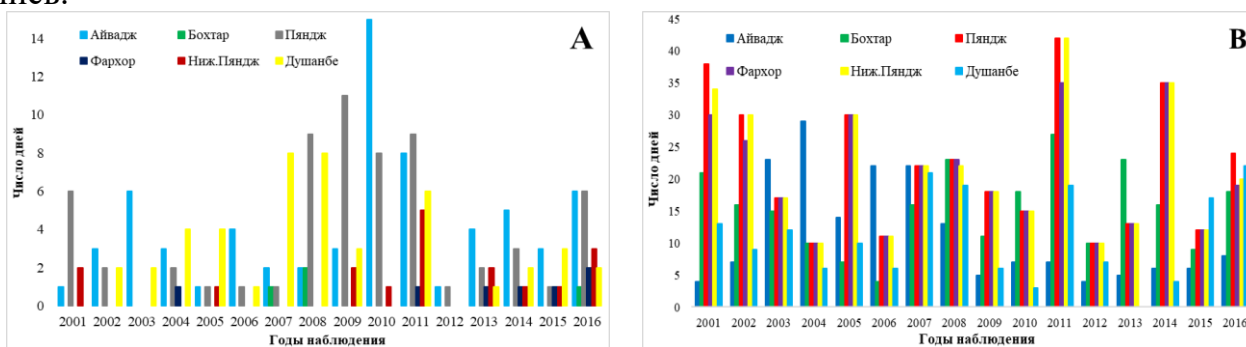


Рисунок 5. Число дней с пыльными бурями в период 2001-2016 гг. (А) и число дней с пылевыми мглами в 2001-2016 гг. (В)

Установлено, что рост аэрозольной «оптической толщины в августе связан с частыми вторжениями пыльной мглы на территории города Душанбе, а в сентябре наблюдается очищение атмосферы от пыли, некоторое загрязнение происходит в октябре, с дальнейшим монотонным падением оптической толщи до марта месяца» [1]. Таким образом, полученные данные позволили констатировать факт увеличения аэрозольной оптической толщины в жаркое время года с увеличением пыльной мглы и уменьшением в холодное время года с увеличением влажности и количества осадков. Исследованиями ученых (Абдуллаев С.Ф. и др.) суточной вариации углекислого газа в атмосфере пустыни (Айвадж), субаридной зоны (Душанбе) и высокогорной зоны (Зидди), установлено, что «для пустынной зоны и среднегорья среднесуточное значение содержания углекислого газа сравнимо со средним глобальным планетарным значением, в высокогорье эти значения сравнимы со значениями доиндустриального периода» [1].

Вторая глава «**Влияние изменения климата на социально-экономическое развитие горных регионов**» посвящена изучению ситуационного анализа социально-экономического развития в условиях климатических изменений; анализу законов, нормативно-правовых актов Таджикистана в области защиты социально-экономических секторов от проявлений климатических изменений и реализация признанных Таджикистаном межгосударственных соглашений и международных правовых актов, в области охраны окружающей среды.

Новый научный подход – исследование горных регионов, было впервые инициировано Первой конференцией ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972 г.) и на основе которой были реализованы ряд крупных международных программ и проектов, в т.ч. Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Во время Саммита ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) горных регионов и их экосистемы впервые были включены в список 40 глобальных проблем человечества. В дальнейшем изучение и исследование горных районов земного шара расширилось, получившее большее распространение в Швеции, Швейцарии, Франции, Италии и др. Наряду с традиционными формами международного сотрудничества активизировались и развивались новые виды сотрудничества, свиде-

тельством этого является создание Горного форума в Лиме (1995 г.). В последствие - 2002 г. был объявлен Международным годом гор, и в этом контексте в 2003 г. была принята резолюция ООН (A/RES/58/216) «Устойчивое развитие в горных регионах», посвященная защите горной экосистемы и комплексному развитию горных районов. Резолюция ООН (A/RES/77/172) от 2022 г., 2023-2027 гг. объявила Пятилетние действия по развитию горных регионов.

Предгорные, горные и высокогорные районы Таджикистана подвержены различным угрозам, связанные гидрометеорологическими факторами и водой (наводнения, сели, оползни, засуха и другие опасные природные явления), оказывающие значительное влияние на различные секторы экономики страны и безопасность населения. В этой связи, Всемирный банк, в первую пятерку стран, уязвимых к климатическую изменению, наряду с РТ включил Албанию, Армению, Грузию, Кыргызстан и Узбекистан. Сравнение индекса уязвимости к изменению климата – чувствительность к климатическому изменению, интенсивности воздействия и возможности адаптации, позволяет утверждать, что наиболее уязвимой страной является Таджикистан.

По данным исследования Института окружающей среды и человеческой безопасности ООН, реализующий ежегодные исследования об уязвимости стран мира к климатическому изменению, среди 171 стран мира, РТ занимала 70-е место в 2014 г. и 75-е место в 2016 г. Согласно отчетам данного института, уровень уязвимости к изменению климата в РТ снизился с 7,47% в 2011 г. и 7,17% в 2014 г. до 6,72% в 2016 г. Несмотря на это, по оценкам специалистов данного института, за последнее десятилетие увеличилось количество СГЯ в глобальном масштабе.

Для мониторинга достижения цели Региональной стратегии по адаптации к изменению климата в ЦА, будет использована независимая оценка позиций каждой страны региона в рейтинге адаптационных индексов ND-GAIN. Индексы ND-GAIN состоят из оценок уязвимости (вода, сельское хозяйство, здравоохранение, инфраструктура, продовольствие, экосистемы), оценок компонентов (воздействие, чувствительность, адаптационная способность) и оценок готовности (экономическая, управленческая, социальная). Необходимо отметить, что Глобальная адаптационная инициатива ND-GAIN, определяющая индекс адаптации к изменению климата для более 180 стран ООН, с использованием до полумиллиона точек данных, включает показатели ND-GAIN за 20-летний период.

Таблица 2. Позиция стран ЦА в адаптационных индексах ND-GAIN на 2022 г.

Страна	Позиция и значение индекса ND-GAIN		
	Климатической устойчивости	Уязвимости	Готовности
Казахстан	36 (59,8)	22 (0,322)	51 (0,518)
Кыргызстан	65 (53,3)	28 (0,331)	100 (0,396)
Таджикистан	98 (47,6)	55 (0,372)	140 (0,325)
Туркменистан	117 (44,2)	36 (0,349)	183 (0,234)
Узбекистан	72 (52,2)	43 (0,364)	97 (0,408)
Афганистан	179 (32,8)	174 (0,590)	180 (0,246)

Поскольку РТ, как горная страна со сложной орографией более уязвима к негативным последствиям изменения климата и ежегодно республика подвергает-

ся рискам стихийных бедствий, влияющих на экономику и инфраструктуру страны, то для определения степени уязвимости Таджикистана к данному процессу весьма уместно перейти к административному делению, в отличие от речного бассейнового деления. Известно, что бассейн одной реки принадлежит административной территории нескольких городов и районов, а география возникновения и формирования СГЯ и ОЯ, охватывает административные территории не только отдельных городов и районов, но они охватывают также страны и регионы. С целью определения степени уязвимости природно-географических провинций, городов и районов было проведено совместное межведомственное исследование по оценке взаимосвязи изменения климата, безопасности и выявлению горячих (слабых) точек на территории страны, с выявлением степени уязвимости к СГЯ и ОЯ, и их последствиям, с выбором пяти наиболее уязвимых городов и районов республики.

Определение уязвимости различных городов и районов страны к изменению климата (табл. 3), осуществлено с учетом различных факторов, с оценкой по шкале от 1 до 5. Установлено, что наиболее уязвимым регионом страны на областном уровне является ГБАО (4,3 балла), далее Хатлонская область – 4, РРП – 3,7 и Согдийская область – 3,5. В соответствии с принятой шкалой оценки, среди всех СГЯ и ОЯ, наиболее часто фиксируемое на исследуемой территории вышеназванных городов и районов, наиболее негативные последствия, ведущие к увеличению процессов уязвимости отнесены рост температуры (4,5), оползни и камнепады (4,5), сели (4), уменьшение осадков (4), засуха (4) деградация почвы (4), изменение осадков по сезонам (4), снижение водности рек (4), таяние ледников (4), изменения сезонов вегетации (3,5) и т.п.

Таблица 3. Наиболее горячие (уязвимые) точки к изменению климата в Республике Таджикистан и их последствия

Последствия	Повышение бедности	Внешняя миграция	Внутренняя миграция	Споры за использование воды	Повышение за- болеваемости	Стихийные бедствия	Нехватка орошаемой и питьевой воды
Города и районы							
Горно-Бадахшанская автономная область							
Рошткала	5	5	3	5	5	5	–
Ишкошим	5	5	4	5	5	5	–
Шугнан	5	5	3	5	5	5	–
Дарвоз	5	5	4	5	5	5	–
Рушан	5	5	3	5	5	5	–
Хатлонская область							
Куляб	5	5	3	4	5	–	5
Ховалинг	5	5	3	3	4	–	2
Восеъ	5	5	3	4	5	–	3
Пяндж	5	5	3	4	5	–	3
Шахритус	5	4	5	4	5	–	5

Продолжение таблицы 3							
Согдийская область							
Айни	5	5	4	2	5	5	–
Пенджикент	5	5	4	4	5	4	–
Ашт	5	5	4	4	5	5	–
Гарный Матча	5	5	3	2	5	5	–
Исфара	5	5	4	5	5	4	–
Районы республиканского подчинения							
Ляхш	5	5	2	3	5	5	–
Нурабад	5	5	2	3	5	5	–
Рашт	5	5	3	3	5	5	–
Рогун	5	5	4	2	5	5	–
Варзоб	5	5	4	5	5	5	–

Для снижения негативных последствий изменения климата принят ряд отечественных и международных нормативно-правовых актов, концепций и программ в РТ, в странах ближнего и дальнего зарубежья: «Стратегия развития «зеленой» экономики в РТ на 2023-2037 гг.» (2022 г.); «Национальная стратегия адаптации к изменению климата РТ на период до 2030 г.» (2019 г.); «Национальная стратегия РТ по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 гг.» (2018 г.); «Государственная программа по изучению и сохранения ледников РТ на 2010-2030 гг.» (2010 г.); «Комплексная государственная программа развития экологического образования и просвещения населения РТ на 2021-2025 гг.» (2021 г.) и др.

Первый закон об охране природы в РТ был принят в 1959 г. За годы независимости Таджикистана, было принято более 25 отраслевых законов, большинство из которых со временем были усовершенствованы, с учетом возникших реалий, а для их реализации Правительством страны утверждены 27 нормативных правовых и нормативных отраслевых актов, позволившие сделать первые, реальные шаги в решении экологических проблем регионального и глобального уровней, также были приняты более 60 законов, концепций, стратегий и государственных программ. Таджикистан присоединился к международным экологическим документам.

С целью реализации положений вышеупомянутых документов, в том числе РКИК ООН в РТ проделаны реальные действия по выполнению своих обязательств, по координации международных соглашений, «связанных с изменением климата, защитой озонового слоя и другими экологическими проблемами, включая координацию развития национального кадастра выбросов CO₂, оценку уязвимости и адаптации к изменению климата, координацию деятельности по изучению и разработку планов действий по изменению климата и т.д. разработки и утверждения других нормативных актов и правовых документов» [4]. В целях выполнения своих обязательств по РКИК ООН Таджикистан, единственная страна в ЦА, подготовила четыре национальных сообщений об изменении климата: Первое (2002), Второе (2008), Третье (2014) и Четвертое национальные сообщения (2022).

Таджикистан, активно выступает в качестве инициатора глобальных инициатив по водным и климатическим вопросам, предложивший мировому сообществу ряд предложений, направленные на решение существующих проблем в том числе в области защиты окружающей среды. К настоящему времени, РТ подготовил и представил свои Национальные планы и реализует положения Киотского протоко-

ла, а также Парижского климатического соглашения и совместно с международными агентствами развития реализует ряд проектов по устойчивости и адаптации к изменению климата. Таджикистан присоединился и ратифицировал ряд важнейших международных соглашений в области охраны окружающей среды.

Необходимо отметить, что в рамках РКИК ООН все страны обязаны разработать национальный кадастр выбросов парниковых газов и реализовать конкретные меры по сокращению их выбросов.

После принятия Парижского климатического соглашения ряд стран, в т.ч. РТ в 2021 г. главной целью которого является реализации решительных мер в борьбе с изменением климата, представили ОНУВ, объединяющая более 200 участников, включая более 115 развитых и развивающихся стран, а также более 80 институтов.

Следует отметить, что из стран-членов СНГ к этому партнерству присоединились Таджикистан, Кыргызстан и Армения, при этом РТ выразила свою национальную позицию в ответ на запросы его секретариата, в рамках реализации планов и стратегий. Согласно документу, «РТ обязана придерживаться строгого вклада в сокращение выбросов CO₂, и к 2030 г. с объемом выбросов не превышающий 60-70% выбросов парниковых газов 1990 года» [39]. Условный вклад в сокращение выбросов парниковых газов и воздействия на климатическую систему к 2030 г. с учетом значительного международного финансирования и внедрения современных технологий не должен превышать 50-60% выбросов углекислого газа в 1990 г. Принятие таких конкретных мер демонстрирует глубокое понимание уязвимости страны к процессу изменения климата, а также включает в себя 5 важных стратегических секторов и 27 конкретных направлений деятельности.

В третьей главе «**Исследование влияния изменения климата на водные ресурсы Таджикистана**» представлены результаты исследований и аналитики изучения и оценки стандартного отклонения изменения метеорологических условий в горных и предгорных районах; влияния изменения климата на гидрологические характеристики водных артерий горных бассейнов; исследования корреляционной связи изменения метеоусловий и динамики гляциологических ресурсов; особенностей влияния водохранилищ горно-предгорной зоны на изменение климата и окружающую среду; анализа и оценки современного, геоэкологического состояния водных объектов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата и антропогенного влияния промышленных объектов на уровень загрязнения водных ресурсов.

Как известно, что климатические изменения связаны с 12-15-летними, 30-летними, 70-летними, вековыми и многовековыми циклами, и изменения ледников, площади оледенения и гидрологические циклы подчиняются этим закономерностям. Поэтому здесь используем этот стандарт для оценки изменений метеоусловий на примере БРЗ. Необходимо отметить, что Варшавская конференция (1935 г.), в качестве стандартного периода осреднения рекомендовала 30 лет (1901-1930 гг.). Далее Вашингтонская конференция ВМО (1957 г.) и Женевская первая Всемирная конференция по климату (1979 г.) в качестве стандартного периода осреднения также рекомендовали период в 30 лет (1931-1960 гг.). С учетом вопросов, в ходе XVII Всемирного метеорологического конгресса (2015 г.) был одобрен ряд изменений, которые отражены в техрегламенте в определениях, касающихся климатических норм. Наиболее значительное из этих изменений заключа-

лось в изменении определения климатологических стандартных норм, и теперь они применяются «к последнему 30-летнему периоду, который завершается годом, кончающимся цифрой 0 (1901-1930 гг., 1931-1960 гг., 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.). Однако период 1961-1990 гг. был сохранен как стандартный опорный период для долгосрочной оценки изменения климата» [49]. В то же время, на XVI-й сессии Комиссии по климатологии (2014 г.) был принят новый «нормальный» 30-летний ряд, т.е. 30-летних климатических показателей на период 1981-2010 гг. До конца 2020 г. наиболее актуальным и широко используемым стандартным базисным периодом для расчета климатических норм был 30-летний период 1981-2010 годов. В связи с происходящими климатическими изменениями ВМО приняла новый техрегламент об обновлении климатических норм, по которому была рекомендована оперативная норма 1991-2020 гг.

С учетом вышеизложенного нами осуществлен анализ изменения температурного режима воздуха и годового количества атмосферных осадков в БРЗ по многолетним данным метеостанций за три тридцатилетних стандартных периода (1931-1960 гг., 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.). На рисунке 6 представлены среднегодовые изменения температуры за эти периоды на основании многолетних наблюдений метеостанций, расположенных вдоль реки.

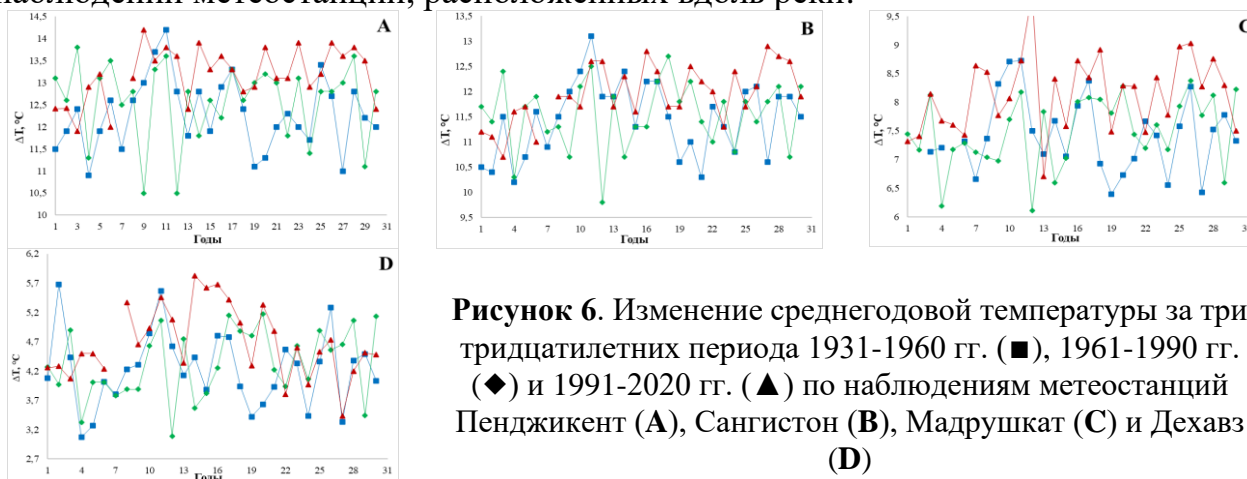


Рисунок 6. Изменение среднегодовой температуры за три тридцатилетних периода 1931-1960 гг. (■), 1961-1990 гг. (◆) и 1991-2020 гг. (▲) по наблюдениям метеостанций Пенджикент (А), Сангистон (В), Мадрушкат (С) и Дехавз (D)

Анализ полученных данных (рис. 6.), позволил выявить, что зависимость от местоположения метеостанций Зерафшанской долины, динамики среднегодовой температуры воздуха различная. На основе полученных данных установлено, что в трех метеостанциях, за исключением метеостанции Дехавз, тенденция повышения температуры воздуха в третьем тридцатилетнем периоде (1991-2020 гг.) очень велика по сравнению с двумя предыдущими тридцатилетними периодами (1931-1960 и 1961-1990 гг.).

В соответствии с данными метеостанции Пенджикент (рис. 6, А), температура за 1931-1960 гг. не изменилась, со значением тренда $R^2 = 6E-06$. Во втором тридцатилетии она незначительно повысилась, при значении тренда $R^2 = 0,001$. Однако с 1991 по 2020 год температура повышается и значение тренда при этом достигает $R^2 = 0,145$. В центральной части БРЗ (рис. 6, В) температура в период первого и второго тридцатилетий имела небольшой тренд к повышению и значительным повышением в период третьего тридцатилетия, значение которой составляет $R^2 = 0,330$.

Данные метеостанции Мадрушкат (рис. 6, С), позволили установить, что температура в период 1931-1960 гг. при значении тренда $R^2 = 0,013$ имеет тенденцию к понижению. Установлено, что для двух тридцатилетних периодов 1961-1990 гг.

и 1991-2020 гг. тенденция повышения температуры примерно одинакова, при величине их роста равная $R^2 = 0,119$ и $R^2 = 0,070$ соответственно. В отличие от данных, полученных на нижерасположенных метеостанциях, в верховьях БРЗ (метеостанция Дехавз) в тридцатилетнем периоде (1961-1990 гг.) наблюдается тенденция к повышению температуры ($R^2 = 0,118$), а за 1931-1960 гг. и 1990-2020 гг. температура имеет тенденцию к снижению, с величинами их понизительного тренда равные $R^2 = 0,002$ и $R^2 = 0,011$, соответственно.

Результаты исследований позволили установить факт, свидетельствующий о том, что в высокогорных районах БРЗ в период 1931-1990 гг. температура имела тенденцию к повышению, однако после 90-х годов прошлого века и в первой четверти текущего, выявлена тенденция к её снижению. Вместе с тем, среднемноголетнее значение температуры во всех метеостанциях БРЗ (кроме метеостанции Шахристан) за рассматриваемые тридцатилетние периоды выявлено значительное потепление климата.

Свидетельством вышеизложенного является то, что по данным метеостанции (Пенджикент), среднее многолетнее значение температуры в период 1931-1960 гг. составляло $12,3^{\circ}\text{C}$, то этот показатель за 1961-1990 гг. повысился до $12,6^{\circ}\text{C}$, а в период 1991-2020 гг. достиг значения $\sim 13,2^{\circ}\text{C}$. Относительно других зон следует отметить, что за тот же период наблюдений, в Фон-Ягнобском ущелье (метеостанция Искандеркуль) составили $6,6^{\circ}\text{C}$; $6,6^{\circ}\text{C}$ и $7,1^{\circ}\text{C}$, соответственно; в тоже время по данным самой высокогорной метеостанции исследуемого бассейна (Анзоб) они составили $-2,0^{\circ}\text{C}$, $-1,8^{\circ}\text{C}$ и $-1,6^{\circ}\text{C}$, соответственно.

Результаты исследований представлены на рисунке 7А - снижение среднемноголетнего значения температуры за три тридцатилетних периода: 1931-1960 гг. (синий), 1961-1990 гг. (фиолетовый) и 1991-2020 гг. (красный). Для определения процесса повышения температуры воздуха на рисунке 7В - среднее значение за каждые декады периода 1931-2020 гг. по многолетним наблюдениям метеостанций Зерафшанской долины.

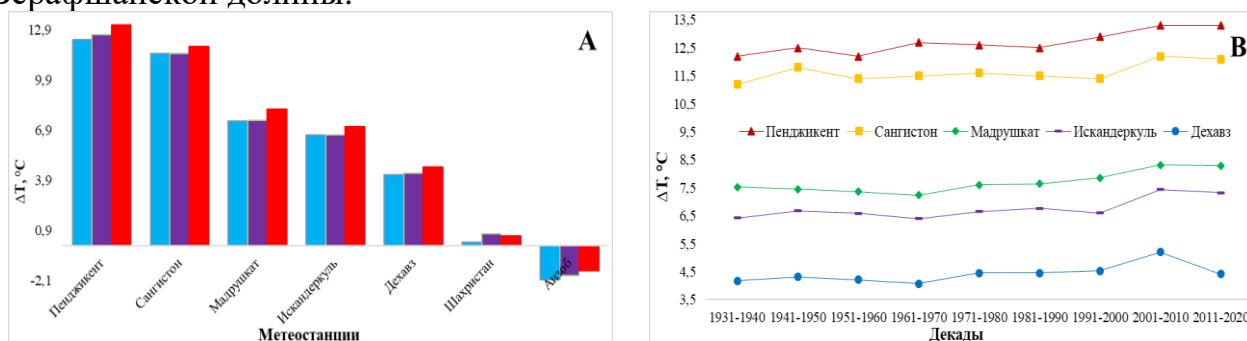


Рисунок 7. Зависимость среднемноголетнего значения температуры от высоты географической местности метеостанций (А) и среднее значение температуры по декадам (В)

Температура воздуха снижается с повышением местоположения метеостанций и в каждом последующем тридцатилетии значение температуры выше, чем в предыдущем, что подтверждается процессом повышения температуры воздуха на всей территории БРЗ. Установлено, что среднемноголетнее значение температуры воздуха за 1931-2017 гг. на метеостанциях составляет: Пенджикент - $12,7^{\circ}\text{C}$, Сангистан - $11,6^{\circ}\text{C}$, Мадрушкат - $7,7^{\circ}\text{C}$, Искандеркуль - $6,7^{\circ}\text{C}$, Дехавз - $4,4^{\circ}\text{C}$, Шахристан - $0,5^{\circ}\text{C}$, Анзоб - $1,8^{\circ}\text{C}$. При этом, разница температур между метео-

станциями, расположенными вдоль реки Зерафшан, составляет $7,6^{\circ}\text{C}$, в тоже время этот показатель между высокогорными метеостанциями бассейна составляет $2,3^{\circ}\text{C}$. На основе анализа полученных результатов (рис. 7В) выявлено, что температура в долине Зерафшан в целом повышается, особенно после 6-го десятилетия прошлого столетия (рис. 7, четвертые декады) во всех субрегионах долины. В частности, 8-е декады (2001-2010 гг.) были самыми жаркими периодами десятилетия, подтверждающие 80-летние данные АГ РТ, в частности в стране в 2000-2001 гг. была засуха (НАСА - за 1950-2013 гг.).

ЦА отнесена к самым жарко-засушливым регионам мира и по данным Третьего национального сообщения РТ, период 2001-2010 было самое жаркое десятилетие в истории метеонаблюдений страны. Таким образом, «на основе полученных результатов наблюдений температуры воздуха в БРЗ можно утверждать, что за период 1931-2020 гг. повышение температуры составляло $0,11^{\circ}\text{C}/10$ лет, а к 2050 году в исследуемом бассейне повышение температуры ожидается на $3,1-3,4^{\circ}\text{C}$ » [13].

Наряду с термическим условием, важным метеоусловием, предопределяющий состояние снежно-ледового состояния и речных стоков бассейна являются атмосферные осадки. Согласно данным, «климат БРЗ субтропический, внутриконтинентальный с жарким летом при умеренно холодной зиме. Основная часть осадков выпадает весной и осенью» [13]. Особенностью рассматриваемой долины является наличие западных и юго-западных ветров, дующие с территории Афганистана и Ирана, приносящие осадки в БРЗ с Атлантики. Встречая естественную преграду - Гиссарский хребет, воздушные потоки достигают БРЗ ослабленными, теряя на своем пути изрядную долю влаги (до 2000 мм/год) - в Гиссаре, в долинах рек Кашкадарья, Сурхандарья, Кафирниган. Вышеизложенное предопределило необходимость оценки изменения осадков в данном бассейне. На рис. 8 приведена график динамики атмосферных осадков за три стандартных тридцатилетних периода по многолетним наблюдениям метеостанций, расположенных вдоль реки Зерафшан.

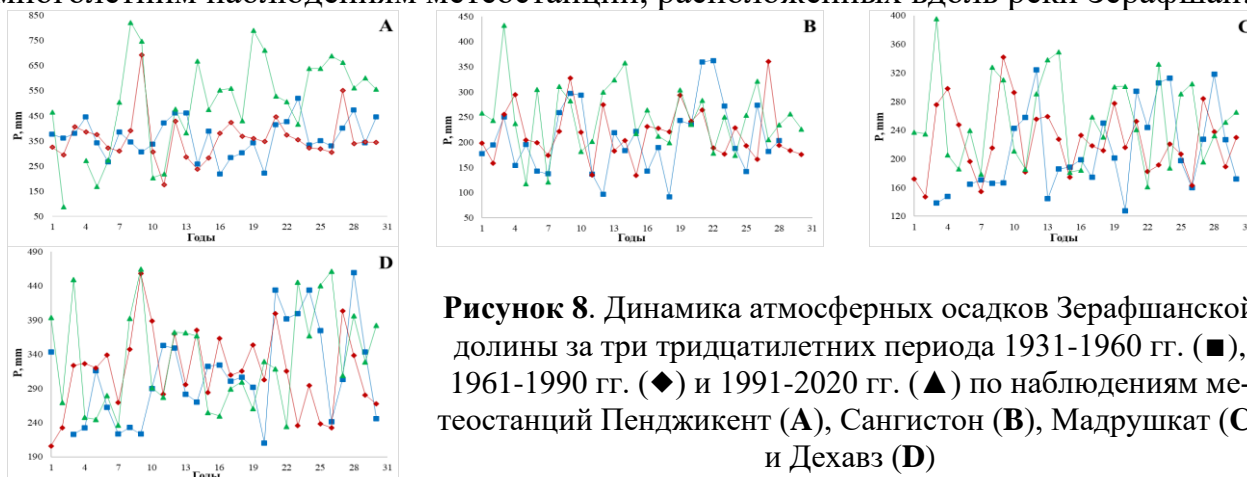


Рисунок 8. Динамика атмосферных осадков Зерафшанской долины за три тридцатилетних периода 1931-1960 гг. (■), 1961-1990 гг. (◆) и 1991-2020 гг. (▲) по наблюдениям метеостанций Пенджикент (А), Сангистон (В), Мадрушкат (С) и Дехавз (D)

На основе метеоданных Пенджикента, установлено, что количество атмосферных осадков в период 1931-1960 гг., незначительно увеличивалось ($R^2 = 0,015$), а с 1961 по 1990 год практически не изменилось ($R^2 = 0,001$), но за период 1991-2020 гг. выявлено увеличение со значительной тенденцией ($R^2 = 0,269$). Исследования данных многолетних наблюдений метеостанции Сангистон позволили установить, что годовое количество осадков на данной территории за первый тридцатилетний период увеличилось, при $R^2 = 0,0399$. Однако, в течение последу-

ющих двух тридцатилетних периодов оно имеет тенденцию к уменьшению, а тренд уменьшения годового количества осадков равна $R^2 = 0,0005$ и $R^2 = 0,012$ соответственно. По многолетним данным метеостанции Мадрушкат, выявлено, что количество осадков в период 1931-1960 гг. увеличилось ($R^2 = 0,151$), с 1961 по 1990 год немного уменьшилось ($R^2 = 0,004$), в тоже время за 1991-2020 гг. практически не изменилось ($R^2 = 0,0005$). В районе метеостанции Дехавз динамика осадки практически аналогична ситуации на станции Мадрушкат, где количество осадков увеличивалось в период 1931-1960 гг., уменьшалось за 1961-1990 гг. и снова увеличивалось с 1991 по 2020 год, а величина его тренды составляет $R^2 = 0,188$, $R^2 = 0,002$ и $R^2 = 0,049$, соответственно.

С целью оценки влияния климатических изменений на гидрологический режим водных артерий речных бассейнов горно-предгорных районов, осуществлен анализ изменения метеоусловий и гидрологической динамики реки Зерафшан ($39^{\circ}22'56''N$ $68^{\circ}32'59''E$) и взаимосвязь между ними за период 1940-2020 гг. Полученные результаты дают основание утверждать, что хотя за 80-летний период (1940-2020 гг.) сток р. Зерафшан серьезных изменений не перетерпел, но вместе с тем наблюдается выраженная тенденция к увеличению, с трендом роста $R^2 = 0,087$. Для оценки влияния изменения климата на водность реки (рис. 9А) представлен график изменений годового стока реки на гидропосты Дупули за 1940-2020 гг. в виде зависимости отклонения объема годового стока от среднегодовых значений:

$$\Delta Q = Q_i - Q_{\text{сред.}}, \quad (1)$$

где Q_i – общий водный сток за i -й год, $Q_{\text{сред.}}$ – среднемноголетний водный сток за период 1940-2020 гг.

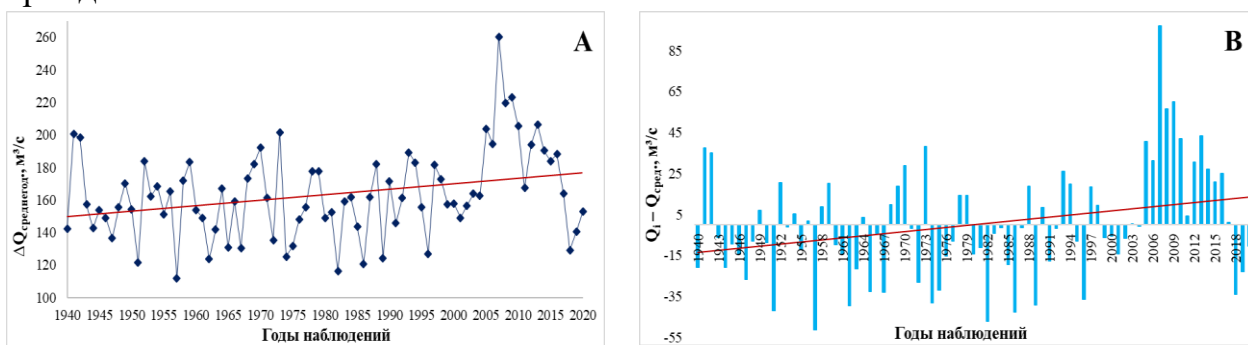


Рисунок 9. Фактическая водность реки Зерафшан за 1940-2020 гг. (А) и отклонение среднегодового значения от среднемноголетнего значения сток реки Зерафшан (В)

По многолетним данным гидропоста Дупули, при среднемноголетнем значении стока р. Зерафшан в период 1940-2020 гг. равного $163,2 \text{ м}^3/\text{с}$, то для холодного (XI-III) и теплого периодов года (IV-X) составляет $51,3 \text{ м}^3/\text{с}$ и $243,1 \text{ м}^3/\text{с}$, соответственно. На рис. 9В представлены данные отклонения среднегодового значения от среднего многолетнего значения стока р. Зерафшан. На основании формулы 1, линия тренда фактической водности реки на рис. 9В описывается уравнением:

$$\Delta Q = 0,3399 \cdot Q_i - 13,914 \quad (2)$$

и коэффициентом детерминации $R^2 = 0,087$.

Поскольку гидрологический режим рек тесно связан с изменением метеоусловий, то для оценки климатических изменений на водность р. Зерафшан (рис. 10) представлены графики в виде зависимости отклонения объема годового стока от среднегодовых значений изменения ее годового стока за два месяца - межень (февраль) и паводки (июль) за 1940-2020 гг. Здесь, следует отметить, что среднемесячное значение многолетнего (1940-2020 гг.) стока р. Зерафшан за февраль месяц равно 43,0 м³/с, а в июле этот показатель достигает 462,4 м³/с. Зависимость среднегодового расхода от среднемесячного расхода воды в феврале и июле месяца описывается следующими уравнениями:

$$Q_{\text{сред. год.}} = 0,9801 \cdot Q_{\text{сред.мес. фев.}} + 121,05 \quad (3)$$

и

$$Q_{\text{сред. год.}} = 0,2164 \cdot Q_{\text{сред.мес. июле}} + 63,132 \quad (4)$$

с коэффициентом детерминациями $R^2 = 0,353$ и $R^2 = 0,472$ соответственно.

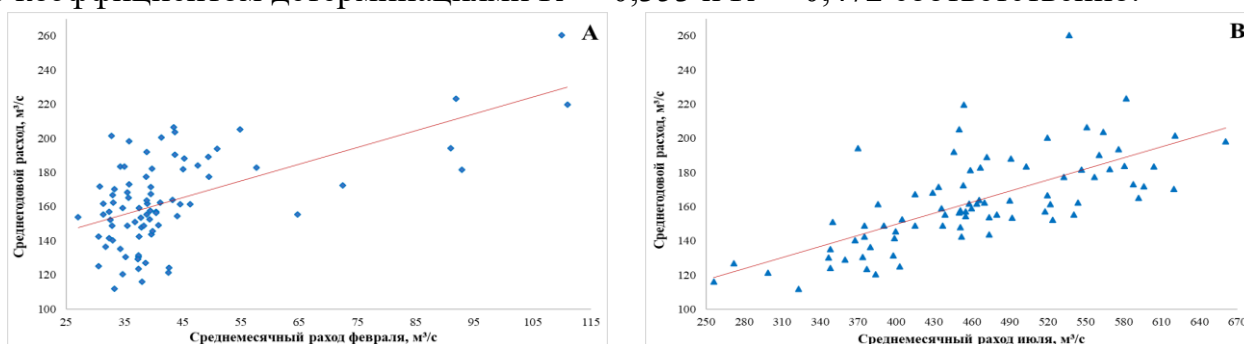


Рисунок 10. Зависимость среднемесячного расхода воды в феврале (А) и июле (В) месяцы от среднегодового расхода воды за 1940-2020 гг.

Точки, указывающие зависимости среднемесячного расхода воды от её среднемноголетнего расхода (рис. 10) для февраля более сконцентрированы в левой части изображения (рис. 10, А), а для июля – разброс характерен по центральной части картины, что свидетельствует, о том, что в феврале основным источником питания реки являются подземные воды, а в июле питание осуществляется за счет таяния ледников и талой воды.

Из-за влияния изменения климата на гидрологические режим рек оцениваемое сравнением соответствующих среднемесячных значений водного стока в двух периодах, то процесс динамики стока р. Зерафшан в процессе изменения климата, среднемесячный многолетний расход разделен за четыре тридцатилетних периода – 1941-1970 гг., 1971-2000 гг., 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.

Оценка влияния изменения климата на фактическую водность р. Зерафшан сравнением среднемесячных расходов водного стока в 1941-1970 гг., 1971-2000 гг., 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг. представлена на рис. 11.

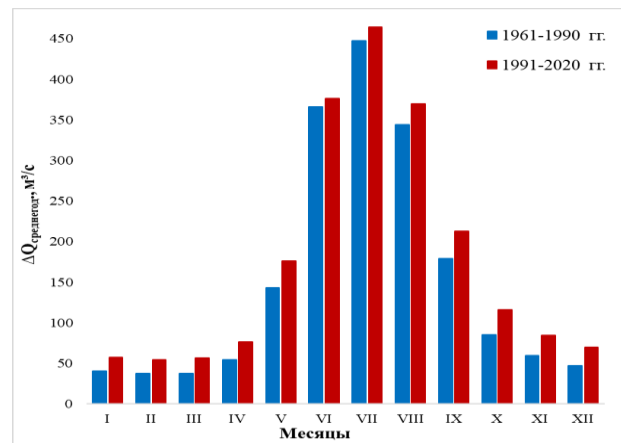
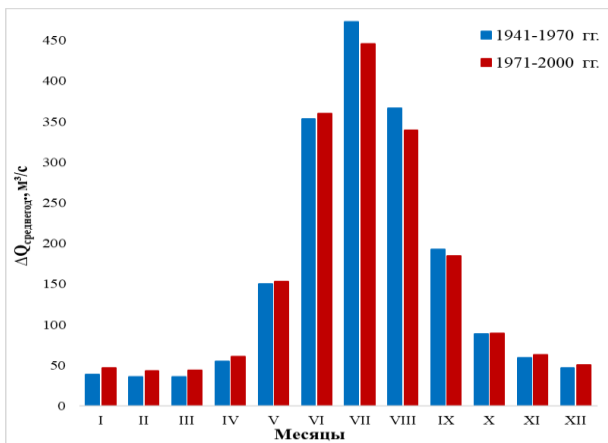


Рисунок 11. Среднемесячные значения расхода воды за периоды 1941-1970 гг., 1971-2000 гг., 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.

Из сравнительного анализа (рис. 11) установлено значительное влияние потепления климата на увеличение расхода воды р. Зерафшан. Среднемесячное значение расхода воды (рис. 11) показывает, что в летние месяцы за тридцатилетний период (1941-1970 гг.) выше среднего значения, чем за 1971-2000 гг. Однако, (рис. 11) за весь период года среднемесячное значение речного стока за тридцатилетний период 1991-2020 гг. относительно выше среднего значения за 1961-1990 гг.

«Результаты оценки сезонных значений атмосферных осадков и доли талых вод в образовании месячных и сезонных стоков позволили рекомендовать, возможность использования внутригодового и сезонного ходов атмосферных осадков и стока» [13] (рис. 12).

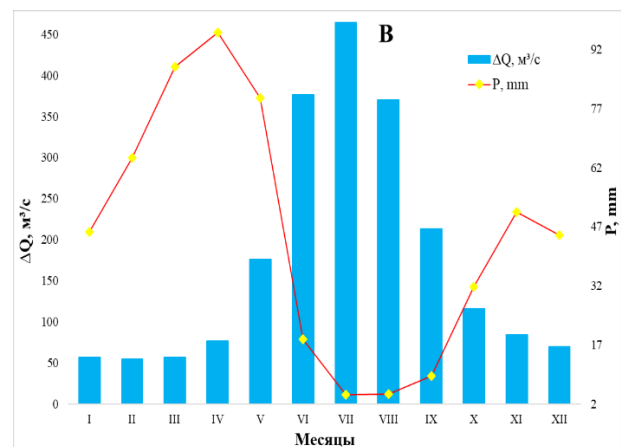
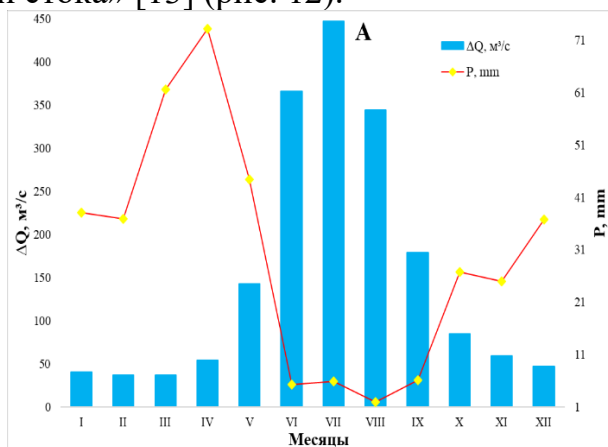


Рисунок 12. Распределение среднемесячных атмосферных осадков и речного стока за 1961-1990 гг. (А) и 1991-2020 гг. (В)

Максимальное количество осадков в БРЗ (рис. 12) охватывает весенний период (март-май) в отличие от максимальных значений речного стока, соответствующих летнему сезону (июнь-август). По многолетним данным метеостанции Пенджикент установлено, что среднее значение температуры за 1961-1990 гг. составляет 12,6°C; в период 1991-2020 гг. – 13,2°C, а среднемесячное значение осадков за эти периоды – 30,2 мм и 44,8 мм, соответственно. Согласно гидроданным Дупули, среднемноголетнее значение расхода воды р. Зерафшан в период 1961-1990 гг. составляет 153,4 м³/с, а за 1991-2020 гг. – 176,2 м³/с. Таким образом, «внутригодовой и сезонный ход осадков и стоков речных бассейнов вносят существенный

вклад в прогнозе и развитии сценария состояния водных ресурсов на водосборах рек и установления вклада снежно-ледовых талых вод в формировании стока путем определения типов питания рек (дождевое, снежно-ледовое)» [13].

На наш взгляд, изучение взаимной корреляции метеовеличин является не только задачей статистической метеорологии, но имеет большое научное и практическое значение для исследования изменения климата, его влияния на другие природные ресурсы, особенно гидрологические и гляциологические, а также в области разработки сценариев климатических изменений.

Исследованиями установлено, что в период 1961-1990 гг. наибольшее значение корреляции рассчитано между метеостанциями Искандеркуль и Дехавз (0,962), а наименьшее ее значение наблюдается между метеостанциями Пенджикент и Дехавз (0,736). Во втором периоде наблюдений (1991-2020 гг.), по сравнению с первым предыдущим периодом, взаимная корреляция температуры на метеостанциях названной долины относительно слабая, с наибольшим значением между метеостанциями Пенджикента и Искандеркуля (0,714), а наименьшее ее величина – между метеостанциями Сангистона и Дехавза (0,257). Выявлено также что, наибольшая корреляция атмосферных осадков в период двух тридцатилетних периодов (1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.) наблюдалось в период 1991-2020 гг. между метеостанциями Сангистона и Искандеркуля (0,906), а наименьшее ее значение зафиксировано именно в этом периоде между метеостанциями Пенджикента и Искандеркуля (0,313).

Оценка взаимосвязи метеоусловий – среднегодовой температуры воздуха, годовым количеством атмосферных осадков и среднегодовым стоком р. Зерафшан получены результаты взаимной корреляции метеовеличин по данным метеостанций Зерафшанской долины и гидропараметр по данным Дупули за два тридцатилетние периоды 1961-1990 гг. 1991-2020 гг. (табл. 4).

Таблица 4. Результаты взаимной корреляции годового количества осадков и средней температуры воздуха от среднегодового стока реки

	Пенджикент	Сангистон	Мадрушкат	Искандеркуль	Дехавз
1961-1990 гг.					
T, °C	0,199	0,373	0,289	0,365	0,432
P, mm	0,198	0,316	0,579	0,433	0,346
1991-2020 гг.					
T, °C	0,062	-0,009	0,114	0,224	0,253
P, mm	0,283	-0,071	0,082	-0,055	-0,150

Несмотря на то, что среди метеостанций долины Зерафшан ближайшей к гидропостам Дупули является метеостанция Пенджикент, однако относительно более тесная корреляционная зависимость между метеопараметрами и среднегодовым речным стоком соответствует другим метеостанциям (таблица 4). Данная тенденция, на наш взгляд, тесно связана с изменчивостью метеоусловий и динамики речного стока, подтвержденная тем, что за 1961-1990 гг. существует сильная корреляция между температурой и речным стоком между метеостанцию Дехавз и гидропосты Дупули (0,432), а также глубокая корреляция между атмосферными осадками и речным стоком между метеостанцию Мадрушкат и гидропосты Дупули

(0,579). По сравнению с периодом 1961-1990 гг., в 1991-2020 гг. во всех суббассейнах долины наблюдается относительно слабая корреляция между метеоусловиями и речным стоком.

Анализ и оценка корреляционной зависимости метеоусловий со скоростью отступления некоторых крупных ледников БРЗ, как природно-горные элементы, очень чувствительные к процессу изменению климата, с каждым днем актуализируются. С учетом вышеизложенного, для определения влияния климатических колебаний на таяние ледника ГГП использовались многолетние метеонаблюдения станции Искандеркуль; а остальных ледников – по метеостанции Дехавз. Для нахождения математической взаимосвязи таяния ледников с климатическими колебаниями, для каждой декады были рассчитаны среднегодовые значения температуры и осадков за период 1977-1988 гг., 1988-1999 гг., 1999-2009 гг. и 2009-2019 гг. Для определения зависимости скорости отступления ледников от изменчивости среднегодовой температуры и годового количества осадков выбрали среднее значение скорости отступления ледников Зерафшан (39°30'N 70°30'E), Рама (39°33'25"N 70°24'4"E), Россиндж (39°30'46"N 70°17'48"E), Туро (39°32'2"N 70°8'1"E), Дихаданг (39°22'6"N 70°7'38"E) и ГГП (38°56'51"N 68°16'43"E). Среднегодовая скорость отступления языков ледников за весь период наблюдения составляет: Зерафшан – 24,4 м/год, Рама – 41,1 м/год, Россиндж – 22,7 м/год, Туро – 10,4 м/год, Дихаданг – 7,1 м/год и ГГП – 4,1 м/год (рис. 13).

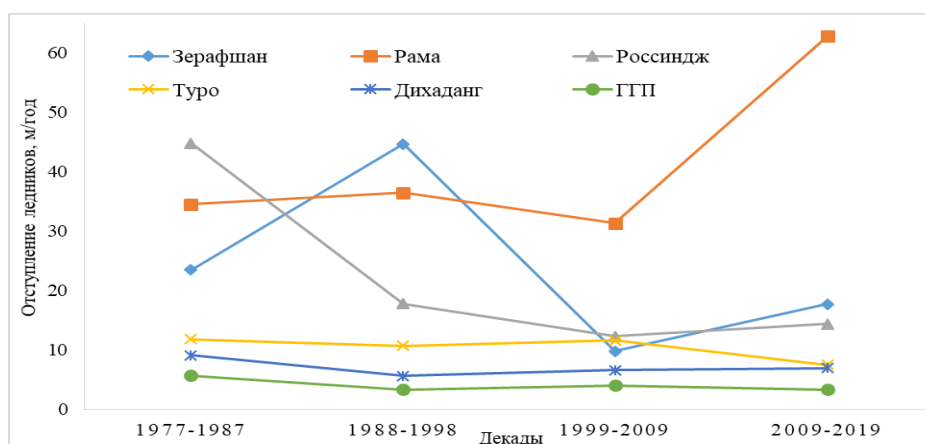


Рисунок 13. Скорость отступления ледников в БРЗ (м/год) для каждой декады

Как видно (рис. 13) ледник Зерафшан быстрее всех отступал во второй декаде, но с резким снижением скорости, в четвертой декаде. Таяние ледника Рама с первой по вторую декаду ускорилось, тогда как, между второй и третьей декадами немного снизилось и, наоборот, с третьей по четвертую декаду скорость отступления резко повысилась. В интервале с первой по третью декаду отступление ледника Россиндж сильно замедляется, однако, в четвертой декаде заметна тенденция к ускорению. Для ледника Туро по всем декадам наблюдается тенденция уменьшения скорости. Скорость таяния языков ледников ГГП и Дихаданг с первой по вторую декаду немного снизилась, с небольшими колебаниями сохранения стабильности по настоящее время.

Установлено, что влияние температурного режима, атмосферных осадков и солнечной радиации очень тесно зависит от местоположения ледника, его экспозиции и уклона тающей поверхности. Так, ледник Рама расположен на южных

склонах Туркестанского хребта и солнечное излучение непосредственно достигает его круглый год. Ледник Туро также расположен на южном склоне этого хребта, но внутри ущелья, лежащего параллельно с данным хребтом. Поэтому в осенние, зимние и весенние сезоны солнечные лучи меньше достигают его поверхность. Но, рост температуры очень слабо отражается на динамике ледника Россиндж за последние три декады. Рост температуры оказывает наименьшее влияние на скорость отступления ледника Дихаданг, расположенного на северном склоне Зерафшанского хребта. Это положение обуславливает малый угол наклона солнца и приводит к тому, что ледник крайне медленно отступает без каких-либо сильных колебаний во времени.

Для комплексного использования водных ресурсов зон их формирования, строительство водохранилищ имеет важное социально-экономическое значение. Водоохранилище предназначено решать две актуальные проблемы: накопление большого количества воды и возможность строительства ГЭС, т.е. «накопление воды, с её перераспределением и возможность строительства ГЭС для выработки электроэнергии. Водоохранилища способствуют предотвращения СГЯ, связанные с водой» [12].

В настоящее время для определения критериев эффективности водохранилищ с комплексом гидротехнических сооружений, широко используется метод, «основанный на оценке ключевых параметров – установленная мощность и выработка электроэнергии на ГЭС, в зависимости от площади территории для их строительства. В качестве показателя эколого-экономической эффективности ГЭС используется соотношение мощности и выработки электроэнергии на единицу площади территории (га)» [12]. Результаты оценки эффективности Нурекского и Рогунского ГЭС с водохранилищами по сравнению с другими ГЭС представлены в таблице 5.

Таблица 5. Оценка эффективности ГЭС с водохранилищами

Название	P, МВт	W(10 ²) 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

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

В эколого-экономическом плане одним из наиболее «чистых» типов сооружений для выработки электроэнергии являются ГЭС, в корне отличающиеся от тепло- и атомных электростанций характерные выбросом побочных продуктов деятельности. Вместе с тем, ученые утверждают, что водохранилище ГЭС влияет на изменение метеопараметров – температуру воздуха, атмосферные осадки, влаж-

ность, силу и направление ветра. При этом, они считают, «над акваторией и прилегающей к территории крупных водохранилищ изменяется температурный режим, уменьшается суточный ход температур и увеличиваются среднегодовая температура, относительная и абсолютная влажность воздуха, увеличиваются туманообразование и испаряемость, и т.п.» [5]. А другая группа ученых считает, что водоёмы, такие как Вольта, Виктория и Куйбышевское на климат не влияют, т.е., по их мнению, наличие большого водохранилища играет роль локального фактора.

Для установления влияния водохранилищ на возможные изменения метеоусловий мы анализировали тренд метеопараметров трёх районов Файзабада, Дангары и Явана РТ с развитой аграрной отраслью территориально близкие к Нурекскому водохранилищу, с использованием метеоданных (1950-2020 гг.) метеостанций, расположенных в районах исследований. Исследуемые районы, прибрежные к водохранилищу, расположены в радиусе до 26 км относительно водохранилища и на различных высотах относительно уровня моря и широтах: Файзабад ($38^{\circ}15'N$, $69^{\circ}32'E$), Дангара ($38^{\circ}10'N$, $69^{\circ}32'E$), Яван ($38^{\circ}32'N$, $69^{\circ}05'E$).

С учетом того, что влияние водохранилища на климат местности ощущалось после восьмидесятых годов прошлого столетия, автором осуществлен сравнительный анализ метеопараметров двух периодов – до (1951-1980 гг.) и после (1981-2010 гг.) возведения плотины.

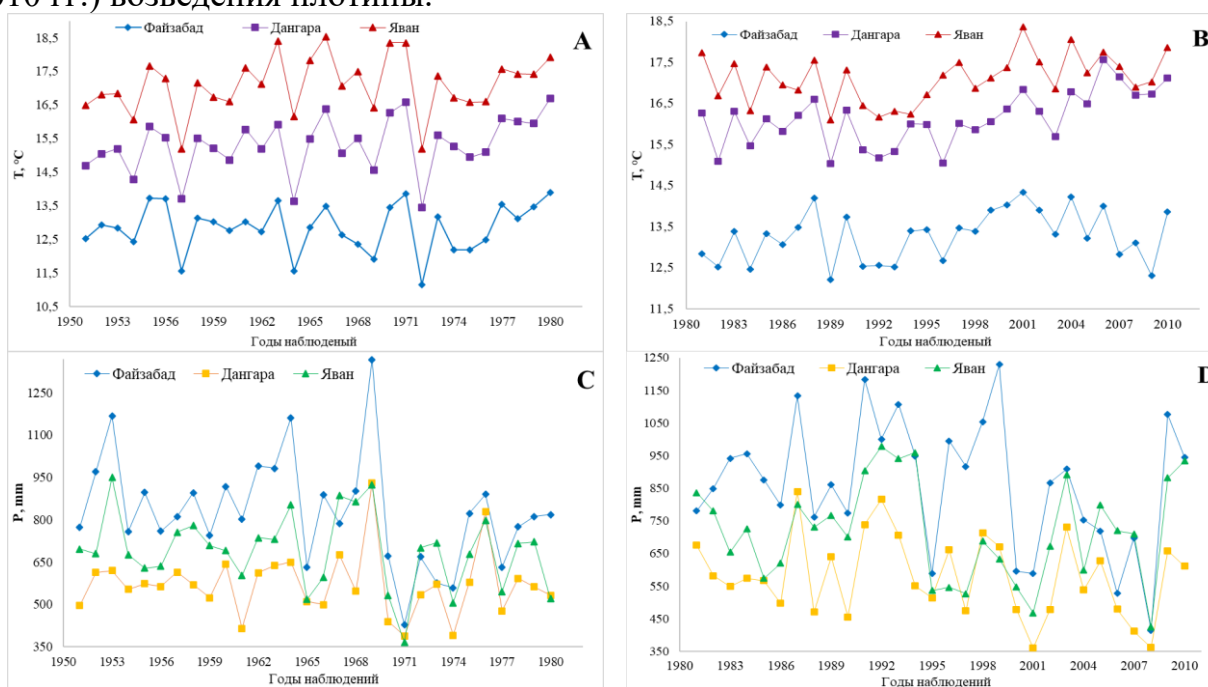


Рисунок 14. Динамика изменения температуры и осадки по наблюдениям метеостанций Файзабад (◆), Дангары (■) и Яван (▲) до (А, С) и после (В, D) возведения Нурека

Установлено, что «за второй тридцатилетний период (1981-2010 гг.) изменение температуры во всех трёх районах имеет возрастающий характер без проявления каких-либо отклонений или экстремумов после 80-х годов, свидетельствующие о возможном влиянии Нурекского водохранилища» [12]. Однако, при сравнении хода изменения температуры до и после возведения водохранилища наблюдаются различные тренды возрастания температуры. Несмотря на это, проведённый анализ показывает неоднозначное влияние водохранилища на метеоусловия прибрежных к нему районов. Это прежде всего обусловлено тем, что рассматрива-

емые районы характеризуется горным рельефом. Поэтому влияние водохранилищ на микроклимат в различных зонах неодинаково.

Одновременно, водохранилища, ирригационного и энергетического назначения, защищают окружающую среду от ухудшения и играют особо важную роль в формировании климата прилегающих районов. В частности, водохранилища среднего течения р. Сырдарья, построенные в относительно равнинных районах, отличаются значимым вкладом в формировании климата региона.

Для подтверждения вышеизложенного на рисунке 15, по многолетним наблюдениям метеостанции Худжанд, представлено количество дней с температурой $t \geq 40^{\circ}\text{C}$, для каждого десятилетия с 1940 по 2016 годы.

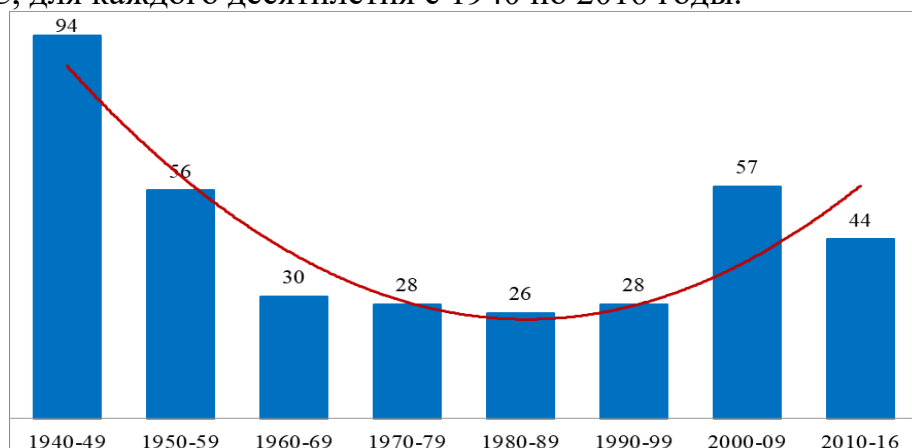


Рисунок 15. Число случаев с температурой $t \geq 40^{\circ}\text{C}$ по десятилеткам в Худжанде

Число дней с температурой $t \geq 40^{\circ}\text{C}$ в первую декаду наблюдений (1940-1949 гг.) (рис. 15) составило 94, число дней с такими температурами постепенно уменьшалось по мере строительства «Бахри точик». Установлено, что в последнее десятилетие XX века и первом десятилетии XXI века количество дней с температурой $t \geq 40^{\circ}\text{C}$, увеличивается и такая тенденция может быть связана с повышением глобальной температуры, особенно в регионе.

Согласно автору, «в береговой зоне данного водохранилища на 17 дней увеличивается продолжительность безморозного периода на поверхности почвы. Среднемесячная температура поверхности почвы в мае-сентябре выше на берегу, чем за пределами зоны влияния водоема, в среднем на 1°C . К концу сентября сумма положительных температур меньше на берегу, чем в 50 км от него, на 90°C » [5].

С этой целью, необходимо проводить постоянный мониторинг за метеопараметрами крупных водных объектов важен с точки зрения развития аграрного, экологического и экономико-промышленного сектора.

Наряду с влиянием водохранилищ горно-предгорных зон, на изменение метеоусловий прилегающих регионов, в качестве примера, осуществлен анализ: результатов исследований динамики изменения химического состава воды оз. Искандеркуль и впадающих в него рек; сравнение результатов качества воды водных объектов его бассейна и некоторых притоков р. Зерафшан, а также показателей изотопного анализа воды отдельных высокогорных озер и рек. В частности установлено, что качество воды в оз. Искандеркуль и устье р. Саратаг по всем показателям соответствует требованиям ГОСТ 2874-82 «Питьевая вода». На основе полученных данных установлено, что общая жесткость воды оз. Искандеркуль со-

ставляет в среднем 1,6 мг/л в год и соответствует требованиям нормативов качества питьевой воды СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода». Следует отметить, что в отдельные месяцы наблюдается небольшое превышение содержания железа, связанное с дополнительным увеличением взвеси в воде. Результаты сравнительного анализа характеристики загрязненности воды в устье р. Саратаг и на оз. Искандеркуля, и их соответствие требованиями ГОСТ 2674-82 «Питьевая вода», Всемирной организации здравоохранения и Европейской Союза приведены на рис. 16.

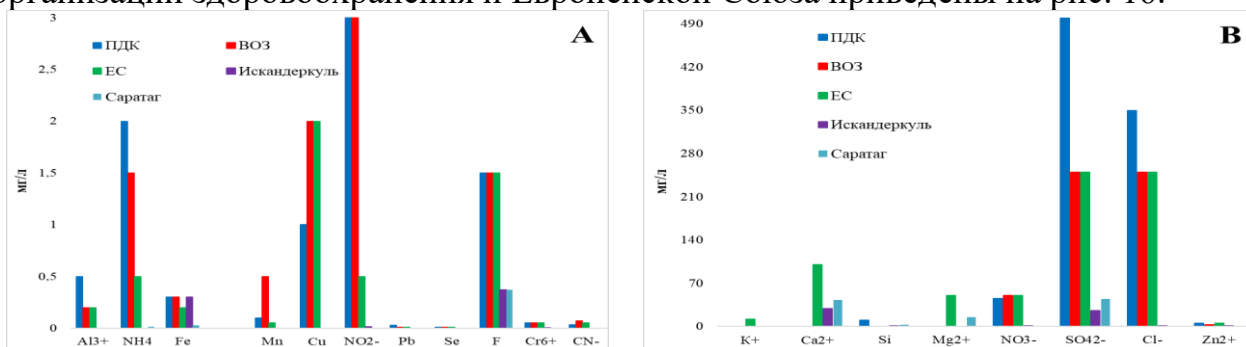


Рисунок 16. Сравнение среднегодовой загрязненности воды в устье р. Саратаг и на озера Искандеркуль с ПДК для питьевой воды (СанПиН 2.1.4.1074-01) и стандарты ВОЗ и ЕС

Из гистограммы (рис. 16) выявлено, что содержание Al, N₂, Fe, K, Ca, Si, Mn, Cu, NO₃, NO₂, Pb, Se, S, F, Cl, Cr, Zn и других неорганических веществ в воде устье р. Саратаг и оз. Искандеркуля гораздо ниже установленной для них ПДК для питьевой воды, а также требованиями ВОЗ и ЕС.

С целью изучения химического состава водных объектов проведены изотопные исследования и осуществлен сравнительный анализ с результатами изотопных исследований отдельных озер, рек и родников горных районов станы, таких как Бадахшан – Сарез (72°37'N, 38°15'E), Шадда (72°35'N, 38°14'E), Маздо (72°57'N, 37°43'E), Джамшед (72°52'N, 37°45'E) и Зерафшан – Искандердарья (39°04'N, 68°22'E), Искандеркуль (39°04'N, 68°22'E), Панджчашма (39°03'N, 68°21'E) и Саратаг (39°03'N, 68°20'E).

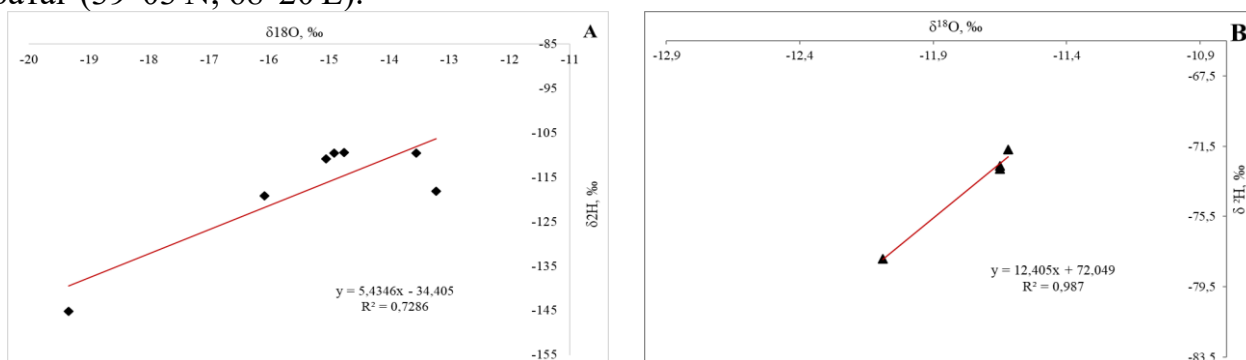


Рисунок 17. График результатов изотопного анализа стабильных изотопов $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ воды некоторых озер, рек и родников Бадахшана (А) и Зерафшана (В)

Анализ результатов исследований (рис. 17, А) позволил установить, что исследуемые характеристики воды по изотопному составу отличаются и разделяются на четыре группы: первая группа – Сарез, вторая – Шадда, третья – грунтовые воды из окрестности озер Маздо и Джамшед, и четвёртая – минеральная вода из левого берега р. Аличур. Из графика (рис. 17) видно, что стабильные изотопы $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ в воде реки намного тяжелее, чем в воде озёр. Необходимо отметить, что в во-

дах озера самые тяжелые изотопы $\delta^{18}\text{O}$ зафиксированы в минеральной воде р. Аличур, а самые легкие – в грунтовых водах оз. Джамшед, самые тяжелые изотопы $\delta^2\text{H}$ обнаружены в воде Сарез, а самые легкие в грунтовых водах оз. Джамшед. В то же время, результаты изотопного анализа $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ (рис. 17, В) подтверждают, что в исследованных образцах водных объектов бассейна оз. Искандеркуля существуют две группы вод: к первой группе относится большинство вод (Искандердарья, Искандеркуль, Саратаг), содержащих большое количество стабильных изотопов по составу, а ко второй группе относится только образец из Панджчашмы.

Выявлено, что возникновение сильных пыльных бурь и пыльной мглы, и их продолжительность в течении несколько дней связаны с синоптическими процессами, а эти пыли и мглы атмосферными течениями распространяются в разные регионы. И в результате негативного воздействия глобального потепления климата снизилась устойчивость в высокогорных районах, изменились объемы и сезонность стока воды, и водные ресурсы в бассейнах снежных и ледниковых рек, в т.ч. в бассейне рек Таджикистана. Именно с этой целью, исследование физико-химического состава сезонных снегах на поверхности ледников и воды, вытекающей из ледников, является одним из основных факторов, определяющих связь климатических изменений и геоэкологического состояния водных ресурсов.

Снижение качества воды и увеличение потребности ведет к конкуренции за воду среди потребителей, что в свою очередь ведет к нестабильным гидрологическим последствиям в бассейнах рек, в том числе пересекающих политико-административные границы. Следует также подчеркнуть, что прогрессирующее таяние ледников и, соответственно, уменьшение площади оледенений наблюдается во всех регионах земного шара. Для оценки физико-химического состава воды, вытекающей из ледников, в табл. 6 показаны результаты химического анализа некоторых репрезентативных ледников, таких как ГПП, Кызылкуль, Дидаль, Гармо, Дарвоз и Хирсон.

Таблица 6. Анализ химического состава ледниковых вод некоторых речных бассейнов

Химические показатели веществ	ГПП	Кызылкуль	Дедал	Гармо	Дарвоз	Хирсон	ПДК
рН	6,36	–	–	7,34	7,15	8,15	6,5-8,5
Цветность	–	60	40	40	50	110	–
Мутность	–	20	14	14	17	–	–
Запах	0	0	0	0	0	–	–
SO ₄	–	107	200	33	39	–	100,0
Cr ⁶⁺	–	0,0	0,01	0,0	0,0	–	0,5
Ca ²⁺	46,4	44,8	121,8	22,4	35,2	41,8	180
H _{общ.}	0	2,64	8,32	0,8	1,8	–	–
Cl	2,77	8,5	14,1	5,6	8,5	2,77	300
Fe	–	0,0	0,01	0,0	0,0	–	0,5

Продолжение таблицы 6							
Al	–	–	–	0,0	0,0	–	–
Mg ²⁺	–	4,86	27,4	0,0	0,97	0,0	40,0
HCO ₃	0,0	0,0	36,6	15,2	24,4	36,7	–
NO ₂	0,047	–	–	–	–	0,004	0,02
NO ₃	0,057	–	–	–	–	0,026	9,1
Вз.-ое вещ.	0,47	0,49	1,25	0,25	1,26	0,82	0,75
Сухое остаток	60	–	–	1,06	1,26	560	–

Из табл. 6 видно, что в отличие от химических показателей ледника ГПП, химический анализ воды, вытекающий из ледников Кызылкуль, Дидаль, расположенные в бассейне р. Сурхоб, отдельные химические показатели превышают ПДК. Например, анионы (SO₄) для ледника Кызылкуль составляет 107 мг/л, а для ледника Дедаль – 200 мг/л, превышающий ПДК на 7 мг/л и 100 мг/л соответственно. А также, большинство химических элементов, зафиксированных в воде, вытекающая из ледников бассейна р. Обихингоб (Гармо, Дарваз), ниже химических показателей воды исследуемой реки. В отличие от показателей для ледника Дедаль, в составе воды ледников бассейна р. Обихингоб тяжелые элементы – Cr, Fe и Al. не зафиксированы. В целом, результаты анализа химического состава вод ледников ГПП, Кызылкуля, Дедала, Гармо и Дарваза показывают, что вода ледников бассейна р. Сурхоб имеет богатый химсостав, большинство показателей которых значительно превышают воды других ледников, а также ПДК.

Наряду с изучением природных загрязнителей, для оценки влияния антропогенных нагрузок на состав и качество водных ресурсов, в частности р. Зерафшан (2012-2016 гг.) осуществлен отбор проб воды в пунктах 1 и 2, расположенных, соответственно, выше хвостохранилищ (р. Ягноб) и ниже хвостохранилищ (р. Фондарья) сточных вод АГОК, в весенне-летний период, с периодичностью три раза в месяц. На основе результатов химического анализа отбора проб воды из точек 1 (до хранилища) и 2 (после хранилища) установлено, что водные артерии верхнего и среднего течения БРЗ не подвержены антропогенной нагрузке, т.е. минерализация их воды в основном обусловлена смыванием водой прибрежных минеральных отложений. Нами установлено, что загрязнение водных артерий ионами химических веществ не превышает ПДК. Проведенные исследования подтверждают, что промышленные предприятия, расположенные на территории исследуемого бассейна, т.е. АГОК не влияет на качества и состава воды р. Зерафшан. Для сравнения на рис. 18 представлены сравнение нормативных значений ПДК с показателями некоторых химических элементов и соединений в реках и ледниках БРЗ.

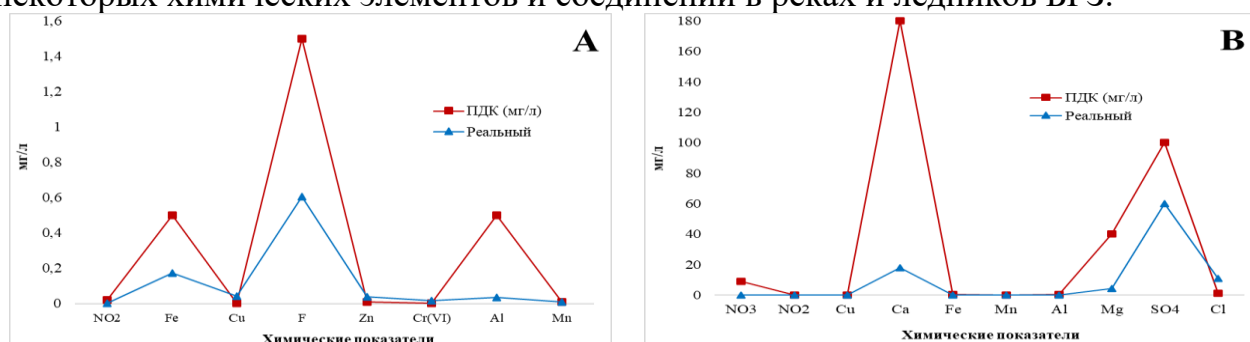


Рисунок 18. Сравнение с ПДК воды в реках (А) и сравнение с ПДК ледниках (В)

Таким образом, (рис. 18, А) содержание NO_2 , F, Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn и других химэлементов и химсоединения в воде р. Зерафшан гораздо ниже установленного ПДК, а повышение ПДК в водах р. Фондаря в районе АГОК выявлено для: Cu, Zn и Cr. Вместе с тем (рис. 18, В) выявлено, что в ледниках ПДК не превышает стандартные показатели для питьевой воды. В целом, поступление природных химических примесей в сезонных снегах ледников связано с атмосферными аэрозолями, а также в водах рек – вымыванием горных пород.

В четвертой главе «**Водные ресурсы основа возобновляемых источников энергии в условиях изменения климата**», представлены результаты исследования по: эколого-географическим аспектам использования ВИЭ для смягчения последствий изменения климата; оценки климатических ресурсов для ВИЭ и потенциал их использования в условиях изменения климата; концептуальной модели регионального обеспечения водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата.

Использование ВИЭ привело к энергетическому кризису 70-80-х годов прошлого столетия, связанного с их экспоненциальным ростом на протяжении всей энергетической истории. При этом, стало понятно, что запасы ископаемого топлива истощаются и более того, возрастающее использование традиционных источников энергии приводит к загрязнению окружающей среды, увеличению выбросов CO_2 , увеличению парникового эффекта атмосферы и потеплению климата планеты.

В целях экономии ископаемого топлива, обеспечения эколого-экономической безопасности и устойчивого развития очень важно решить проблему использования нетрадиционной энергетики, развивающейся на ВИЭ. Согласно отчету МАГАТЭ, рост производства ВИЭ подтверждают тезис о том, что источники энергии являются единственной доступной технологией для ускорения энергетического перехода в соответствии с целями Парижского климатического соглашения. Вместе с тем, создание новых мощностей на основе ВИЭ добавит необходимые 7,2 ТВт в течение следующих 7 лет в сценарии повышения температуры на $1,5^\circ\text{C}$, прогнозируемому при изменении глобальных энергетических систем. Тем не менее, человечество не может отказаться от невозобновляемых и традиционных источников энергии ни сейчас, ни в ближайшем будущем, и в настоящее время многие страны мира по-прежнему производят большое количество своей электроэнергии из таких источников.

Значительный вклад в глобальное потепление климата вносит энергетика на органическом топливе, поскольку энергетический сектор дает $\frac{3}{4}$ выбросов парниковых газов. Согласно автору, «конечная цель Парижского климатического соглашения недопущение повышения температуры на 2°C до конца текущего века. При выполнении требований данного документа структура мировой энергетики в ближайшие десятилетия должна претерпеть радикальные изменения за счет отказа от угля, а затем и газа, в качестве топлива и переходу к ВИЭ. Согласно данным, к 2050 г. 90% электроэнергии будет производиться из ВИЭ, в т.ч. 70% – за счет ветра и солнца, что выглядит нереальным. Во избежание быстрого изменения температуры Земли многие страны взяли повышенные обязательства по углеродной нейтральности – достичь ее уже к 2050 г.» [39].



Рисунок 19. Направления снижения выбросов парниковых газов в энергетике

Поскольку основной причиной глобального потепления считается промышленные (антропогенные) выбросы парниковых газов, прежде всего CO_2 в мировом энергетическом секторе, то вначале необходимо меры по декарбонизации энергетики, а также в целом всей отрасли энергетике. Направления снижения выбросов парниковых газов в энергетическом секторе показаны на рис. 19. Согласно схеме, к основным направлениям отнесены – теплоэнергетика без CO_2 , ВИЭ и атомная энергетика.

Следовательно, основой ВИЭ являются климатические ресурсы, т.е. неисчерпаемые природные ресурсы, определяемые географическим положением и климатическими условиями данного региона. Климатические особенности региона во многом определяют образ жизни населения, специализацию хозяйственной деятельности, особенности строительства и инфраструктуры жилых, административных и промышленных зданий. В отличие от полезных ископаемых климатические ресурсы не уничтожаются в процессе использования и возобновляются естественным образом. Иначе говоря, закономерности развития ВИЭ больше связаны с географо-орографическим положением и природными условиями. При этом, «ВИЭ завязаны от природно-климатических факторов – количество солнечной энергии, поступающей на Землю, сила ветров, продуктивность биосферы и наличие гидролого-геотермальных источников» [50]. С учетом вышеизложенного выделен блок природных ресурсов, зависящих от состояния климата – климатически обусловленные природные ресурсы (табл. 7).

Таблица 7. Климатические обусловленные природные ресурсы и климатические зависимые отрасли экономики

Ресурсы	Отрасли экономики
Энергетические ресурсы, включая ветровые и гидроэнергетические	Сельское хозяйство
Затраты энергии на отопление (охлаждение)	Лесное хозяйство
Водные ресурсы	Рыбное хозяйство
Агроклиматические ресурсы	Охотничье хозяйство
Территориальные ресурсы	Гидроэнергетика
Экологические ресурсы человека, в т.ч. связанные с уровнем заболеваемости	Нетрадиционная энергетика
Транспорт	Коммунальное хозяйство
и т.п.	Водные транспорт
	Рекреация и туризм
	и т.д.

На наш взгляд, с учетом климатических характеристик (высота и широты местности, её экспозиции местности) отдельных регионов РТ, основным направлением следует считать развитие солнечной энергетики. В частности, по точкам наблюдений по БРЗ выявлено: в западной его части, в районе Пенджикента, расположенного на высоте 1005 м н.у.м., за год наблюдается 20 пасмурных дней (по нижней облачности), при 2820 часов солнечного сияния в году, то на восточной части, в районе Дехавза, расположенного на высоте 2560 м н.у.м., при 40 пасмурных дней, солнце светит 2097 часов в году.

В отдельных районах горно-предгорной зоны РТ, из-за недостаточности гидроэнергоресурсов, технической сложности и большой стоимости строительства линии электропередачи, современные солнечные установки с новыми передовыми технологиями для производства электроэнергии становятся социально-экономически целесообразными. Автором, с использованием данных Глобального солнечного атласа, в том числе портала являющийся важным и актуальным источником информации для изучения эффективности солнечной энергетики и оценки ее потенциала в различных регионах мира, осуществлена оценка состояния данной проблемы. В виду того, что данная платформа широко используется для получения точной информации о солнечной радиации, глобальном климате и важных энергетических параметрах, поэтому, нами осуществлены исследования горных и высокогорных регионов РТ и выбраны точки: Пенджикент – 1; Айни – 1, Кухистони Масчоҳ – 3; Рашт – 1; Таджикабаде – 1; Ляхш – 1; Мургаба – 1 (табл. 8).

Таблица 8. Гелиогеографические характеристики выбранных точек

Точки	Координаты	h, m	T, °C	Суммарная радиация, Вт·ч/м²
Пенджикент	39°29'51", 067°36'45"	993	12,1	1785,7
Айни	39°23'40", 068°32'17"	1434	10,1	1609
Искандеркуль	39°04'26", 068°22'00"	2192	7,5	1717,7
Вешаб	39°24'34", 068°56'20"	1876	7,9	1757,3
Оббурдон	39°24'25", 069°05'13"	1837	8,8	1794,8
Дехавз	39°26'53", 070°11'40"	2569	3,5	1295,6
Зерафшан	39°28'13", 070°30'32"	3000	0,3	1352,5
Гарм	39°00'32", 070°09'10"	1276	10,3	1622,9
Таджикабад	39°08'29", 070°54'58"	1610	8,5	1461,4
Ляхш	39°21'01", 071°33'53"	2022	5	1504,2
Ховаркуль	39°04'43", 073°26'26"	3933	-6,7	2213,8

Глобальный солнечный атлас важный ресурс для стран с климатическим обусловленным природным ресурсам, включая РТ, позволяет рассчитать оптимальное расположение солнечных электростанций, ориентацию панелей и ожидаемую выработку гелиоэнергии в различных географических условиях; проводить подробный региональный анализ для принятия стратегических решений в области развития ВИЭ; предоставляет уникальную возможность изучить потенциал гелиоэнергии в различных регионах и выявить зоны с высоким потенциалом ВИЭ. Районы, в которых были выбраны зоны (точки), с высокими показателями солнечной радиации перспективны для реализации проектов гелиоэнергетики. На рис. 20 представ-

лен годовой ход прямой нормальной облучение в выбранных точках БРЗ (см. табл. 8).

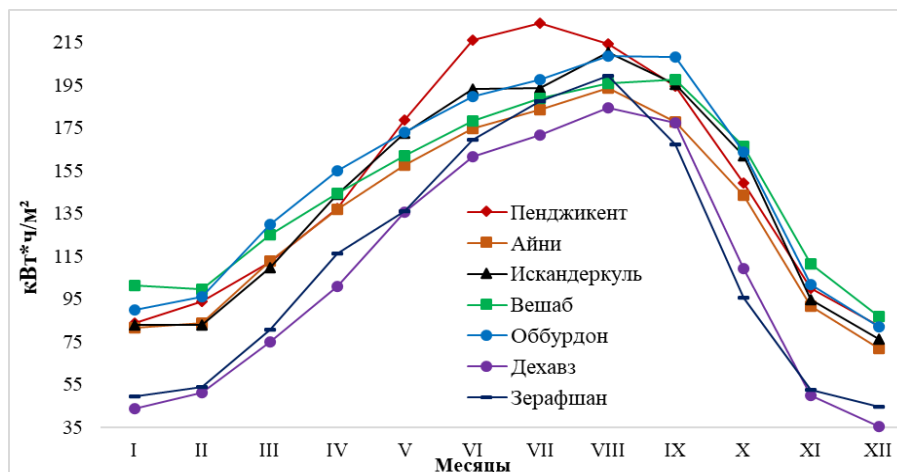


Рисунок 20. Годовой ход прямой нормальной облучение в выбранных точках БРЗ

Центральная часть БРЗ является одним из самых засушливых и малождливых регионов РТ, т.е. в периоды относительно пасмурной погоды показатель продолжительности радиации в Вешабе и Оббурдоне выше, чем в Пенджикенте (рис. 20), связанный с тем, что продолжительность солнечного сияния в любой точке зависит от продолжительности дня и облачности и возрастает по направлению с севера на юг. Но вместе с тем следует отметить, что распределение солнечного сияния по широте часто искажается наличием сплошной облачности, обусловленное особенностями атмосферной циркуляции.

В виду того, что, что большинство рек РТ – Ягноб, Зерафшан, Вахш, Кафирниган, Обихингоб, Сурхоб, а также основные составляющие реки Пяндж - Вандж, Язгулям, Бартанг, Гунд, Шохдара, Памир и другие реки, расположены параллельно друг другу, то одним из основных подходов регулирования речного стока и развития энергетического, промышленного, экономического и сельскохозяйственного секторов республики является разработка и внедрены схемы межбассейнового регулирования стока рек, за счет переброски из другого водораздела и перераспределения в маловодные периоды, для организации работы каскадных гидроэлектростанции в постоянном режиме.

Межбассейновое перераспределение стока в маловодные годы способствует повышению энергоэффективности реки бассейна, в особенности при каскадном строительстве ГЭС, а дополнительный сток покрывает имеющийся дефицит стока в маловодный период года. В частности, реализация межбассейнового перераспределения стока осуществляется за счет строительства плотины на реке Вандж, создавая при этом водохранилище с водосбросом, с межбассейновый водоподводящей туннелем, позволяющий осуществить переброску требуемого объема воды из водораздела р. Вандж и повысить ее сток.

Водно-энергетическая безопасности республики может быть достигнута обеспечением: «безопасной и надежной эксплуатации оборудования ГЭС; безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений; рекомендаций по использованию водно-энергетических ресурсов; обоснованных решений установления режимов сработки и наполнения водохранилищ; выработки рекомендаций по управлению функционирования водохранилищ; максимальной выработки элек-

троэнергии и эффективных режимов ирригационных систем за счет выбора оптимальных водно-энергетических режимов ГЭС и каскадов ГЭС при выполнении ограничений, определяемых уполномоченными структурами» [3].

Концептуальная модель управления водно-энергетической отрасли позволяет наиболее полно и максимально эффективно использовать водные ресурсы для нужд системы водоснабжения (питьевая вода, коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, санитарно-гигиенических услуг), сельского хозяйства, ГЭС, рыбного хозяйства и рекреации (рис. 21).

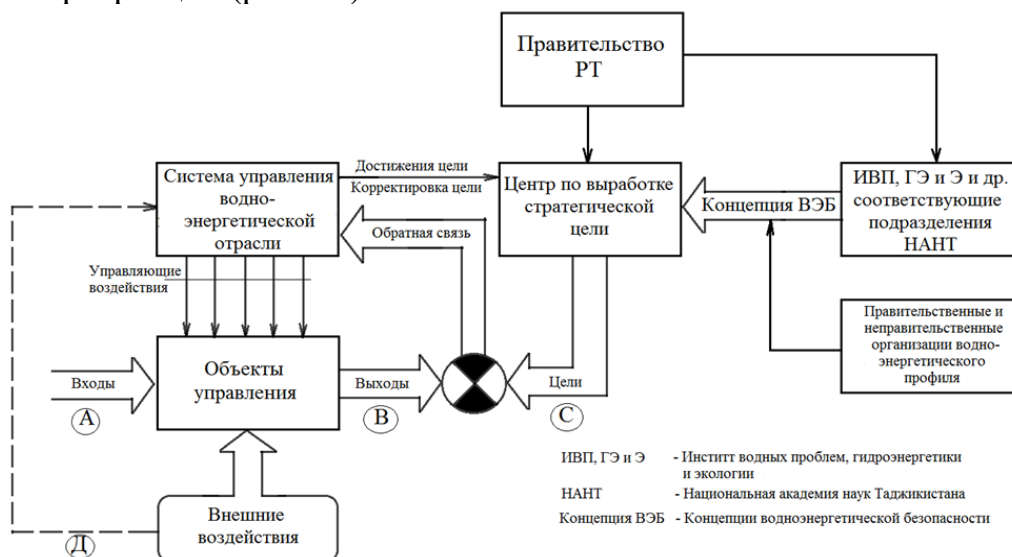


Рисунок 21. Концептуальная модель управления водно-энергетической безопасности

Научным сообществом разрабатывается концепция водно-энергетической безопасности страны, на основании которого Центр по выработке стратегической цели формирует общую политику достижения поставленной цели.

«Объекты водно-энергетической отрасли под действием внешних воздействий управляется системой. Реализация намеченной цели со стороны объектов управления сравнивается с поставленной целью. Результат сравнения цели по обратной связи поступает в систему управления водно-энергетической отраслью. В случае полного достижения цели, система управления сообщает Центру о достижении цели, в противном случае система управления запросит корректировка цели» [3]. Таким образом, входные и выходные параметры объекта управления, состав цели и виды внешних воздействий приведены в табл. 9.

Таблица 9. Входные и выходные параметры и цели

А	В
<ul style="list-style-type: none"> - Объем стока воды; - Материалы; - Осадки; - Экологические проблемы; - Испарения; - Фильтрация; - Селевые явления; - Заиление водохранилища; - Качества воды. 	<ul style="list-style-type: none"> - Энергетические; - Ирригационные; - Водоснабжение; - Объем стока воды в низовья; - Качества воды; - Эксплуатационные характеристики; - Холостой сброс.

Продолжение таблицы 9	
С	Д
<ul style="list-style-type: none"> - Корректировка цели; - Реконструкция генерирующих мощностей; - Ввод новых водно-энергетических объектов; - Ввод новых ирригационных систем; - Аккумулирование воды. 	<ul style="list-style-type: none"> - Климатические условия и риски безопасности; - Непрогнозируемые условия; - Землетрясения; - Эндогенные и экзогенные процессы в береговой зоне водохранилища.

Преимуществом концептуальной модели по оптимизации управления водно-энергетической отраслью на региональном уровне, заключается в переходе от командно-административного метода управления на системный метод управления в пределах гидрографических, энергетических и потребительских параметрах. В многоводные периоды и избытка электроэнергии гидроэлектростанции с крупными водохранилищами многолетнего регулирования переводятся в режим аккумуляции воды и снижением выработки электроэнергии, а в маловодные периоды в режим выработки электроэнергии.

Пятая глава «**Эколого-экономические последствия опасных природных явлений, связанные с климатическими изменениями**», посвящена освещению результатов исследований: опасных природных явлений горно-предгорной зоны, в условиях изменения климата; эколого-географических последствий и социально-экономического ущерба в условиях проявлений опасных климатических явлений; ситуационного анализа рисков и их смягчения, в условиях чрезвычайных гидрометеорологических факторов.

Глобальное потепление климата является источником увеличения количества и интенсивности ОЯ и СГЯ, в пределах географических границ стран ЦА, включая РТ, повышая при этом их уязвимость к изменению климата. Таджикистан является наиболее уязвимой к климатическим изменениям страной в регионе ЦА.

«В нашей стране каждый год стихийные бедствия, включая засухи, наводнения, лавины и оползни, наносят большой ущерб населению и экономике страны» - Президент РТ, уважаемый Эмомали Рахмона, Послание к парламенту страны (28.12.2023). Действительно, слова Лидера нации верны, потому что «в период 2001-2022 гг. на территории республики ежегодно происходило, в среднем, 483 стихийных бедствия, связанных с климатом, которые нанесли большой экономический ущерб, а также привели к человеческим жертвам» [8]. В частности, за последние 5 лет (2018-2022 гг.) произошло 2118 стихийных бедствий, большинство из которых являются чисто СГЯ, такими как лавины (54,25%), сели (15,39%), камнепады (8,50%), сильные ветра (4,58%), повышение уровня воды (3,92%) и проливной дождь (2,74%) были зафиксированы.

В соответствии данным АГ РТ, ежегодно в республике наблюдается, в среднем, до 250-300 СГЯ, оказывающие значительное негативное воздействие на результаты экономической деятельности страны, приводящие, к сожалению, к потерям человеческих жизней. Стихийные бедствия, связанные с климатом, до 500 таких явлений ежегодно и их отрицательное влияние на основные социально-экономические отрасли РТ выражаются ущербом от 20 до 100 млн долларов США.

В частности, по данным РЭЦЦА, СГЯ, произошедшие в период 1997-2009 гг., унесли жизни 933 человек и причинили ущербы на сумму 1,15 млрд сомони, а масштабные наводнения в 1998-1999 гг. нанесли ущерб на сумму 55 млн долл. США, а наводнения 1998, 1999, 2005 и 2010 гг., были наиболее разрушительными. Установлено, что с 1991 по 2000 год, ежегодные ущерб выразился в потере трети сельскохозяйственного производства. В таблице 10 представлены данные по числу погибших от ЧС природно-климатического характера на всей территории республики за последние более десять лет (2012-2023 гг.).

Таблица 10. Число погибших от ЧС природно-климатического характера в период 2012-2023 гг.

	Землетрясение	Лавина	Оползень	Камнепады	Сильный ветер	Сильный дождь	Туман	Гром и молния	Сели	Гололёд
2012	1	15	-	2	1	-	-	-	7	-
2013	-	5	-	5	-	-	-	-	-	2
2014	-	2	-	3	-	3	-	-	22	-
2015	3	6	-	11	-	9	-	-	9	-
2016	-	-	-	12	-	1	-	-	7	-
2017	-	21	-	3	1	-	-	-	1	2
2018	-	-	-	4	2	-	5	2	3	1
2019	-	9	-	3	2	-	-	1	7	-
2020	-	2	-	-	-	-	-	2	4	-
2021	5	7	5	2	-	-	-	1	22	-
2022	-	2	-	2	-	-	-	2	2	-
2023	-	24	1	-	-	-	-	2	24	-

Установлено, что (табл. 10), на всей территории (2012-2023 гг.) республики в результате СГЯ погибли 302 человека, 82% из-за: селей (35,76%), лавин (30,79%) и камнепадов (15,56%). В то же время, выявлено что за годы исследований не было зафиксировано случаев смерти из-за селей только в 2013 г. и из-за лавин в 2016 и 2018 гг. Анализ и оценка позволили установить, что годы с наименьшим числом погибшими были 2020 и 2022 гг. (8 случаев), а годы с наибольшим числом жертвам были 2023, 2021 и 2015 гг. (16,89%, 13,91% и 12,58%, соответственно). Вышеприведенные данные подтверждают мировые прогнозы. В частности, согласно международной статистике, период 2030-2050 гг. ожидается, что из-за климатического изменения число смертей может достигнуть ~250 000 в год.

По данным КЧСиГО, за период с 2014 по 2023 годы на всей территории РТ зафиксировано 5988 стихийных природно-климатических явлений, наиболее возникновениях и многоколичественных случаев, т.е. 600 случаев по годам их возникновения.

Согласно ежегодному бюллетеню КЧСиГО, за период с 2010 по 2023 гг. стихийные бедствия природно-климатического характера нанесли ущерб экономике республики на сумму более 1 млрд сомони, из которых 93,73% отмечены в период 2014-2023 гг. В соответствие с диаграммой (рис. 22) более 65% экономического

ущерба произошло в 2015 (34,08%), 2016 (16,88%) и 2021 (14,86%) годах. На основе полученных данных сделан вывод о том, что 2022, 2019 и 2023 гг., данный негативный процесс связан прежде всего с большим количеством ливневых и селевых явлений.

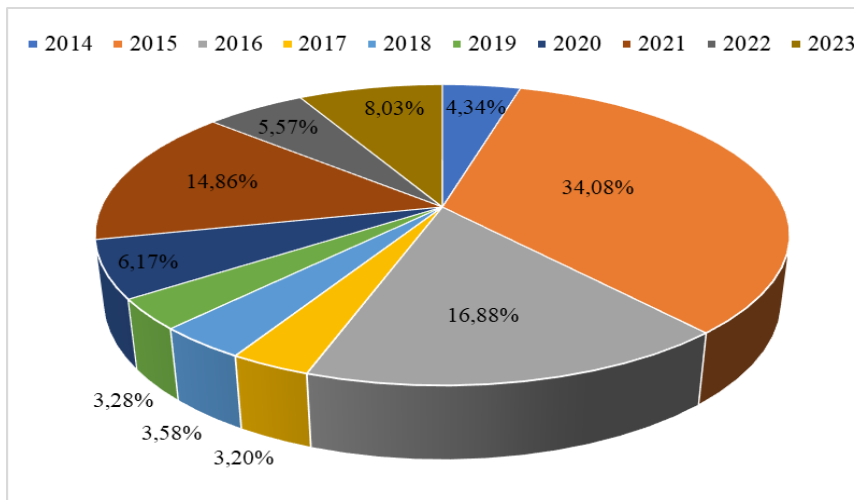


Рисунок 22. Экономические ущербы от стихийных бедствий с 2014 по 2023 гг. в процентах

БРЗ в отличие от других регионов страны, как горный и высокогорный район и очень чувствительный к процессу изменения климата, характерный наличием опасных процессов природно-климатического характера – наводнения, селевые потоки, сход лавин и оползней. Подтверждено, что большинство населенных пунктов горной и предгорных зоны БРЗ (Пенджикент, Айнинский район), ежегодно подвержены большим социально-экономическим ущербам, нередко сопровождаемые человеческими потерями. На рис. 23 (А, В) приведены результаты оценки размеров экономического ущерба за период 2002-2005 гг., и количество жертв (А) и общий экономический ущерб (В) в городе Пенджикент и Айнинском районе при наводнениях 2002-2005 гг. (рис. 23 (С, D)).

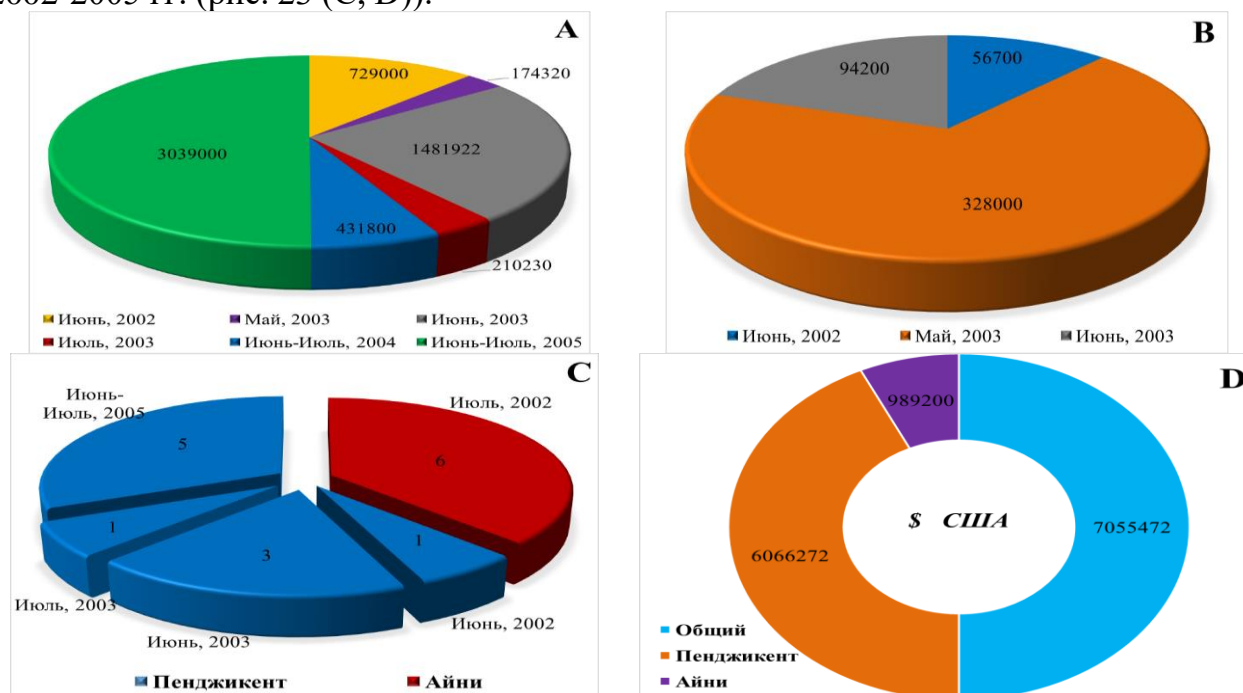


Рисунок 23. Размеры экономущерба в Пенджикент (а) и Айни (б), и количество жертв (с), и общий экономущерб (д) при селях 2002-2005 гг.

Размер экономического ущерба от ЧС в 2002-2005 гг. (рис. 23 (А, D)) в городе Пенджикент и Айнинском районе составляет более семи млн долларов США, в том числе разрушение: жилых домов – 2,49 млн. \$США, автомобильных дорог - 1, 22 млн.\$ США, оросительных каналов – 793 тыс. \$США, мостов и переправ – 467 тыс. \$США берегоукрепительных сооружений – 32 тыс. \$ США.

В соответствии с полученными автором данных КЧСиГО, в Пенджикенте наводнение катастрофического масштаба зафиксировано в 2010 г. 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. 24 (В)). Метеостанциями, установленными в горных административных центрах, было зафиксировано выпадение обильных осадков в виде дождя, о чем свидетельствует представленное на рис. 24 (А) сезонное распределение количества осадков в 2002 и 2010 гг. в городе Пенджикент и Айнинском районе.

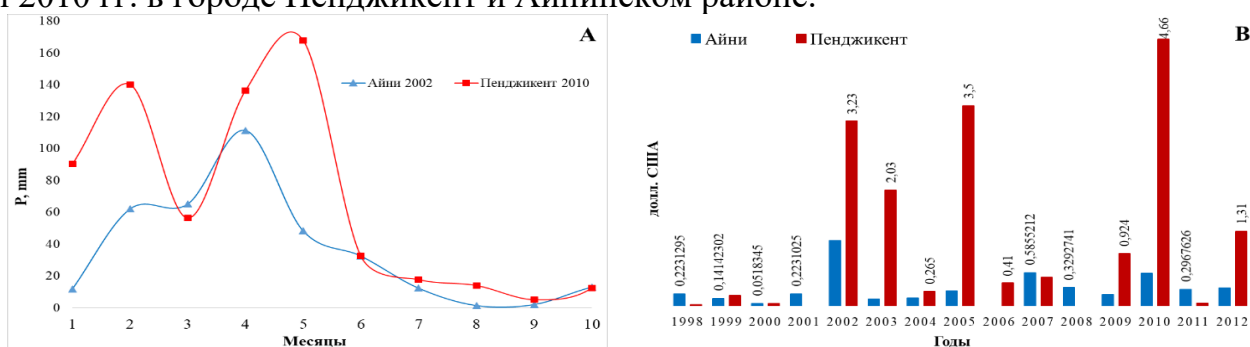


Рисунок 24. Среднемесячное значение атмосферных осадков в Айнинском районе и городе Пенджикент (А) и общий экономический ущерб от наводнений в этих районах (В)

Экстремальные изменения атмосферных осадков в Пенджикенте и Айни БРЗ были зафиксированы в 2002 г. и в 2010 г., однако сглажены в многолетнем разрезе. Следовательно, если при определении долгосрочного прогноза метеопараметров 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).

В исследуемом бассейне создана 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. Поэтому, в табл. 11 показан обобщенный ущерб от ОЯ в двух административных центрах БРЗ.

Таблица 11. Ущерб от ОЯ для систем коммуникации, ирригации и других социальных объектов в период 1998-2016 гг.

Название объекты	Айни	Пенджикент
Школы	6	26
Магазин	1	6
Жилой дом	719	1746

Продолжение таблицы 11		
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	–

С 1998 по 2016 год (табл. 11), в Айнинском районе и городе Пенджикент СГЯ и ОЯ осуществляется мониторинг и фиксация, специалистами выясняются причины их возникновения. Ущерб, «связанные с полным или частичным разрушением инфраструктуры, зданий, транспортных средств, потерей сельскохозяйственных угодий, ирригационных и гидротехнических сооружений» [13]. В компоненты прямого ущерба включаются также потери урожая, если ЧС произошли в период вегетации и сбора урожая. При этом, расходы на восстановление инфраструктуры зависят от типа ЧС и масштаба последствий.

Установлено, что в последние годы основным фактором влияющие на повторяемость периодов с аномально жаркой погодой растет во многих странах мира стали волны тепла, сопровождающиеся ухудшением состояния здоровья людей, ростом количества лесных пожаров, снижением урожайности сельскохозяйственных культур, загрязнением водных ресурсов и т.д.

Анализ и оценка «волн тепла» в РТ осуществлялось рассмотрением случаев с абсолютным максимумом 37°C и более, на метеостанциях с длинными рядами наблюдений (за период 1940-2016 гг.). Результаты анализа сравнения частоты потеплений в период 1940-2019 гг. по данным многолетними наблюдениями метеостанций Душанбе, Бохтар, Фархор и Шахритус приведены на рис. 25.

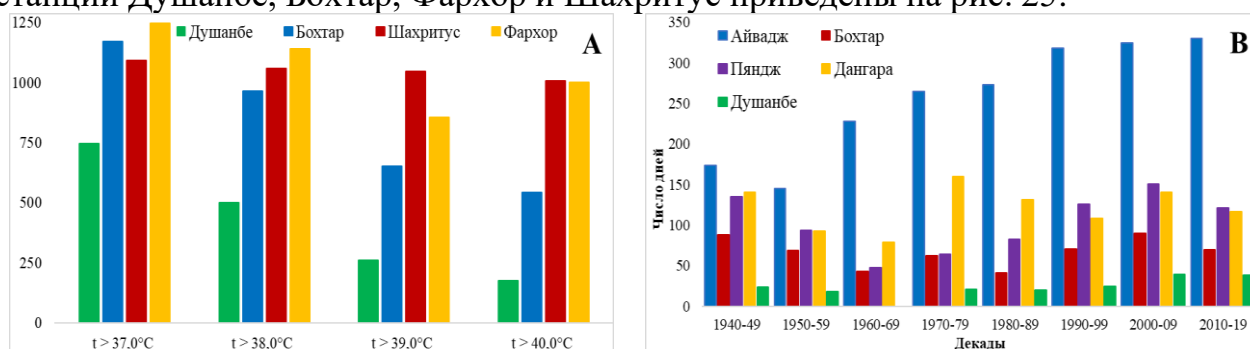


Рисунок 25. Частота потеплений в период 1940-2016 в Юго-Западном Таджикистане по абсолютному максимуму температуры с 37,0°C по 40°C (А) и количество случаев с температурой $t \geq 40,0^\circ\text{C}$ по декадам за 1940-2019 гг. (В)

Из гистограммы рисунок 25А видно, что за период 1940-2016 гг., в Душанбе зафиксировано 1689 случаев высокой температуры от $t \geq 37,0^{\circ}\text{C}$ до $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$, в Бохтаре – 3337 случаев, в Шахритусском районе – 4213 явлений и в Фархорском районе – 4252 случая, из которых всего 31,6% температуры $37,0-37,9^{\circ}\text{C}$, 27,2% – температуры $38,0-38,9^{\circ}\text{C}$, 20,9% – температуры $39,0-39,9^{\circ}\text{C}$ и 20,3% – температуры $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$. Установлено, что по городу Душанбе 10,5% дней года, наблюдаются высокие температуры $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$, а для города Бохтара и Шахритусского и Фархорского районов этот показатель составляет 16,3%, 23,9% и 23,6% соответственно. На рис. 25В показаны гистограммы общего количества случаев с абсолютным максимумом температуры $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$ за декады в период 1940-2019 гг. по многолетним наблюдениям метеостанций Шахритус (Айвадж), Пяндж, Бохтар, Дангара и Душанбе.

Вместе с тем, следует отметить, что изменение метеоусловий и, следовательно, возникновение селей тесным образом связаны с изменением основных метеопараметров (температуры, осадков), но до настоящего времени анализ такой связи, не проводился.

Нами, с целью определения научной закономерности ниже представлен анализ связи возникновения СГЯ и изменения метеоусловий. Согласно данным КЧСиГО, «крупномасштабными и наиболее разрушительными были сели, происшедшие 6, 11 и 13 мая. Подобные селевые потоки наблюдались также 14, 19 и 28 июля, и 5 августа 2021 гг. Поэтому именно эти события и были выбраны в качестве предмета исследования данной параграфе работы. Поскольку происшедшие в мае месяце селевые потоки охватили почти все регионы республики, для анализа данных по ним, использовались данные 12 метеостанций, расположенных на высотах от 1000 до 3000 метров и в разных регионах страны (в основном горные районы Центрального Таджикистана, а по всем остальным событиям 5 метеостанции (Сангвор, Ляхш, Дехавз, Искандеркуль и Шахристан), близкие к зоне прохождения селей, или метеостанции, подходящие по благоприятствующим формированию селевых потоков погодным условиям» [8]. В частности, во время прохождения селевых потоков 19.07 и 5.08.2021 года в джамоатах Ёри и Амондара города Пенджикент, были использованы данные трёх метеостанций БРЗ – Дехавз, Искандеркуль и Шахристан, тогда на метеостанции Пенджикент, находящейся недалеко от места селевых потоков, осадки не регистрировались, в то время как в высокогорьях наблюдались сильные осадки.

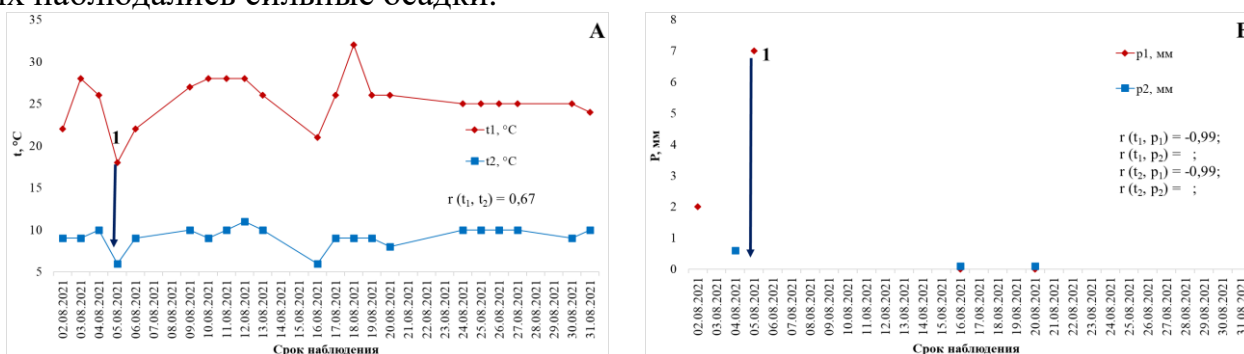


Рисунок 26. Данные о дневной (t_1) и ночной (t_2) температуре воздуха (А), а также дневных (p_1) и ночных (p_2) атмосферных осадках (В) за август 2021 года по наблюдениям метеостанции Искандеркуль

Примечание: на рисунке стрелкой указан селевой поток 5 августа 2021 года.

Как видно из рис. 26 (В), на метеостанции Искандеркуль, в день сели 5 августа 2021 года зафиксировано всего 7 мм атмосферных осадков. Важно отметить, что за весь август 2021 года в этой метеостанции зафиксировано всего 9,2 мм осадков.

Хотя количество осадков на трех станциях незначительно, все-таки оно подчеркивает, что на метеостанциях, находящихся далеко от места события, но установленных в высокогорье (Дехавз, Искандеркуль. Шахристан), они все-таки наблюдаются. Поэтому с большой вероятностью можно сказать, что масса влажного воздуха проникла на территорию Зерафшанской долины с запада, как и весь Таджикистан, и разлила свои осадки в западные части долины, а также, горы препятствовали прохождению влажных масс воздуха.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Климатические изменения тесно связаны с изменением общей циркуляции атмосферы (синоптико-климатологические представления), характеризующие поведением центров действия атмосферы, оказывающие влияние на территорию исследуемого региона. Установлено, что при росте среднеглобальной температуры в июле 1943-2023 гг. составляющий $R^2 = 0,804$, повышение в стране за 1961-2011 гг. составило $0,2-1,9^\circ\text{C}$., с наибольшим повышением температуры в осенне-зимний период на $0,6^\circ\text{C}$ в долинах и на $0,7^\circ\text{C}$ в горах, а в весенне-летний период ее роста в среднем по страну составило $0,1-0,4^\circ\text{C}$ [7-А; 26-А; 29-А; 36-А; 62-А; 69-А; 70-А].

2. Изменение регионального климата Таджикистана в зависимости от географо-орографической условий и зонально-высотного распределения дифференцируется: по каждой декаде за 1931-2020 гг. тренд для долины и равнины (до 1000 м) составляет $0,19^\circ\text{C}$, для районов перехода от долины к высокогорью (до 2000 м) – $0,11^\circ\text{C}$, для горных районов (от 2000 до 3000 м) – $0,11^\circ\text{C}$ и для высокогорных районов (выше 3000 м) – $0,07^\circ\text{C}$. Сезонная температура зимой составляет $0,32^\circ\text{C}$, весной – $0,51^\circ\text{C}$, летом – $0,22^\circ\text{C}$ и осенью – $0,17^\circ\text{C}$. В Таджикистане за период 1940-2020 гг. годовое количество осадков на высоте до 1000 м уменьшается с тренда $R^2 = 0,002$, на высотах от 1000 до 2000 оно увеличивается с показателем $R^2 = 0,031$, а в высокогорных районах выше 2500 м остается неизменной с значения $R^2 = 6\text{E}-06$ [1-А; 12-А; 22-А; 23-А; 36-А].

3. Среднемноголетняя температура в горных и предгорных районах, на примере БРЗ, согласно тридцатилетнему стандарту изменения климата, имеет явную тенденцию роста, при этом показатель достигает на $0,21^\circ\text{C}-12,3^\circ\text{C}$ (в период 1931-1960 гг.) $4,33^\circ\text{C}-12,6^\circ\text{C}$ (за 1961-1990 гг.) и $4,69^\circ\text{C}-13,2^\circ\text{C}$ (в 1991-2020 гг.), а в Анзобе наоборот отмечается понижение температуры ($-2,03^\circ\text{C}$; $-1,79^\circ\text{C}$; $-1,53^\circ\text{C}$). Вместе с тем, на основе среднедекадных значений температуры за период 1931-2020 гг. выявлена тенденция ее повышения по метеостанциями Зерафшанской долины: $R^2 = 0,791$ (Пенджикент); $R^2 = 0,427$ (Сангистон); $R^2 = 0,692$ (Мадрушкат); $R^2 = 0,598$ (Искандеркуль) и $R^2 = 0,422$ (Дехавз) [18-А; 25-А; 33-А].

4. Корреляционной зависимости температуры на метеостанциях БРЗ за два периода 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг. характерны два разных значения: значимая корреляция температуры между данными метеостанций Искандеркуль и Дехавз ($0,962$) за период 1961-1990 гг., а наименьшее значение корреляции между Сангистон и Дехавз ($0,257$) за период 1991-2020 гг. При этом, значимая взаимная корреляция

ляция осадков 0,906 между данными метеостанций Сангистона и Искандеркуля наблюдалось в 1991-2020 гг., а наименьшая – между метеостанциями Пенджикента и Искандеркуля (0,313). Метеостатрасчеты позволяют утверждать, что взаимная корреляция температуры в 1991-2020 гг. относительно слабая по сравнению с показателями периода 1961-1990 гг., а результаты взаимной корреляции атмосферных осадков практически противоположна значениям температуры [18-А; 25-А; 33-А].

5. На основе сравнительных анализов установлено, что потепление климата оказывает значительное влияние на увеличение расхода воды реки Зерафшан: среднемесячное значение речного стока за тридцатилетний период 1991-2020 гг. (176,2 м³/с) относительно выше среднего значения за 1961-1990 гг. составляет 153,4 м³/с. Установлено, что тесная корреляция температуры со среднемноголетним расходом воды реки между метеостанцию Дехавз (0,432) и гидропостом Дупули за 1961-1990 гг., а сильная корреляция осадков со средним многолетним расходом воды реки между Мадрушкатом (0,579) и Дупули в период 1961-1990 гг. [24-А; 33-А; 50-А].

6. Теоретическая взаимосвязь таяния горных ледников с метеорологическими колебаниями, по каждой декаде были рассчитаны на основе среднегодовых значений температуры и осадков по метеостанциям Дехавз за периоды 1977-1988 гг., 1988-1999 гг., 1999-2009 гг. и 2009-2019 гг., позволила установить, что, ледники верховья р. Зерафшан деградируют неравномерно от декады к декаде, а среднегодовая скорость сокращения их языков (рассчитанная для каждой декады) составляет: Зерафшан – 24,4 м/г, Рамы – 41,1 м/г, Россинджа – 22,7 м/г, Туро – 10,4 м/г, Дихаданга – 7,1 м/г и ГГП – 4,1 м/г. При определено, что регрессионная зависимость может быть признана сильной только для двух ледников: Рама и Туро, а остальные ледники показывают явно слабые связи с колебаниями средних значений температуры по декадам наблюдения [6-А; 14-А; 25-А; 33-А; 46-А].

7. На основе динамики изменения метеовеличин по метеостанциям Файзабад, Дангар и Яван, (нормативы тридцатилетнего стандарта климатических изменений – до (1951-1980 гг.) и после (1981-2010 гг.) относительно территориального расположения Нурекского водохранилища, определено, что водохранилища предгорных районов не оказывают существенного отрицательного влияния на изменение метеоусловий прилегающих регионов. В тоже время, установлено, что водохранилища равнинных районах в частности «Бахри Точик» оказывают тесное влияние на изменение метеоусловий прилегающих районов. При этом, количество дней с температурой $t \geq 40^{\circ}\text{C}$ сократилось с 94 в декаде 1940-1949 гг. до 26 в декаде 1980-1989 гг. [5-А; 20-А; 31-А; 34-А; 36-А; 64-А; 65-А].

8. Относительно качества воды следует отметить, что исследованиями установлено, что качество воды в частности озера Искандеркуль и устье реки Саратаг по всем показателям соответствует требованиям ГОСТ 2874-82 «Питьевая вода» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода централизованных систем водоснабжения»; в то же время, определено, что содержание Al, N₂, Fe, K, Ca, Si, Mn, Cu, NO₃, NO₂, Pb, Se, S, F, Cl, Cr, Zn и других неорганических веществ гораздо ниже установленной для них ПДК для питьевой воды, а также требованиями Всемирной организации здравоохранения и Европейской Союза [2-А; 10-А; 18-А; 33-А; 43-А; 48-А; 55-А].

9. По результатам анализа качества воды из точек до (р. Ягноб) и после (р. Фондарья) хвостохранилища АГОК, выявлено, что водные артерии верхнего и среднего течения Зерафшанской долины не подвержены антропогенно-промышленной нагрузке, т.е. минерализация их воды в основном обусловлена смыванием водой прибрежных минеральных отложений, а также определено, что содержание NO_2 , F, Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn и других химэлементов и химсоединения в воде р. Зерафшан гораздо ниже установленной для них ПДК [3-А; 33-А; 41-А; 49-А; 51-А; 53-А; 58-А].

10. Оценка эффективного использования гелиоэнергетики в различных географических условиях, в горных и высокогорных районах Таджикистана выбраны и изучены 11 точек, расположенные по идентичной широте, а также имея в виду, что центральная часть БРЗ является одним из самых засушливых регионов страны, позволили сделать вывод о том в холодный период года, т.е. в периоды относительно пасмурной погоды, с учетом того, что показатель продолжительности солнечной радиации в Вешабе и Оббурдоне выше, чем в Пенджикенте, то выявлена наивысшее значение и целесообразность её использования [15-А; 19-А; 60-А; 61-А].

11. Предложенная концептуальная модель оптимального управления водно-энергетической системы на базе Рогунского, Нурекского и Даштиджумского (планируемого) водохранилищ многолетнего регулирования позволяет обеспечить водно-энергетическую безопасность Таджикистана, а с включением в общую систему Токтогульского и Камбаратинского водохранилищ позволит обеспечить водно-энергетическую безопасность региона. На наш взгляд, регулирование речного стока крупными водохранилищами многолетнего регулирования позволяют наиболее полно перераспределить во времени объём стока (аккумулировать воды в период половодий и увеличить водность рек в период маловодья) в соответствии с требованиями водно-энергетической системы [8-А; 9-А; 35-А; 37-А; 40-А; 52-А].

12. Исследования возникновения стихийных бедствий гидрометеорологического характера, позволили констатировать, что с глобальным потеплением климата в Таджикистане за 2000-2023 гг. увеличилось количество и интенсивность природно-климатических катаклизмов. Стихийные бедствия увеличилось по линейному уравнению $y = 19,382x + 2756,2$ и природно-климатических явлений по $y = 22,641x + 153,82$, а величины их достоверности равны $R^2 = 0,334$ и $R^2 = 0,353$ соответственно. Выявлено, что в период 2014-2023 гг. произошло 5988 стихийных природно-климатических явлений, а стихийные бедствия, нанесли ущерб экономике республики более 1 млрд сомони, из которых 93,73% пришлось в период 2014-2020 гг. На основе полученных данных сделан вывод о том, что связан прежде всего с большим количеством гидрологических явлений, а за 2012-2023 гг. в результате ОЯ погибли 302 человека, 82% из-за: селей (35,76%), лавин (30,79%) и камнепадов (15,56%) [11-А; 13-А; 21-А; 30-А; 33-А; 44-А; 57-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Результаты, полученные в диссертации, могут быть широко использованы для разработки сценариев и математических моделей по прогнозу динамики изменения метеоусловий и гидрологического режима на в горно-предгорной зоне.

2. Результаты диссертации могут быть широко использованы в области повышения потенциала, устойчивости и адаптации к климатическому изменению поз-

воляющие укрепить институциональную составляющую позволяющие повышение уровня осведомленности об изменении климата заинтересованных сторон, а также совершенствовать национальную систему гидрометеорологического мониторинга в горных и предгорных регионах.

3. Результаты по корреляционным зависимостям метеоусловий и гидрологических характеристик речных бассейнов горных и предгорных районов могут быть широко использованы для разработки планов аграрного, экономического, промышленного и энергетического сектора и рационального использования водных ресурсов.

4. Результаты исследований по климатическим обусловленным природным ресурсам горных и высокогорных районов рекомендуются для широкого применения при планировании комплексного развития отдельных регионов горных и высокогорных территорий с учетом климатических зависимых секторов экономики.

5. Концептуальная модель оптимизации управления водно-энергетической отрасли, разработанная для параллельных речных бассейнов горно-предгорной зоны, могут быть использованы на региональном уровне, способствующие переходу от командно-административного метода управления на системный метод управления в пределах гидрографических, энергетических и потребительских уровнях.

6. На основе анализа результатов стихийных бедствий гидрометеорологического характера, а также влияния горной орографии на ход и тенденцию погодных условий, рекомендуется установление автометеостанций в горных и высокогорных районах, характерные частыми стихийными бедствия, а также автооборудования для постоянного мониторинга за состоянием погодных условий.

7. Рекомендуется налаживание тесного сотрудничества между соответствующими министерствами и ведомствами РТ и исполнительными органами государственной власти и местного самоуправления горных городов и районов в области обмена информацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев, С.Ф. Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии / С.Ф. Абдуллаев - Дисс. на соиск. уч. степ. д.ф.-м.н. - Душанбе, 2014. - 315 с.

2. Аброров, Х. Географо-гидрологические особенности формирования, использования и охраны водных ресурсов горного Зеравшана, Таджикистана / Х. Аброров. - Дисс. на соиск. уч. степ. к.геогр.н. - Душанбе, 2019. - 192 с.

3. Амирзода, О.Х. Научно-прикладные основы управления процессом водопользования и гидрохимические особенности водных ресурсов Республики Таджикистан / О.Х. Амирзода. - Дисс. на соиск. уч. степ. д.т.н. - Душанбе, 2021.

4. Асоев, Х.М. Экологические ценности и их важнейшая роль в укреплении государственной независимости / Х.М. Асоев // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2021. - Т.1. - №3. - С.154-157 (на тадж. яз.).

5. Бобиев Д.Ф. Влияние преобразования речных систем Таджикистана на прилегающие территории в условиях изменяющегося климата / Д.Ф. Бобиев. – Дисс. на соиск. уч. степ. к.г.н. - Душанбе, 2015. - 104 с.

6. Давлатшоев, С.К. Малый патент РТ № ТЈ 1257, МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 7/00. Способ стабилизации и понижения уровня воды горного завального озера /

С.К. Давлатшоев, М.Х. Амирзода, А.А. Гулахмадов и др. // №2201629, завл. 24.01.2022; опубл. 28.04.2022; Бюл. №183, 2022. - 3 с.

7. Кабутов, К. Перспективы использования источников энергии в Таджикистане / К. Кабутов. - Душанбе: Дониш, 2009. - 15 с.

8. Каюмов, А.К. Связь обычных и гляциальных селей с изменением метеорологических параметров / А.К. Каюмов, А.М. Шомахмадов, М.Т. Сафаров // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2024. - Т.4. - №4. - С.75-85.

9. Мадвалиев, У. Оценка потенциала солнечной и ветровой энергии в Таджикистане с использованием мультикритериального метода / М.А. Кудусов, У. Мадвалиев, Р. Бахромзод, А.Р. Мукумов // Вестник МЭИ. - 2024. - №6. - С.55-67. DOI: 10.24160/1993-6982-2024-6-55-67.

10. Маслов, В.А. Динамика оптических и микрофизических параметров природного пылевого аэрозоля / В.А. Маслов. – Дисс. на соиск. уч. степ. к.ф.-м.н. - Душанбе, 2015. - 104 с.

11. Мирзохонова С. Влияние изменения климата на гидрологический режим бассейна реки Пяндж / Ситора Мирзохонова. - LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 137 с.

12. Муминов, А.О. Геоэкологическая оценка загрязненности поверхностных вод бассейна реки Вахш и влияние водохранилищ на климатические условия прибрежных районов / А.О. Муминов. - Дисс. на соиск. уч. степ. к.геогр.н. - Санкт-Петербург, 2020. - 123 с.

13. Шарофзода, Ф.А. Закономерности распределения гидрометеорологических характеристик в бассейне реки Зеравшан / Ф.А. Шарофзода. - Дис. на соиск. к.геогр.н. - Душанбе, 2011. - 139 с.

14. Мухаббатов, Х.М. Проблемы природопользования в горных регионах Таджикистана / Х.М. Мухаббатов. - Душанбе: Дониш, 2015. - 565 с.

15. Петров, Г.Н. Общая оценка ситуации энергетике в мире и Таджикистане / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов, К. Кабутов, Х.С. Каримов // Известия АН Республики Таджикистан. - 2009. - Т.135. - №2. - С.101-111.

16. Пильгуй, Ю.Н. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата / Ю.Н. Пильгуй, М.С. Саидов, А.Ш. Хомидов, Г.Н. Шакиржанова. - Душанбе, 2008. - 116 с.

17. Саидов, И.И. Научно-прикладные и организационно-методологические основы управления водными ресурсами в зоне формирования стока / И.И. Саидов. - Душанбе-Бишкек: Дониш, 2012. - 380 с.

18. Усмонов, И.М. Чрезвычайные ситуации природного характера, возможные на территории Республики Таджикистан, и их последствия, Издание первое / И.М. Усмонов, Х.А. Латыпов, М.М. Кенджаев, М.Т. Халимов. - Душанбе, 2007. - 44 с.

19. Фазылов, А.Р. Дистанционное зондирование и мониторинг селеопасных районов горных территорий Таджикистана / М.С. Сафаров, А.Р. Фазылов. - Душанбе: Промэкспо, 2023. - 192 с.

20. Финаев, А.Ф. Климат и оледенение / А.Ф. Финаев. // Водные ресурсы Центральной Азии. - 2004. - Т.1. - №1. - С.55-65.

21. Хакимов, Ф.Х. Климат Таджикистана в связи с глобальным изменением климата / Ф.Х. Хакимов, С.О. Мирзохонова, Н.А. Мирзохонова // Вестник национального университета. - 2006. - №2 (28). - С.177-187.

22. Хакимов, Ф.Х. Проблема изменения климата в Таджикистане и его последствия / Ф.Х. Хакимов, С.О. Мирзохонова, Н.А. Мирзохонова // Вестник национального университета. - 2005. - №3. - С.151-156.
23. Шаймурадов, Ф.И. Изотопные исследование озёр Сарез и Шадау / И.М. Рахимов, А.Ш. Ахмадов, К.Ф. Эмомов, Ф.И. Шаймурадов // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2021. - Т.1. - №2. - С.105-107.
24. Armstrong, R.L. Runoff from glacier ice and seasonal snow in High Asia: separating melt water sources in river flow / R.L. Armstrong, K. Rittger, M.J. Brodzik et al. // Reg Environ Change. - 2019. - P.1249-1261.
25. Bhattacharya, A. High Mountain Asian glacier response to climate revealed by multi-temporal satellite observations since the 1960s / A. Bhattacharya, T. Bolch, K. Mukherjee, et al. // Nat Commun 12, 4133 (2021) – <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24180-y>.
26. Bhattarai, B.Ch. Impact of Climate Change on Water Resources in View of Contribution of Runoff Components in Stream Flow: A Case Study from Langtang Basin / B.Ch. Bhattarai, R.D. Dhananjay. // Hydrol. & Meteorol., 2011. - V.9. - No.1. - P.75-84.
27. Brun, F. A spatially resolved estimate of High Mountain Asia glacier mass balances from 2000 to 2016 / F. Brun, E. Berthier, P. Wagnon, et al. // Nature Geosci 10, 668-673 (2017) – <https://doi.org/10.1038/ngeo2999>.
28. Bruno Messerli. Mountains of the World: Vulnerable Water Towers for the 21st Century / Bruno Messerli, Daniel Viviroli, Rolf Weingartner. // AMBIO A Journal of the Human Environment. - 2004. No.13. - PP.29-34.
29. Climate change: causes, risks, consequences, problems of adaptation and regulation / Ed. academician of the RAS I.I. Mokhov, corresponding member of the RAS A.A. Makosko, PhD A.A. Chernokulsky. - M.: Russian Academy of Sciences, 2024. - 360 p.
30. Didovets, I. Central Asian rivers under climate change: Impacts assessment in eight representative catchments / Iulii Didovets, Anastasia Lobanova, Valentina Krysanova, et al. // Journal of Hydrology: Regional Studies. - 2021. - V.34.
31. Evangelos, P. Deep decarbonisation pathways of the energy system in times of unprecedented uncertainty in the energy sector / P. Evangelos, G. James, K. Socrates // Energy Policy, №180 (2023) 113642.
32. Hammer, C. Greenland ice sheet evidence of post-glacial volcanism and its climate impact / C. Hammer, H. Clausen, W. Dansgaard // Nature. - 1980. - No.288. - PP.230-235.
33. Holben, B.N. AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characterization / B.N. Holben, T.F. Eck, I. Slutsker, et al. // Rem. Sens. Environ., 1998. - V.66. - PP.1-16.
34. Huggel, C. An assessment procedure for glacial hazards in the Swiss Alps / C. Huggel, W. Haeberli, A. Käab, et al. // Canadian Geotechnical Journal. - 2004. - V.41. - PP.1068-1083.
35. Liniger, H. Mountains of the World. Water Tower for the 21st Century. A contribution to Global Freshwater Management / H. Liniger, R. Weingartner, M. Grosjean. - Berne: Paul Haupt AG, 1998. - 32 p.
36. Semenov, S.M. Scenarios of anthropogenic changes in the climate system in the XXI century / S.M. Semenov, A.A. Gladilshchikova // Fundamental and Applied Climatology. - 2022. - Vol.8. - No.1. - PP.75-106.
37. Thurman, M. Natural Disaster Risks in Central Asia: A Synthesis / Michael Thurman. – UNDP/BCPR, Regional Disaster Risk Reduction, 2011. - 40 p.

38. Wang, X. Attribution of Runoff Decline in the Amu Darya River in Central Asia during / X. Wang, Y. Luo, L. Sun, et al. // Journal Hydromet. - 2016. - V.17. - P.1543-1560.
39. Алексеенко С.В. Развитие энергетики в условиях изменения климата и разрушения озонового слоя Земли / С.В. Алексеенко // Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования. - 2024. - С.282-297.
40. Баденков, Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития / Ю.П. Баденков. - М.: ГЕОС, 2017. - 479 с.
41. Борзенкова, И.И. О влиянии вулканических извержений на изменение климата в позднеледниковом голоцене / И.И. Борзенкова, С.А. Брук // Труды ГГИ, 1989. - Вып.347. - С.40-56.
42. Вендров, С.Л. Роль водохранилищ в изменении природных условий / С.Л. Вендров, А.Б. Авакян, К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеюм. - М.: Знание, 1968. - 48 с.
43. Жолдошева, Э. Адаптация к изменению климата в горных районах Центральной Азии. Серия обзоров по адаптации в горных районах / Э. Жолдошева, И. Ручевска, Л. Семерная // ООН – Окружающая среда, ГРИД-Арендаль. Найроби, Вена, Арендаль, Бишкек, 2017. - 128 с.
44. Ибатуллин, С.Р. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии (Обобщающий отчет) / С.Р. Ибатуллин, В.А. Ясинский, А.П. Мироненков // Евразийский банк развития, 2009. - 57 с.
45. Коновалов, В. Г. Дистанционный мониторинг прорывоопасных озер на Памире / В. Г. Коновалов // Криосфера Земли. - 2009. - Т.13. - №4. - С.80-89.
46. Поздняков, М.В. Оценка качества атмосферного воздуха в разных странах / М.В. Поздняков, С.И. Мазиллов, С.В. Райкова // Экология человека. - 2023. - Т.30. - №5. - С.325-339. – <https://doi.org/10.17816/humeco456406>.
47. Фрумин, Г.Т. Техногенные системы и экологический риск / Г.Т. Фрумин. - Санкт-Петербург: СпецЛит, 2016. - 136 с.
48. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан / В.Е. Чуб. - Ташкент, 2000. - 252 с.
49. Шелест Т.А. Современный температурный режим Бресткой области / Т.А. Шелест // ICER – 2023. Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания. - 2023. - С.91-98.
50. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XX века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири: Монография / Под ред. Н.С. Касимова и А.В. Кислова. - М.: МАКС Пресс, 2011. - 496 с.

I. Научные статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, утвержденных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Российской Федерации:

- [1-A]. **Kurbon, N.B.** The influence of relief on the formation of local micro-climate (using the example of the southern slope of the Gissar ridge) / **N.B. Kurbon**, O.Sh. Majidov, F.D. Sharifov, S.O. Mirzokhonova // Sustainable Development of Mountain Territories. 2024, vol. 16, no. 4, pp. 1849-1861. – DOI: <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2024-16-4-1849-1861>
- [2-A]. **Курбон, Н.Б.** Об актуальности экологического состояния воды реки Зерафшан и стихийных бедствий, в бассейне / И.Ш. Норматов, **Н.Б. Курбон**, Б.Р. Холматов, А.У. Нуоров // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2025. - Т.5. - №1. - С.116-123.

[3-А]. **Курбонов, Н.Б.** Оценка качества воды верхнего течения бассейна реки Зерафшан / Б.Р. Холматов, И.Ш. Норматов, З.О. Нормамедова, **Н.Б. Курбон** // Вестник Бохтарского государственного университета им. Носира Хусрава. Серия естественных наук. - Бохтар, 2025. - №2/4 (141). - С.181-191.

[4-А]. **Курбонов, Н.Б.** Разработка методологии оценки климатических ресурсов с применением ГИС технологии / П.М. Сосин, Г.А. Некушоева, С.О. Мирзохонова, **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2023. - Т.3. - №4. - С.9-18.

[5-А]. **Курбонов, Н.Б.** Роль водохранилищ в формировании гидроэкологической ситуации центрально-азиатского региона / **Н.Б. Курбонов** // География и водные ресурсы. - Алматы, 2023. - №3. - С.23-31. – <https://doi.org/10.55764/29579856/2023-3-23-31.15>.

[6-А]. **Курбонов, Н.Б.** Климато-географический анализ влияния температурного режима на деградацию ледников бассейна реки Зерафшан / **Н.Б. Курбонов** // География и водные ресурсы, 2022. - №3. - С.15-25. – <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-15-25.14>

[7-А]. **Курбонов, Н.Б.** К вопросу изменения климата Таджикистана в условиях глобального потепления / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Педагогического университета (Естественные науки). - Душанбе, 2022. - №3 (15). - С.22-31.

[8-А]. **Курбонов, Н.Б.** Концептуальная модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, **Н.Б. Курбонов**, Ф.Х. Насруллоев // Инженерный вестник Дона, 2020. - №12 (72). - С.324-334.

[9-А]. **Курбонов, Н.Б.** Концептуальная модель регионального обеспечения водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, **Н.Б. Курбонов**, Ф.Х. Насруллоев // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физ.-мат., хим., геолог. и тех. наук. - Душанбе, 2020. - №4 (181). - С.157-164.

[10-А]. **Курбонов, Н.Б.** Качество воды озера Искандеркуль и его притоков / З.О. Нормамедова, А.В. Митусов, **Н.Б. Курбонов** // Центрально-азиатский журнал исследований водных ресурсов. - Алматы, 2020. - Т.6. - №2-2. - С.38-47.

[11-А]. **Курбонов, Н.Б.** Анализ чрезвычайных ситуаций и их влияния на социально-экономическое положение Республики Таджикистан / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. - Душанбе, 2019. - №7. - С.10-15.

[12-А]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение метеорологических характеристик в верховьях р. Пяндж в связи с глобальными потеплениями / С.О. Мирзохонова, И.Ш. Норматов, Н.А. Мирзохонова, Дж.Г. Шарипов, **Н.Б. Курбонов** // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. - Душанбе, 2019. - №4. - С.91-96.

[13-А]. **Курбон, Н.Б.** О взаимной корреляции между изменениями метеорологических условий и возникновением стихийных бедствий / **Н.Б. Курбон**, М.Т. Сафаров // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2026. - Т.6. - №1. - С.56-66.

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

[15-А]. **Курбонов, Н.Б.** Оценка потенциала альтернативных источников энергии на территории Таджикистана / **Н.Б. Курбонов**, М. Маджиди, Т.Х. Расулзода // Вестник Педагогического университета. Естественные науки. - Душанбе, 2019. - №3-4 (3-4). - С.28-32.

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

[17-А]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрограф трансграничной реки Пяндж и ее больших притоков / С.О. Мирзохонова, А.О. Муминов, Дж.Г. Шарипов, **Н.Б. Курбонов** // Наука и инновация. Серия естественных наук. - Душанбе, 2017. - №3. - С.84-89.

[18-А]. **Курбонов, Н.Б.** Метеорологические особенности и гидрохимия озера Искандеркуль и впадающих в него рек / П.И. Норматов, **Н.Б. Курбонов**, Г.Т. Фрумин, И.Ш. Норматов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - Санкт-Петербург, 2016. - №45. - С.13-19.

[19-А]. **Курбонов, Н.Б.** Использование возобновляемых источников энергии как фактор смягчения последствий изменения климата в горных условиях Таджикистана / **Н.Б. Курбонов**, Г.Б. Курбонов // Инновации в сельском хозяйстве. - Москва, 2016. - №1 (16). - С.191-195.

[20-А]. **Kurbanov, N.B.** Modern Adaptation Approach of Agriculture to Climate Change and Reservoirs Impact / **N.B. Kurbanov**, Sh.V. Kurbanov // Research in Agricultural Electric Engineering. - Moscow, 2014. - №4. - P.144-147.

[21-А]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их зависимость от метеорологических условий в бассейне реки Зеравшан / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2014. - №1-1 (126). - С.273-279.

[22-А]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг изменения атмосферной температуры и осадков в Таджикистане за период 1961-2011 гг. / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2014. - №1-3 (134). - С.76-80.

[23-А]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение климата за период 1961-2011 гг. в Таджикистане / **Н.Б. Курбонов**, Ш.Б. Курбонов // Земледелец («Кишоварз»). - Душанбе, 2014. - Т.63. - №3. - С.83-85.

[24-А]. **Курбонов, Н.Б.** Некоторые вопросы о взаимосвязи метеорологии и гидрологии / **Н.Б. Курбонов**, С.О. Мирзохонова, Ш.Б. Курбонов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2015. - №1-5-1 (188). - С.49-52.

[25-А]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зеравшан / **Н.Б. Курбонов**, П.И. Норматов // Известия ВУЗов (Кыргызстан). - Бишкек, 2015. - №4. - С.82-86.

[26-А]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение климата и циркуляция атмосферы в Таджикистане по моделям HadCM2 и UK-TR / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Педагогического университета. - Душанбе, 2013. - №5-2 (54). - С.119-125.

[27-А]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг атмосферной радиации в Душанбе с помощью наземного измерительного комплекса / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, **Н.Б. Курбонов**, Н.А. Абдурасулова, Б.И. Назаров, У. Мадвалиев // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физ.-мат., хим., геолог. и тех. наук. - Душанбе, 2013. - №3 (152). - С.45-51.

[28-А]. **Курбонов, Н.Б.** Вариации аэрозольной оптической толщи атмосферы в Душанбе по данным AERONETA / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, **Н.Б. Курбонов**, Б.И. Назаров, Т.Х. Салихов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2013. - №1-1 (102). - С.115-119.

[29-А]. **Курбонов, Н.Б.** Моделирование изменения атмосферной температуры по моделям CCC-EQ и GFDL-TR / **Н.Б. Курбонов**. // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2013. - №1-2 (106). - С.122-129.

[30-А]. **Курбонов, Н.Б.** Перспективы развития и уязвимость бассейна реки Зеравшан к чрезвычайным ситуациям, связанным с метеорологическими условиями / **Н.Б. Курбонов**, П.И. Норматов // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2013. - №7. - С.43-46.

[31-А]. **Курбонов, Н.Б.** Изучение влияния Нурекского водохранилища на метеорологические условия сельскохозяйственных районов Республики Таджикистан / А.О. Муминов, **Н.Б. Курбонов**, П.И. Норматов // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2013. - №7. - С.52-55.

[32-А]. **Курбонов, Н.Б.** Микрофизические и радиационные характеристики аэрозоля в атмосфере Душанбе по данным АЭРОНЕТ / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, **Н.Б. Курбонов**, Т.Х. Салихов, У. Мадвалиев, Б.И. Назаров // Вестник Таджикского технического университета. - Душанбе, 2012. - №3(19). - С.20-25.

II. Монографии

[33-А]. **Курбонов, Н.Б.** Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зеравшан. Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ. Монография / **Н.Б. Курбонов**, Г.Т. Фруммин. - LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 145 с.

[34-А]. **Курбонов, Н.Б.** Повышение безопасности гидротехнических сооружений. Ч.2. На примере водохранилища Нурекской ГЭС на реке Вахш. Монография / С.А. Гарелина, Д.С. Давлатшоев, К.П. Латышенко, **Н.Б. Курбонов**. - Химки: АГЗ МЧС России, 2021. - 192 с.

[35-А]. **Курбонов, Н.Б.** Водохозяйственная инфраструктура в общей системе управления водными ресурсами. Монография / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, Ф.А. Кариева, **Н.Б. Курбонов**, Я.Э. Пулатов, А.Р. Фазылов. - Душанбе: ИВП,ГЭиЭ НАН Таджикистана, 2021. - 172 с.

[36-А]. **Курбон, Н.** Проблемы изменения климата: взгляды на причины, последствия и подходы к адаптации / **Номвар Курбон**. - Душанбе: Дониш, 2025. - 260 с. (на тадж. яз.).

III. Патенты

[37-А]. **Курбонов, Н.Б.** Патент № TJ 1174 Республика Таджикистан. Система управления водно-энергетической отрасли / С.К. Давлатшоев, О.Х. Амирзода, Ф.Х. Насруллоев, **Н.Б. Курбонов**, С.Ш. Курбонализода // МПК E 02 B 9/00; G 05 B 13/00, №2001469, завл. 01.10.2020; опубл. 24.06.2021; Бюл. №173, 2021. - 3 с.

[38-А]. **Курбонов, Н.Б.** Малый патент РТ № TJ 1256. Устройство для предотвращения прорыва завальной плотины / С.К. Давлатшоев, М.Х. Амирзода, А.А. Гулахмадов, **Н.Б. Курбонов**, Ш.К. Обиджони, Ф.Ш. Бобохонов, С.А. Холмухаммадзода // МПК E 02 B 3/00, E 02 B 7/00, №2201629, завл. 24.01.2022; опубл. 28.04.2022; Бюл. №183, 2022. - 3 с.

[39-А]. **Курбонов, Н.Б.** Малый патент РТ № TJ 1257. Способ стабилизации и понижения уровня воды горного завального озера / С.К. Давлатшоев, М.Х. Амир-

зода, А.А. Гулахмадов, **Н.Б. Курбонов**, Ш.К. Обиджони, Ф.Ш. Бобохонов, С.А. Холмухаммадзода // МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 7/00, №2201629, завл. 24.01.2022; опубл. 28.04.2022; Бюл. №183, 2022. - 3 с.

[40-А]. **Курбонов, Н.Б.** Малый патент РТ № ТЈ 1395. Способ межбассейного регулирования речного стока / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, Н.К. Носиров, А.А. Гулахмадов, **Н.Б. Курбонов**, Ю.М. Курбонов // МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 3/02, №2301779, завл. 11.01.2023; опубл. 09.06.2023; Бюл. №196, 2023. - 3 с.

IV. Научные статьи, опубликованные на международных и республиканских конференциях:

[41-А]. **Kurbonov, N.B.** Hydrochemical Researches of Seasonal Snow and Water Quality of Rivers in the Zeravshan Valley / **N.B. Kurbonov**, Z.O. Normakhmedova, A.V. Mitusov, I.Sh. Normatov // X International Siberian Early Career Geoscientists Conference: Conference Proceedings. - Novosibirsk, 13-17 June 2022. - P.171-172.

[42-А]. **Курбонов, Н.Б.** Изменения климата бассейна реки Бартанг при глобальном потеплении / Н.М. Неккадамова, С.О. Мирзохонова, **Н.Б. Курбонов** // Гидрометеорологические исследования в условиях изменения климата: актуальные проблемы и пути их решения: Материалы Международной научно-практической конференции. - Ташкент, 3-4 июня 2022 г. - С.141-145.

[43-А]. **Курбонов, Н.Б.** Сравнение физико-химического свойства и изотопного состава воды некоторых озер и рек Таджикистана / **Н.Б. Курбонов**, З.В. Кобули, Ф.И. Шаймурадов, Г.Т. Фрумин, И.М. Рахимов // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXXII молодежной научной школы-конференции. - Петрозаводск, 12-15 октября 2021 г. - С.95-98.

[44-А]. **Курбонов Н.Б.** Экстремальные температуры воздуха в условиях юго-западной части Таджикистана в теплый период и связанные с ними опасные явления погоды / **Н.Б. Курбонов**, С.Ф. Абдуллаев, С.О. Мирзохонова, Дж.А. Байдуллоева, Т.Х. Расулзода // Климатические риски и космическая погода: Материалы Международной конференции. - Иркутск, 14-17 июня 2021 г. - С.130-140.

[45-А]. **Курбонов Н.Б.** Дистанционный мониторинг подвижка ледника Русского географического общества в условиях изменения климата / Ф.К. Восидов, **Н.Б. Курбонов**, А.В. Митусов, А.М. Халимов // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: Материалы VIII Международной научной конференции. - Красноярск, 14-17 сентября 2021 г. - С.155-161.

[46-А]. **Курбонов Н.Б.** Исследование процесса деградации ледника Гидрографическая партия с учетом климатического колебания / А.М. Халимов, **Н.Б. Курбонов**, А.В. Митусов, Ф.К. Восидов // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: Материалы VIII Международной научной конференции. - Красноярск, 14-17 сентября 2021 г. - С.287-294.

[47-А]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрохимия изотопов водорода ($\delta^2\text{H}$) и кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) поверхностных вод зоны формирования реки Вахш / **Н.Б. Курбонов**, Г.Т. Фрумин, И.Ш. Норматов, З.В. Кобулиев, А.О. Муминов, К.Н. Одинаев // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXXI молодежной научной школы-конференции. - Санкт-Петербург, 5-9 октября 2020 г. - С.135-140.

[48-А]. **Курбонов, Н.Б.** Динамика изменения химического состава воды озера Искандеркуль и его притоков / **Н.Б. Курбонов**, А.В. Митусов, З.В. Кобулиев, Г.Т. Фрумин // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXXI молодежной научной школы-конференции. - Санкт-Петербург, 5-9 октября 2020 г. - С.141-148.

[49-A]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрохимия и исследования изотопного состава реки Зеравшан и ее притоков / **Н.Б. Курбонов, И.Ш. Норматов** // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXIX молодежной научной школы-конференции. - Петрозаводск, 01-05 октября 2018 года. - С.271-274.

[50-A]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние изменения климата на водный сток реки Зеравшан и ее притоков / **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: Сб. трудов XI-я Международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов. - Москва, 13-15 декабря 2017 г. - С.54-58.

[51-A]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрохимические исследования сезонных снегов на ледниках верховья Зеравшанская долина и качество вод реки Зеравшан / **Н.Б. Курбонов, П.И. Норматов** // Материалы респуб. научно-теорет. конф. профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ. - Душанбе, 18-23 апреля 2016 г. - С.71-72.

[52-A]. **Курбонов, Н.Б.** Межгосударственные отношения между странами Центральной Азии по совместному использованию гидроэнергетических ресурсов / **Н.Б. Курбонов, Ш.Б. Курбонов** // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Материалы международной научно-практической конференции, посвященная подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». - Алматы, 22-24 сентября 2016 г. - С.325-329.

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

[54-A]. **Курбонов, Н.Б.** Вариации сезонной аэрозольной оптической толщи атмосферы в Душанбе по данным AERONET / **Н.Б. Курбонов, С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов** // Взаимодействие полей и излучения с веществом: Труды Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике и XIV Конференции молодых ученых. - Иркутск, 14-18 сентября 2015 г. - С.326-329.

[55-A]. **Kurbonov, N.B.** Analyses and Monitoring of Water Resources (Quantity and Quality) of the Mountain Zarafshan River Basin / **N.B. Kurbonov, I.Sh. Normatov** // Materials of the Republican scientific and theoretical conference of the teaching staff and employees of TNU. - Dushanbe, April 20-25, 2015 - P.71-72.

[56-A]. **Kurbonov, N.B.** Transnational information exchange in elimination of conflict of interests between water users in Central Asia / **N.B. Kurbonov** // Hydrometeorological and Environmental security of marine activity: Proceedings of the International Applied Science Conference. - Astrakhan, 16-17 October 2015. - P.58-62.

[57-A]. **Курбонов, Н.Б.** Риски, связанные с водными факторами в бассейнах трансграничных рек / **П.И. Норматов, Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: Сб. трудов VIII международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов. - Москва, 25-27 июня 2014 г. - С.7-10.

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

[59-A]. **Kurbonov, N.** Ecological and risk assessment aspect of the Zeravshan Transboundary River basin water resources management / **I. Normatov, N. Kurbonov, N.**

Narzulloev // Mountain hazards-2013: Materials of International Conference. - Bishkek, 16-18 September 2013. - P.46-47.

Научные статьи, опубликованные в иных научных изданиях:

[60-А]. **Курбонов, Н.Б.** Эколого-экономическая оценка альтернативных источников энергии Таджикистана при изменении климата / **Н.Б. Курбонов**, Ш.М. Набиев, Г.Б. Курбонов // Глобальные энергетические и экономические тренды / Под ред. С.В. Жукова. - М.: ИМЭМО РАН, 2019. - 194 с. - С161-169.

[61-А]. **Курбонов, Н.Б.** Эффективное использование возобновляемых источников энергии в физико-географических условиях Таджикистана / **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2021. - Т.1. - №2. - С.53-57.

[62-А]. **Курбон, Н.** Адаптация к процессу повышения температуры в горных регионах / **Номвар Курбон** // Маорифи Тоҷикистон. - Душанбе, 2022. - №6. - С.23-28. (на тадж. яз.).

[63-А]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние изменения климата на гидрологический режим водных артерий бассейна реки Пяндж / А.К. Каюмов, Т.Х. Расулзода, **Н.Б. Курбонов**, Ф.К. Восидов // Криосфера. - Душанбе, 2022. - №1 (5). - С.91-104.

[64-А]. **Курбонов, Н.Б.** Особенности влияния водохранилища ГЭС на изменение климата районы окрестности / **Н.Б. Курбонов**, И.Ш. Норматов, Б.М. Боев // Endless light in science. - Алматы, апрель 2023. - С.561-570.

[65-А]. **Курбонов Н.Б.** Влияние изменения климата на экологию и эффективность работы гидротехнических сооружений реки Вахш / О.Х. Амирзода, Ф.А. Кариева, С.С. Бобиев, **Н.Б. Курбонов**, Ю.М. Курбонов // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2023. - Т.3. - №1. - С.44-51.

[66-А]. **Курбонов, Н.Б.** Репрезентативный анализ состояния ледников бассейна реки Вахш на период 1956-2021 гг. / **Н.Б. Курбонов**, М. Маджиди, А.У. Пиров, Х.М. Хакбердиев, Б.М. Боев // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2023. - Т.3. - №1. - С.56-63.

[67-А]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние климатических изменений на сток реки Вандж по данным наземных наблюдений / С.О. Мирзохонова, Дж.Б. Ниязов, **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2022. - Т.2. - №3. - С.24-33.

[68-А]. **Курбон, Н.** Обзор образовательной темы, связанной с изменением климата / **Номвар Курбон** // Маорифи Тоҷикистон. - Душанбе, 2023. - №8. - С.38-40.

[69-А]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние природных феноменов Эль-Ниньо и Ла-Нинья на изменение климата Таджикистана (Часть первая) / **Н.Б. Курбонов**, Ф.А. Кариева, А.А. Гулахмадов, Ф.Д. Шарифов, Б.Р. Холматов // Евразийский Союз Ученых. Серия: междисциплинарный, 2024. - №1 (110). - С.4-10.

[70-А]. **Курбон, Н.** Отражение глобальной климатической проблемы в Послании Лидера нации / **Номвар Курбон** // Маърифати омузгор. - Душанбе, 2024. - №2. - С.1-7. (на тадж. яз.).

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОЧИКИСТОН
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология

ВБД 556:551.5+551.582+
+551.583+551.588+504.4 (575.3)

Бо ҳуқуқи дастнавис



ҚУРБОН Номвар Бойназар

**РУШДИ АСОСҲОИ НАЗАРИЯВӢ-МЕТОДОЛОГИИ
ТАҲҚИҚИ ЗАХИРАҲОИ ОБИ МИНТАҚАҲОИ
КӢҲӢЮ ДОМАНАКӢҲӢ ДАР ШАРОИТИ
ТАӢӢИРӢБИИ ИҚЛИМ**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
доктори илмҳои техникаӣ аз рӯи ихтисоси

2.1. Геология, геодезия, гидрология, сохтмон, меъморӣ
(2.1.37. Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ, гидрохимия)

Душанбе - 2026

Диссертатсия дар озмоишгоҳи моделкунони захираҳои об ва равандҳои иқлимӣ Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро шудааст.

**Мушовири
илмӣ:**

Норматов Ином Шерович,
доктори илмҳои химия, профессор,
узви вобастаи АМИТ

**Муқарризони
расмӣ:**

Мягков Сергей Владимирович,
доктори илмҳои техникӣ, профессор,
мудири шуъбаи гидрологияи Институти
илмию таҳқиқотии гидрометеорология
(Ҷумҳурии Узбекистон)

Муртазаев Уктам Исматович,
доктори илмҳои география, профессор,
профессори кафедраи географияи табиӣ
Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон
ба номи Садриддин Айни

Ҳочизода Саидмукбил Қосим,
доктори илмҳои техникӣ, дотсент,
мудири кафедраи фанҳои табиӣ-илмӣ
Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон

**Муассисаи
пешбар:**

Институти география ва бехатарии оби
Вазорати илм ва маълумоти олиӣ
Ҷумҳурии Қазоқистон

Ҳимояи диссертатсия « 24 » сентябри соли 2026, соати 9⁰⁰ дар ҷаласаи шурои диссертатсионии **6D.KOA-059** назди Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дар суроғи 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, кӯчаи Бофанда 5/2 баргузор мегардад.

Бо диссертатсия дар китобхонаи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва дар сомонаи www.imoge.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «___» _____ соли 2026 фиростода шуд.

**Котиби илмӣ
шурои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ**



Шаймуратов Ф.И.

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Тағйирёбии иқлим бо пайомадҳои манфии худ дар тамоми ҷанбаҳо ва соҳаҳои фаъолияти инсон яке аз масъалаҳои мубрами муосир ва ҳаётан муҳим ба шумор меравад. Тағйирёбии иқлим мушкилоти мураккаби байнисоҳавӣ буда, бо таъсири мустақим ба равандҳои экологӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоӣ тавсиф меёбад. Таҳқиқи масъалаи мазкур ду самти асосии бунёди ро дар бар мегирад: сабабҳо ва оқибатҳои тағйирёбии иқлим барои муҳити табиӣ ва инсон.

Саҳми Ҷумҳурии Тоҷикистон дар раванди истифодаи оқилона ва ҳифзи захираҳои об дар шароити тағйирёбии иқлим назаррас аст. Тоҷикистон ҳамчун субъекти муносибатҳои байналмилалӣ дар соҳаи захираҳои об ташаббусро ба миён гузоштааст, ки бо қатъномаҳои СММ қабул шудаанд: «Соли байналмилалӣ оби тоза, 2003» (A/RES/55/196); «Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои ҳаёт, 2005-2015» (A/RES/58/217); «Соли байналмилалӣ ҳамкориҳо дар соҳаи об, 2013» (A/RES/65/154); «Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор, 2018-2028» (A/RES/71/222); «Соли байналмилалӣ ҳифзи пиряхҳо, 2025» (A/RES/77/158) ва «Даҳсолаи амал оид ба дастгирии илмҳои криосфера, 2025-2034» (A/RES/78/321). Ҷамчунин, Комиссияи иқтисодӣ ва иҷтимоӣ СММ барои Осиё ва Уқёнуси Ором дар ҷаласаи 81-ум бо ташаббуси Ҷумҳурии Тоҷикистон қатъномаи «Таҳкими ҳамкорӣ дар соҳаи захираҳои об ва тағйирёбии иқлим барои рушди устувор дар минтақаи Осиё ва Уқёнуси Ором»-ро яқдилона қабул намуд. Ташаббусҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки аз ҷониби ҷомеаи ҷаҳонӣ қабул шудаанд, зарурати такмил додани корҳои илмию таҳқиқотӣ, аз ҷумла дар сатҳи байнидавлатиро, дар шароити тағйирёбии иқлим дар ин соҳа тақвият мебахшанд.

Дар илми муосир дар бораи равандҳои тағйирёбии иқлим равишҳо ва фарзияҳои гуногун таҳия карда шудааст, вале то имрӯз назарияи ягонаи қобили қабули ҳамаи соҳаҳо ва муҳаққиқон вучуд надорад ва ин мушкилот бештар бо ду мафҳум – «тағйирёбии иқлим» ва «гармшавии глобалӣ» тавсиф мешавад. Ба андешаи мо, бо назардошти он, ки баланд шудани ҳарорат, яъне гармшавии ҳаво, пеш аз ҳама ҳавои наздисатҳии атмосфера дар назар аст, муҳимтарин ҷузъ ва нишондиҳандаи асосии раванди тағйирёбии иқлим мебошад. Пас варианти нисбатан қобили қабули истилоҳи тавсифдиҳандаи раванди мазкур истифодаи ибораи «тағйирёбии иқлим» мебошад.

Тағйирёбии иқлим боиси вайрон шудани мувозинати табиӣ мегардад, ки бо обшавии пиряхҳо (яхбандиҳо) ва барфҳои доимӣ; баланд шудани сатҳи оби Уқёнуси ҷаҳонӣ; обхезӣ; хушксолӣ; тӯфон; офатҳои табиӣ гидрометеорологӣ (ОТГ); офатҳои хатарноки гидрометеорологӣ (ОХГ); тағйирёбии гуногунии биологӣ, муҳочирати наботот ва ҳайвонот ба шароити иқлими барои онҳо мусоид; тағйирёбии гардиши об дар табиат бинобар сабаби вайроншавии мубодилаи гармию намӣ; дифференсиатсияи гардиши минтақавии ҳавои атмосфера ва ғайра.

Дар шароити тағйирёбии иқлим ва пешгӯии тағйироти иқлимӣ, бахусус дар минтақаҳои осебпазир, аз ҷумла дар минтақаҳои кӯҳию доиманакӯҳӣ ва хушки Ҷумҳурии Тоҷикистон, масоили таъмини об-энергетика-озуқаворӣ (равиши Nexus), инчунин амнияти экологӣ ва мутобиқномаи соҳаҳои фаъолият ва саломатии инсон ба ин раванд аҳамияти хоса доранд. Тағйирёбии глоба-

лии иқлим обшавии пирахҳо ва коҳишёбии майдонҳои яхбандиро дар аксар минтақаҳои ҷаҳон суръат бахшида, боиси афзоиши таназзули заминҳои кишоварзӣ ва дар натиҷа маҳдуд шудани имконоти воситаҳои зиндагӣ мегардад.

Мушкилоти рӯзафзуни марбут ба обу иқлим, инчунин чустуҷӯи роҳҳои ҳалли онҳо зарурати ҳамгирии минбаъдаи кӯшишҳои олимон, коршиносон ва сиёсатмадорон, тасмимгирандагон ва шарикон оид ба рушди устувор дар соҳаи обу иқлимро пешакӣ муайян менамояд.

Таҳлил ва арзёбии ҳолат бо назардошти тағйирёбии иқлим ва ифлосшавии ҳаво, ки дар асоси интиҳоб ва асоснокнамоии асосҳои илмӣ-методологии (назариявии) таъсири тағйирёбии иқлим ба захираҳои об ва вазъи иқтисодию иҷтимоӣ, инчунин оқибатҳои экологӣ гидрологӣ тағйирёбии иқлим, омилҳои географӣ иқтисодии сарчашмаҳои барқароршавандаи энергия дар раванди мазкур, инчунин оқибатҳои иқтисодию иҷтимоии ОТГ ва ОХГ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мавзӯи ин тадқиқот мебошанд.

Ҳамин тавр, татбиқи маҷмӯи таҳқиқоти илмӣ амалии ҳолати кунунии захираҳои об ва вазъи экологӣ иқтисодӣ дар шароити тағйирёбии иқлим ва зифаи муҳимми рушди самти нави соҳаи илмҳои заминшиносӣ мебошад.

Дарачаи коркарди илмӣ проблемаи мавриди омӯзиш. Нимаи дуоми садсолаи XX ва ибтидои асри XXI бо тағйирёбии глобалии иқлим, ифлосшавии ҳаво, нобудшавии қабати озон, коҳишёбии захираҳои об, аз ҷумла оби нӯшокӣ, ифлосшавии замин ва харобшавии сатҳи хок, ифлосшавии Укёнуси ҷаҳонӣ, инчунин коҳишёбии гуногунии биологӣ, кӯчиши ландшафтҳои экологӣ ва ба вучуд омадани мушкилоти глобалии экологӣ хос аст.

Мушкилоти тағйирёбии иқлим ва гармшавии глобалӣ, ки омилҳои асосии дигаргуниҳои ҷаҳони муосир мебошанд, бори нахуст солҳои 70-80-уми асри гузашта дар сатҳи СММ баррасӣ гардиданд. Аввалин изҳорот дар бораи таъсири эҳтимолии афзоиши партовҳои газҳои гулхонаӣ ба иқлим аз ҷониби Созмони ҷаҳонии обуҳавошиносӣ (СҶО) соли 1976 баён гардида, соли 1979 нахустин Конфронси ҷаҳонии иқлим баргузор шуд, ки дар натиҷаи он Барномаи ҷаҳонии иқлим қабул гардид. Маҳз равиши мазкур буд, ки ЮНЕП барои барномаи болозикр замина гузошт ва Шурои байналмилалӣ оид ба илм дар ҳамкорӣ бо СҶО зарурати гузаронидани таҳқиқотро дар бораи ҷанбаҳои гуногуни иқлим ва тағйирёбии иқлим асоснок карданд.

Корҳои олимони ватанӣ – Абдуллоев С.Ф. [1], Аброров Ҳ.А. [2], Амирзода О.Ҳ. [3], Асоев Ҳ.М. [4], Муртазоев У.И. [5], Давлатшоев С.Қ. [6], Кабутов Қ. [7], Қаюмов А.Қ. [8], Мадвалиев У. [9], Маслов В.А. [10], Мирзохонова С.О. [11], Норматов И.Ш. [12-13], Муҳаббатова Ҳ.М. [14], Петров Г.Н. [15], Пилгуй Ю.Н. [16], Саидов И.И. [17], Усмонов И.М. [18], Фазылов А.Р. [19], Финаев А.Ф. [20], Ҳакимов Ф.Ҳ. [21-22], Шаймуродова Ф.И. [23] ва дигарон, олимони хориҷӣ – Armstrong R.L. [24], Bhattacharya A. [25], Bhattarai B.Ch. [26], Brun F. [27], Bruno M. [28], Mokhov I.I. [29], Didovets I. [30], Evangelos P. [31], Hammer S. [32], Holben V.N. [33], Huggel C. [34], Liniger H. [35], Semenov S.M. [36], Thurman M. [37], Wang X. [38], Алексеенко С.В. [39], Баденков Ю.П. [10], Борзенкова И.И. [41], Вендров С.Л. [42], Жолдошева Э. [43], Ибатуллин С.Р. [44], Коновалов В.Г. [45], Поздняков М.В. [46], Фрумин Г.Т. [47], Чуб В.Е. [48], Шелест Т.А. [49], Касимов Н.С. [50] ва дигарон, инчунин, дигар олимон, муваққитон ва мутахассисон ба таҳқиқи ин соҳа бахшида шудаанд.

Ҳамзамон бо омӯзиши асосҳои назариявӣ-методологии таҳқиқи тағйирёбии иқлим ва оқибатҳои он ба захираҳои гидрологӣ ва вазъи иқтисодию иҷтимоӣ, инчунин қонунҳо, санадҳои меъёрию ҳуқуқие, ки аз ҷониби ниҳодҳои байналмилалӣ ва Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳияву қабул гардидаанд, аз ҷумла конвенсияҳои байналмилалӣ экологӣ, ахбороти миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба Конвенсияи қолабии СММ оид тағйирёбии иқлим (КҚСММТИ), қонунҳо ва барномаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон марбут масоили об, иқлим ва экология мавриди таҳқиқу баррасӣ қарор дода шуданд.

Омӯзиши ҳолати кунунии захираҳои об ва вазъи экологӣ иқтисодӣ дар шароити тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар муассисаҳои илмию таҳқиқотӣ ва академии ҷумҳурӣ, аз ҷумла Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, Маркази омӯзиши пирахҳои АМИТ, Агентии обуҳавошиносии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва муассисаҳои таҳсилоти олии касбии кишвар ба роҳ монда шудааст.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзӯҳои илмӣ. Кори диссертсионӣ дар доираи барномаҳои сатҳи ҷумҳурӣ ва байналмилалӣ: «Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2040» (29.11.2024, №627); «Стратегияи миллии мутобикшавӣ ба тағйирёбии иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» (2.10.2019, №482), «Стратегияи миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба паст кардани ҳавфи офатҳои табиӣ барои солҳои 2019-2030» (29.12.2018, №602), «Стратегияи рушди иқтисоди «сабз» дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2037» (30.09.2022, №482); «Барномаи давлатӣ оид ба омӯзиш ва нигоҳдории пирахҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2010-2030» (3.05.2010, №209); Лоиҳаи илмию таҳқиқотии бучети давлатии «Мониторинги шароитҳои метеорологӣ ва гидрологии ҳавзаи дарёҳо, ҳолати яхбандиҳо, инчунин муҳити зист»-и кафедраи метеорология ва климатологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон (РД 0116ТJ00727, муҳлати иҷро – солҳои 2016-2020); Лоиҳаи илмию таҳқиқотии бучети давлатии «Оптимизатсияи робитаи об, озуқа, энергия ва экология дар шароити тағйири иқлим дар ҳавзаи дарёи Зарафшон» (РД 0118ТJ00865, муҳлати иҷро – солҳои 2018-2022), ки дар доираи барномаи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ анҷом ёфтааст, анҷом дода шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот – татбиқи маҷмӯи таҳқиқоти илмӣ ва амалии ҳолати кунунии захираҳои об ва вазъияти экологӣ иқтисодӣ дар шароити тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳии Тоҷикистон.

Вазифаҳои таҳқиқот, ки дар доираи диссертатсияи мазкур баррасӣ мешаванд:

1. Таҳқиқи таъсири марказҳои синоптикӣ-климатологии таъсири атмосфера ба тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳ.
2. Омӯзиши ҳолати кунунии геоэкологии объектҳои об дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ бо арзёбии саҳми омилҳои табию антропогенӣ, аз ҷумла объектҳои саноатӣ ба ифлосшавии ҳаво ва тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои хушк баландкӯҳ.
3. Арзёбии вазъи экологӣ иқтисодӣ дар шароити тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳии Тоҷикистон.

4. Муайяннамоии тамоюли асосии тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ ва бузургҳои гидрологии дарёҳо дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳ.

5. Рушди равиши арзёбии захираҳои табиӣ ба иқлим алоқаманд – манбаҳои асосии энергияи барқароршаванда ва омилҳои асосии коҳиш додани пайомадҳои тағйирёбии иқлим; таҳияи модели концептуалии бехатарии минтақавии обу энергетика дар шароити тағйирёбии иқлим.

6. Муайяннамоии пайомадҳои экологиро географӣ ва ҳисороти иқтисодию иҷтимоии офатҳои хатарноки иқлимӣ дар шароити тағйирёбии иқлим дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ; арзёбии хатарҳои ба омилҳои ҳолатҳои шадиди гидрометеорологӣ алоқаманд ва таҳияи роҳҳои коҳиш додани онҳо ва инчунин, баланд бардоштани самаранокии ҳифзи хоҷагии халқ.

Объекти таҳқиқот – объектҳои обӣ ва ҳолати экологиро иқтисодии минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳии Тоҷикистон дар шароити тағйирёбии иқлим.

Мавзӯи таҳқиқот – таъсири динамикаи шароитҳои гидрометеорологӣ ба ташаккули захираҳои об ва оқибатҳои хатарҳои ба он алоқаманд дар соҳаҳои иқтисодӣ-иҷтимоӣ-экологӣ ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳии Тоҷикистон.

Навгони илмӣ таҳқиқот иборат аст, аз:

1. Нахустин маротиба таъсири марказҳои синоптикийо иқлимӣ таъсири атмосфера ба тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ омӯхта шуд; дурнамои рушди заминаи муносири қонунгузорӣ (қонунҳо, санадҳои меъёрӣ) ва самаранокии он дар ҳифзи бахшҳои иҷтимоӣ иқтисодӣ аз таъсири тағйирёбии иқлим ва даврияти гидрологӣ дар Тоҷикистон боз ҳам тақвину ёфтааст.

2. Аввалин маротиба тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳии Тоҷикистон, дар мисоли ҳавзаи дарёи Зарафшон барои ду давраи сисола – солҳои 1961-1990 ва 1991-2020 омӯхта шудааст.

3. Хусусиятҳои гидрологии дарёҳои ҳавзаҳои кӯҳӣ ва доманакӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим бо муайян кардани робитаи коррелясионӣ байни тағйирёбии шароити метеорологӣ ва динамикаи захираҳои об таҳқиқ карда шудааст.

4. Усул ва технологияи таҳқиқи ҳолати геоэкологӣ, таркиби химиявӣ ва изотопии объектҳои об; таъсири сарбории антропогенӣ иншоотҳои саноатӣ бо муқаррар намудани мутобиқати воқеии онҳо ба стандартҳои байналмилалӣ рушд дода ва таҳия карда шудааст.

5. Захираҳои табиӣ марбут ба иқлим – сарчашмаҳои асосии энергияи барқароршаванда таҳқиқ карда шуда, омилҳои асосии коҳиш додани таъсири тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ муайян карда шудааст; амсилаи концептуалии идоракунии оптималии системаи обу энергетика дар шароити тағйирёбии иқлим бо назардошти хусусиятҳои муайяншудаи таъсири обанборҳои кӯҳӣ ба тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ минтақаҳои ҳамшафат таҳия карда шудааст.

6. Маротибаи аввал пайомадҳои экологиро географӣ ва ҳисороти иқтисодии ОТГ, ОХГ бо таҳқиқи омилҳои шадиди гидрометеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ муайян карда шудааст.

Аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот. Аҳамияти назариявии кори диссертсионӣ дар ҳалли масъалаҳои марбут ба муайян кардани таъсири тағйирёбии иқлим ба ташаккули захираҳои об ва вазъияти экологиро иқтисодӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ ва доманакӯҳии Тоҷикистон ифода меёбад.

Аҳамияти амалии таҳқиқот иборат аст, аз:

- таҳияи амсилаи гардиши атмосфера ва ангораи паҳншавии массаҳои ҳавоӣ дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ;
- муқаррарнамоии механизмҳои таъсири орографияи кӯҳсор ба тағйирёбии шароитҳои гидрометеорологӣ;
- мониторинги сифати об бо муайян кардани манбаъҳои маҳаллӣ ва доимии ифлосшавӣ;
- банақшагирии рушди соҳаи энергетика бо назардошти бузургҳои метеорологӣ ва гидрологӣ дар шароити гармшавии глобалӣ;
- таҳияи тавсияҳои муҳандисию иқтисодӣ барои коҳиш додани офатҳои табиӣ марбут ба иқлим ва об;
- таҳияи тадбирҳои мутобиқшавӣ барои коҳиш додани офатҳои табиӣ марбут ба иқлим ва об.

Нуктаҳои ба Ҳимоя пешниҳодшаванда. Натиҷаҳои зерини дар рафти таҳқиқот бадастовардашуда барои ҳимоя пешниҳод карда мешаванд:

1. Натиҷаҳои таҳқиқи таъсири марказҳои синоптикийю иқлимӣ таъсироти атмосфера ба тағйирёбии шароити метеорологии ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ; натиҷаҳои омӯзиши заминаи муносири қонунгузорӣ (қонунҳо, санадҳои меъёрӣ) ва самаранокии он дар соҳаи даврияти гидрологӣ ва ҳифзи бахшҳои иҷтимоию иқтисодӣ аз зухуроти тағйирёбии иқлим дар Тоҷикистон.

2. Натиҷаҳои таҳқиқи хусусиятҳои гидрологии дарёҳои ҳавзаҳои кӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим ва натиҷаҳои вобастагии коррелясионӣ тағйироти шароитҳои метеорологӣ ва динамикаи захираҳои гидрологӣ.

3. Натиҷаҳои омӯзиши тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ Тоҷикистон, дар мисоли ҳавзаи дарёи Зарафшон барои ду давраи сисола – солҳои 1961-1990 ва 1991-2020.

4. Натиҷаҳои таҳқиқи ҳолати геозкологии объектҳои обӣ дар шароити тағйирёбии иқлим, ки бо таъсири сарбории антропогенӣ иншоотҳои саноатӣ алоқаманд мебошанд.

5. Натиҷаҳои таҳқиқи захираҳои табиӣ марбут ба иқлим – сарчашмаҳои асосии энергияи барқароршаванда бо муайяннамоии омилҳои асосии коҳиши пайомадҳои тағйирёбии иқлим дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ; амсилаи концептуалии идоракунии оптималии системаи обу энергетика дар шароити тағйирёбии иқлим бо назардошти хусусиятҳои муайяншудаи таъсири обанборҳои кӯҳӣ ба тағйирёбии шароити метеорологии ҳудудҳои ҳамшафат.

6. Натиҷаҳои таҳқиқи пайомадҳои экологӣ географӣ ва ҳисороти иқтисодии ОТГ, ОХГ бо муқаррар намудани робитаи онҳо бо омилҳои шадиди гидрометеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия бо истифодаи усулҳо ва воситаҳои таҳқиқоти мавҷуда таъмин карда мешавад, ки бо натиҷаҳои ҷандинсолаи олимони ватанию хориҷӣ ба даст оварда шудаанд; истифодаи усулҳои оморию математикӣ, маълумотҳои шабакаҳои обу ҳавосанҷӣ ва дидбонгоҳҳои обченкунӣ, усулҳои анъанавӣ ва васеъ истифодашавандаи тафсири маълумоту вобастагиҳо; истифодаи усулҳои дифференциалӣ-интегралӣ тавсифоти иқлимӣ барои умумӣ кардан, қор карда баромадан ва муайян намудани динамикаи маълумотҳои гидрометеорологии ноҳияҳои кӯҳӣ ва доманакӯҳӣ; истифодаи усулҳои таҳлили оморӣ ва меъёрҳои арзёбии омории натиҷаҳо, ки бо тақрирпазирии зарурии натиҷаҳои бадастомада ва муқоиса

бо маълумоти муаллифони дигар тасдиқ шудаанд; дар рафти муҳокима, дар семинарҳои илмӣ ва конференсияҳои сатҳҳои мухталиф тасдиқ карда шудаанд.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ. Мувофиқи мақсад, вазифаҳо ва натиҷаҳои илмии бадастоварда диссертатсия ба нуктаҳои зерини соҳаи таҳқиқотӣ мувофиқат мекунад: 1) Асосҳои назариявӣ ва методологии гидрология, гидрография, маҷрои дарё, лимнология, равандҳои рӯдхонавӣ ва резишгоҳӣ, гидрохимия, гидроэкология; 8) Ҳолати гидрохимиявии объектҳои оби хушкӣ дар шароити гуногуни табиӣ, таъсири фаъолияти хоҷагидорӣ ба ифлосшавии химиявии дарёҳо, ҳавзаҳо, кӯлҳо ва обанборҳо, ташаккул ва тағйирёбии сифати об, қонуниятҳои равандҳои худтозакунии ва ифлосшавии дуҷумдараҷаи обҳои табиӣ, хусусиятҳои омезиши обҳои дарё ва баҳр; 10) Таҳияи асосҳои илмии таъмини бехатарии гидроэкологии объектҳои ҳудудӣ ва хоҷагидорӣ, истифода ва истеъмоли аз ҷиҳати иқтисодӣ самаранок ва аз ҷиҳати экологӣ бехатарии об, банақшагирии фаъолияти хоҷагидорӣ дар минтақаҳо, ки хавфи равандҳои хатарноки гидрологӣ зиёданд, ҳифзи объектҳои обӣ аз вайроншавӣ, ифлосшавӣ, деградатсия, шароити оптималии мавҷудияти экосистемаҳои обӣ ва хушкӣ.

Маҳзани иттилоотии диссертатсияро қорҳои илмӣ: китобҳо, мақолаҳои маҷаллаҳои илмии даврӣ, рисолаҳо ва монографияҳо, донишҳои дар рафти тренингу семинарҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ гирифташуда, ки ба таҳқиқи таъсири динамикаи шароитҳои гидрометеорологӣ ба ташаккули захираҳои об ва пайомадҳои харароти марбут ба онҳо дар соҳаҳои иқтисодӣ-иҷтимоӣ-экологии ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон бахшида шудаанд, инчунин маълумоти бойгонии Агентии обуҳавошиносии Ҷумҳурии Тоҷикистон, Кумитаи ҳолатҳои фавқулодда ва мудофияи граждани назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҳуҷҷатҳои асосии Агентии омор, ҳуҷҷатҳо ва ҳисоботҳои ташкилотҳои байналмилалӣ, аз ҷумла созишномаҳо оид ба коҳиш додани тағйирёбии иқлим (КҚСММТҒ, Протоколи Киото, Созишномаи иқлимии Париж ва ғайра), гузоришҳои арзёбии ГҚБТИ ва ахбороти миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба КҚСММТИ ва ҳоказо.

Саҳми шахсии довталаби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот. Диссертатсия натиҷаи таҳқиқоти муаллиф дар Институти масъалаҳои об, идрознергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон буда, аз интиҳоби вазифаҳои таҳқиқотӣ ва роҳҳои ҳалли онҳо, гузаронидани қорҳои саҳроӣ ва экспедитсионӣ, таҳлилу қорқарди натиҷаҳои бадастоварда ва таҳияи тавсияҳо барои ҳалли масъалаҳои гузошташуда, таъмини методии ҳалли вазифаҳои диссертатсия дар таҳияи равишҳои мушоҳидавӣ ва қорқарди маълумотҳои оморӣ ва инчунин, татбиқи онҳо дар қорҳои илмию таҳқиқотӣ ва назоратӣ иборат мебошад.

Муаллиф ба сифати аъзо дар Гурӯҳи қории техникӣ доир ба таъсиси Системаи минтақавии огоҳсозии пешакӣ ва табодули иттилоот оид ба таҳдид ва пайдоиши ҳолатҳои фавқулодда (Осиёи Марказӣ), Гурӯҳи қории минтақавӣ оид ба таҳияи Стратегияи минтақавии мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим дар Осиёи Марказӣ дар доираи ташаббуси «Осиёи Марказии сабз», Гурӯҳи қории байниидоравӣ оид ба таҳияи нақшаи татбиқи «Стратегияи миллии мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030», Гурӯҳи қории байниидоравӣ оид ба таҳияи нақшаи татбиқи «Страте-

гияи миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба паст кардани хавфи офатҳои табиӣ барои солҳои 2019-2030», дар раванди таҳия ва қабули қарорҳо, тавсияҳо дар соҳаи иқлим, захираҳои об, экология бевосита иштирок намуда, натиҷаҳои бадастомада асоси таҳқиқоти диссертатсияро ташкил медиҳанд.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Муқаррароти асосии диссертатсия дар Regional Workshop «Sustainable development of Asian countries, water resources and biodiversity under climate change» (19-23.08.2013, Barnaul, Russia); Международной конференций «Горные угрозы-2013: Природные катастрофы, изменение климата и вода в горных районах» (16-18.09.2013, Бишкек, Кыргызстан); VIII-я и XI-я Международная научная конференция молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность» (25-27.06.2014, 15.12.2017, Москва, Россия); V-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Инновации в сельском хозяйстве» (16-17.12.2014, Москва, Россия); International Applied Science Conference «Hydrometeorological and Environmental security of marine activity» (16-17.10.2015, Astrakhan, Russia); VIIIth and Xth International Siberian Early Career GeoScientists Conference (13-24.06.2016, 13-17.06.2022, Novosibirsk, Russia); Международная научно-практическая конференция «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование» (22-24.09.2016, Алматы, Казахстан); Всероссийская научная конференция «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития» (20-22.03.2017, Москва, Россия); International Conference «Risk Assessment and Risk Management of Water Resources in Transboundary Rivers Basins of the Central Asia» (26-27.09.2018, Dushanbe, Tajikistan); XXIX, XXXI и XXXII молодежная научная школы-конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии» (1-5.10.2018, 5-9.10.2020, 12-15.10.2021, Петрозаводск, Россия); VI Международная конференция «Глобальные энергетические и экономические тренды» (21.12.2018, Москва, Россия); Международная научно-практическая конференция «Комплексное использование водно-энергетических ресурсов Центральной Азии в условиях глобального изменения климата» (3-4.12.2020, Душанбе, Таджикистан); Международная конференция «Климатические риски и космическая погода» (14-17.06.2021, Иркутск, Россия); VIII международная научная конференция «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли» (14-17.09.2021, Красноярск, Россия); Международная научно-практическая конференция «Современное состояние ледников, оледенение и криосфера в процессе глобального потепления» (25-26.11.2021, Душанбе, Таджикистан); Международная научно-практическая конференция «Гидрометеорологические исследования в условиях изменения климата: актуальные проблемы и пути их решения» (3-4.06.2022, Ташкент, Узбекистан); Международная научно-практическая конференция «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек в связи с влиянием климата на ледники и гидротехнические ресурсы Центральной Азии» (27-28.05.2023, Душанбе, Таджикистан); Международная научно-практическая конференция «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения» (6-7.10.2023, Душанбе, Таджикистан); Международная конференция высокого уровня по сохранению ледников, параллельное мероприятие: «Ледники и наука» (29-31.05.2025, Душанбе, Таджи-

кистан); Конференсияҳои солонаи илмию амалӣ бахшида ба Рӯзи илм (солҳои 2014-2024) маъруза ва баррасӣ карда шудаанд.

Интишорот аз рӯи мавзӯи диссертатсия. Муқаррароти асосии кори диссертатсионӣ дар 70 нашрия, аз ҷумла 32 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон; 11 мақола дар маҷаллаҳои хориҷӣ, ки ба феҳристи КОА Федератсияи Россия дохил карда шудаанд; 1 мақола дар маҳзани маълумотҳои SCOPUS; 45 мавод дар нашрияҳои, ки дар системаи Шохиси иқтибосоварии илмии Россия мавҷуданд; беш аз 60 кор дар нашрияҳои ResearchGate, ORCID ва Google Scholar; 19 мақола дар конференсияҳои байналмилалӣ ҷумҳуриявӣ ва 4 монография ба таърифи расидаанд. 4 шаҳодатномаи ихтироот (патентҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон) ба даст оварда шудаанд.

Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия. Кори диссертатсионӣ дар 333 саҳифаи матни компютерӣ, аз ҷумла 281 саҳифаи матни асосӣ пешниҳод гардида, аз муқаддима, 5 боб, хулосаҳои асосӣ, тавсияҳо ва замимаҳо иборат мебошад. Рисола 97 тасвир ва 58 ҷадвалро дарбар мегирад. Феҳристи адабиёти истифодагардида 307 номгӯӣ, аз ҷумла 94 адад ба забони хориҷӣ мебошад.

Сипоснома. Муаллиф ба доктори илмҳои техникӣ, профессор Фазылов А.Р., номзоди илмҳои физикаю математика, дотсент Низомов З., номзоди илмҳои техникӣ, дотсент Давлатшоев С.Қ. ва номзоди илмҳои техникӣ, дотсент Мирзохонова С.О., ки дар таҳрир ва тақмили диссертатсияи мазкур муносибат намуданд, сидқан изҳори сипос менамояд.

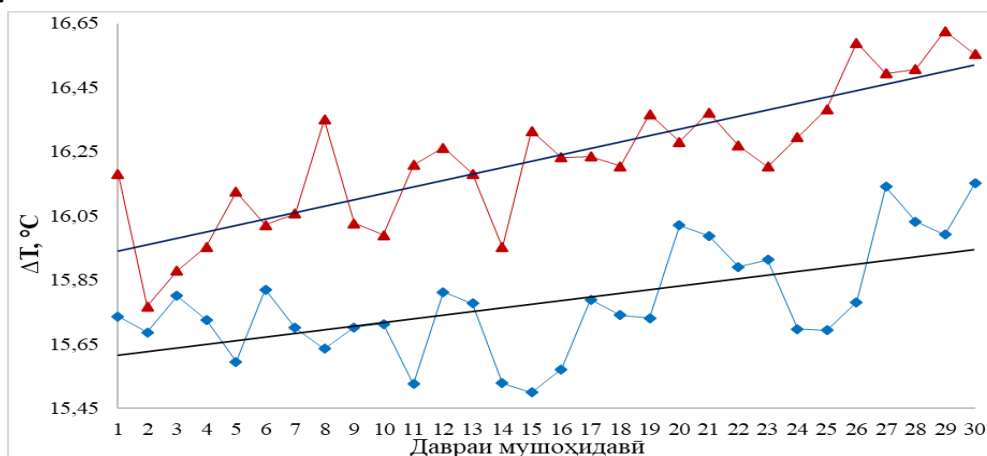
МАЗМУНИ АСОСИИ КОР

Дар муқаддима аҳамияти кор асоснок карда шуда, дараҷаи коркарди илмию масъалаи таҳқиқшаванда нишон дода шуда, ҳадафу вазифаҳои таҳқиқот муайян карда шуда, объекту мавзӯи таҳқиқот нишон дода шуда, нағзониҳои илмию ифода карда шуда, аҳамияти назариявӣ ва илмию амалӣ асоснок карда шуда, нуқтаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда муқаррар карда шуда, саҳми шахсии муаллиф нишон дода шудааст.

Дар боби якуми диссертатсия «**Хусусиятҳои шароитҳои табиӣю иқлимӣ минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳии Тоҷикистон**» натиҷаҳои таҳлили хусусиятҳои минтақавии тағйирёбии иқлим дар давраи гармшавии глобалӣ; динамикаи баландии тағйирёбии шароитҳои асосии иқлимӣ; хусусиятҳои фазоӣю мавсимӣ тағйирёбии иқлим дар давраи муосир; арзёбии ҳолат ва пешгӯии тағйирёбии иқлим бо истифода аз амсилаҳои мухталиф; ифлосшавии атмосфера ва тағйироти иқлимӣ: таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ; партовҳои газҳои гулхонаӣ ва тадбирҳои ҷиҳати коҳиш додани тағйирёбии иқлим; таҳқиқи тағйирёбии консентратсияи моддаҳои муаллақ дар атмосфера, дар минтақаҳои хушк ва баландкӯҳ пешниҳод гардидаанд.

Мувофиқи маълумоти метеорологӣ, ки муаллиф коркард кардааст, муайян карда шуд, ки қимати миёнаи бисёрсолаи ҳарорат (июли солҳои 1943-2023) 15,94°C-ро ташкил дода, пасттарин ҳарорат дар моҳи июли соли 1956 (15,45°C) ва баландтарини он дар моҳи июли соли 2023 (16,95°C) ба қайд гирифта шудааст. Маълумотҳои мушоҳидаҳои ҳарорат барои давраи 80-сола афзоиши ҳаттии амикро бо арзиши тамоюлии $R^2 = 0,804$ нишон медиҳад. Дар

айни замон, аз солҳои 1990-ум, ҳарорати миёнаи моҳона аз ҳарорати миёнаи бисёрсола пасттар мушоҳида нашудааст. Ҳисобҳои мувофиқ муайян карданд, ки қимати миёнаи моҳонаи ҳарорати ҳаво дар солҳои 1998 (16,35°C), 2016 (16,59°C), 2019 (16,63°C), 2022 (16,61°C) ва 2023 (16,95°C) буда, дар муқоиса бо арзиши миёнаи бисёрсола барои давраи солҳои 1943-2023 тамоюли якҷанд маротиба афзоиш дорад. Бо назардошти он, ки давраҳои гуногуни сисола ҳамчун меъёрҳои стандартӣ ҷиҳати арзёбии тағйирёбии иқлим истифода мешаванд, дар расми 1 тамоюлҳои ҳаттии тағйирёбии ҳарорати миёнаи моҳи июл барои ду давраи сисола – солҳои 1961-1990 ва 1991-2020 нишон дода шудааст.



Расми 1. Тамоюли ҳаттии афзоиши ҳарорат дар моҳҳои июли солҳои 1961-1990 (▲) ва 1991-2020 (◆)

Тамоюли ҳаттии афзоиши ҳарорат барои моҳҳои июли (солҳои 1961-1990 ва 1991-2020) (расми 1) барои давраи сисолаи дуҷум хос аст, дар ҳоле ки бузургии тамоюли афзоиши ҳарорати июл барои ҳарду давраи сисола мутаносибан $R^2 = 0,337$ ва $R^2 = 0,690$ мебошад.

Дар робита ба ин, азбаски афзоиши ҳарорат дар хушкӣ ва Нимкураи шимолӣ нисбат ба сатҳи баҳр ва Нимкураи ҷанубӣ каме баланд аст, шиддати тағйирёбии иқлим дар Осиёи Марказӣ аз суръати миёнаи мушоҳидашаванда дар миқёси ҷаҳонӣ ба таври назаррас зиёд мебошад. Тафовут дар бузургии тағйирёбии боришоти солона дар муқоиса бо маълумоти ҳарорат, ки дар саросари минтақа, аз ҷумла минтақаҳои кӯҳсори Осиёи Марказӣ, фарқ мекунад, назаррас аст (ҷадвали 1), ки инро тамоюлҳои ҳаттии ҳарорати миёнаи солона ва мавсимӣ барои солҳои 1976-2022 аз ҷониби Институти иқлим ва экологияи ҷаҳонии Росгидромет ва Маркази иқлимии СҶО барои Аврусиёи Шимолӣ тасдиқ менамояд.

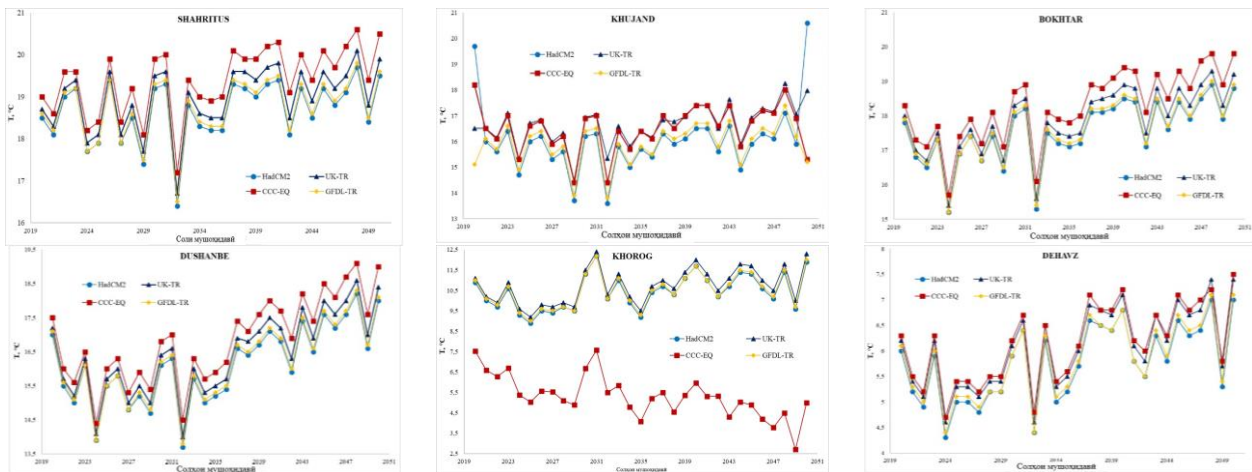
Ҷадвали 1. Суръати афзоиши (коэффисиенти тамоюли ҳатӣ, °C/10 сол) ҳарорати миёнаи мавсимӣ дар ҳудуди кишварҳои Осиёи Марказӣ дар давраи солҳои 1976-2022

Кишвар	Зимистон	Баҳор	Тобистон	Тирамоҳ	Сол
Қазоқистон	0,26	0,65	0,22	0,23	0,33
Қирғизистон	0,27	0,48	0,13	0,12	0,25
Тоҷикистон	0,19	0,35	0,07	0,09	0,20
Туркманистон	0,47	0,48	0,38	0,24	0,38
Узбекистон	0,39	0,58	0,31	0,15	0,34

Тибқи арзёбии ГКБТ, даҳсолаи охири асри XX, соли 1998, гармтарин давра дар таърихи ченкуниҳои метеорологӣ то аввали асри XXI будааст. Дар айни замон, мувофиқи Ахбори сеюми миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон, гармтарин даҳсола дар таърихи мушоҳидаҳои метеорологӣ дар кишвар солҳои 2001-2010 ба қайд гирифта шудааст. Таҳлили ҳисобҳо нишон медиҳад, ки тағйирёбии иқлими минтақавии ҶТ ба тағйирёбии глобалӣ монанд буда, вобаста ба шароити географию орографӣ ва тақсмоти минтақавию баландии он хеле тафовут дорад. Тибқи мушоҳидаҳои бисёрсола, қимати тамоюлии ҳарорати миёнаи солна барои ҳар даҳсолаи солҳои 1931-2020 барои водию ҳамвориҳо (то 1000 м) $0,19^{\circ}\text{C}$, барои минтақаҳои гузариш аз водӣ ба баландкӯҳ (то 2000 м) - $0,11^{\circ}\text{C}$, барои минтақаҳои кӯҳӣ (аз 2000 то 3000 м) - $0,11^{\circ}\text{C}$ ва барои минтақаҳои баландкӯҳ (болотар аз 3000 м) - $0,07^{\circ}\text{C}$ мебошад. Маврид ба зир каст, ки соли 2001 хеле гарм буда, бо афзоиши $1,0-1,6^{\circ}\text{C}$ ва солҳои 2004-2010 бо наздик шудани ин нишондиҳанда дар водихову минтақаҳои кӯҳӣ тавсиф мешаванд ва дар водихову ҳамворӣ миқдори рӯзҳо бо ҳарорати аз 40°C баланд шудааст. Тасдиқ карда шудааст, ки ҳарорат тамоюли афзоиш дошта, қимати баландшавии миёнаи солнаи он дар водихо $0,02^{\circ}\text{C}$ ва дар минтақаҳои болотар аз 1000 м $0,01^{\circ}\text{C}$ мебошад.

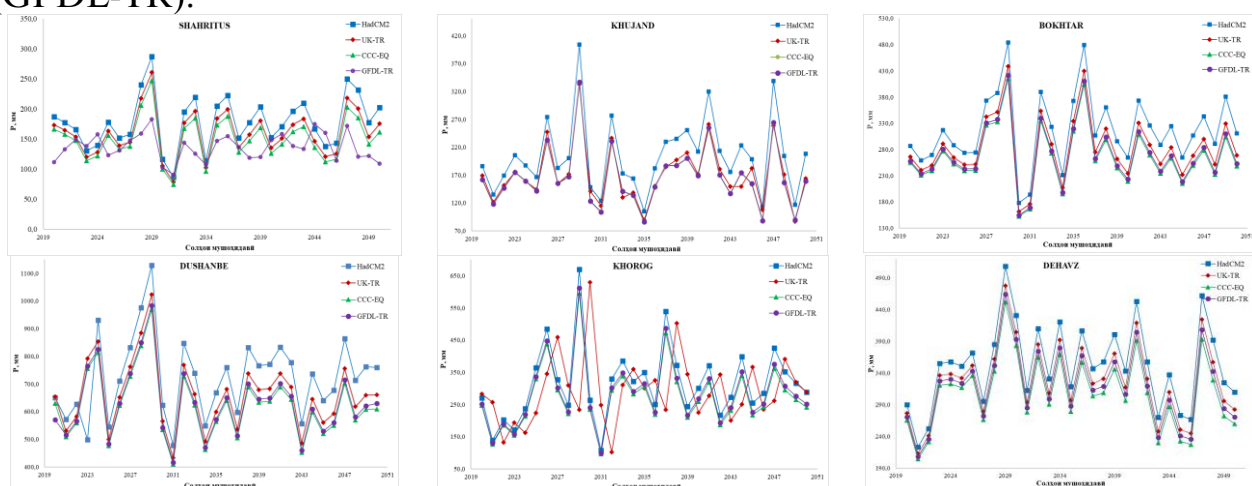
Бо фарқ аз ҳарорат, боришоти атмосферӣ, ки яке аз муҳимтарин бузургиҳои метеорологӣ мебошад, нишон медиҳад, ки дар давраи солҳои 1940-2020, дар миқёси ҶТ, миқдори солнаи боришот дар баландиҳои то 1000 м тамоюли коҳишро нишон дода, бузургии камшавии он ба $R^2 = 0,002$ баробар аст, дар баландиҳои аз 1000 то 2000 м, он афзоиш ёфта, бузургии зиёдшавиаш ба $R^2 = 0,031$ мерасад ва дар минтақаҳои баландкӯҳи болотар аз 2500 м, он бетағйир боқӣ монда, қимати эътимоднокии тақрибиаш ба $R^2 = 6\text{E}-06$ баробар мебошад, яъне миқдори боришот дар водихову доманакӯҳҳо $1-22\%$ ва дар баландкӯҳҳо $12-36\%$ коҳиш ёфтааст.

Тамоюли хаттии ҳарорати миёнаи солна дар солҳои 1975-2023 дар саросари ҷаҳон $+0,20^{\circ}\text{C}/10$ солро ташкил дод (Маркази иқлимии Шимолии Аврусиёи СҶО), ҳамзамон, мувофиқи ҳисобҳои маҷмӯи маълумотҳои HadCRUT5 (маҷмӯи маълумотҳои CRUTEM5), нишондиҳандаи мазкур барои Нимкураи шимолӣ ба $+0,37^{\circ}\text{C}/10$ сол мерасад. Муқаррар карда шудааст, ки тамоюли хаттии шабеҳи ҳарорат дар ҳудуди ИДМ $+0,48^{\circ}\text{C}/10$ сол буда, аз суръати афзоиши ҳарорати ҷаҳонӣ 2,4 маротиба ва аз суръати миёнаи афзоиши ҳарорати сатҳи хушкии Нимкураи шимолӣ 1,3 маротиба зиёдтар аст. Зимни амсиласозӣ ба маълумоти воқеии иқлимӣ барои солҳои 1961-1990 аз 10 пойгоҳи обухавосанҷӣ, ки минтақаҳои назоратиро дар бар мегиранд, асос ёфтааст. Таҳлил ва пешгӯии ҳолати пешбинишудаи иқлим барои таҳқиқоти диссертатсия 6 пойгоҳи обухавосанҷиро интихоб кард, ки дар баландиҳои гуногун ҷойгиранд:



Расми 2. Дурнамои тағйирёбии ҳарорати ҳаво аз рӯи амсилаҳои гуногун дар минтақаҳои мухталифи ҚТ вобаста ба баландии шабакаҳои обухавосанҷӣ барои солҳои 2020-2050

Мувофиқи ҳисобҳо (расми 2), ҳарорат дар Шахритус аз соли 2020 то 2050 тамоюли афзоиш дошта, қиматҳои ин зиёдшавӣ чунинанд: $R^2 = 0,131$ (HadCM2), $R^2 = 0,199$ (UK-TR), $R^2 = 0,298$ (CCC-EQ) ва $R^2 = 0,142$ (GFDL-TR). Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки арзишҳои тамоюли миёнаи солони ҳарорат барои давраи мушоҳидавӣ дар Хучанд мутаносибан $R^2 = 0,036$, $R^2 = 0,282$, $R^2 = 0,035$ ва $R^2 = 0,082$ мебошанд. Дар муқоиса бо пойгоҳҳои метеорологие, ки дар ҳамворию водиҳо воқеъ гардидаанд, ҳар чор амсилаи истифодашуда (HadCM2, UK-TR, CCC-EQ, GFDL-TR) тамоюли калонтарини афзоиши ҳароратро барои солҳои 2020-2050 дар Бохтар нишон медиҳанд. Махсусан, бояд таъкир дод, ки ҳарчанд амсилаи CCC-EQ қимати баландтарини тамоюли афзоиши ҳароратро барои ҳамаи пойгоҳҳои обухавосанҷии интихобшуда нишон медиҳад, баръакс, дар Хоруғ он тамоюли пастшавии ҳароратро муайян мекунад, ки қиматаш $R^2 = 0,452$ аст. Тибқи ҳисобҳои амсилавӣ, ҳарорат дар минтақаи асосии яхистони ХДЗ дар давраи солҳои 2020-2050 тамоюли афзоиш дорад ва қиматҳои тамоюли ҳисобшуда чунинанд: $R^2 = 0,367$ (HadCM2), $R^2 = 0,425$ (UK-TR), $R^2 = 0,431$ (CCC-EQ) и $R^2 = 0,368$ (GFDL-TR).

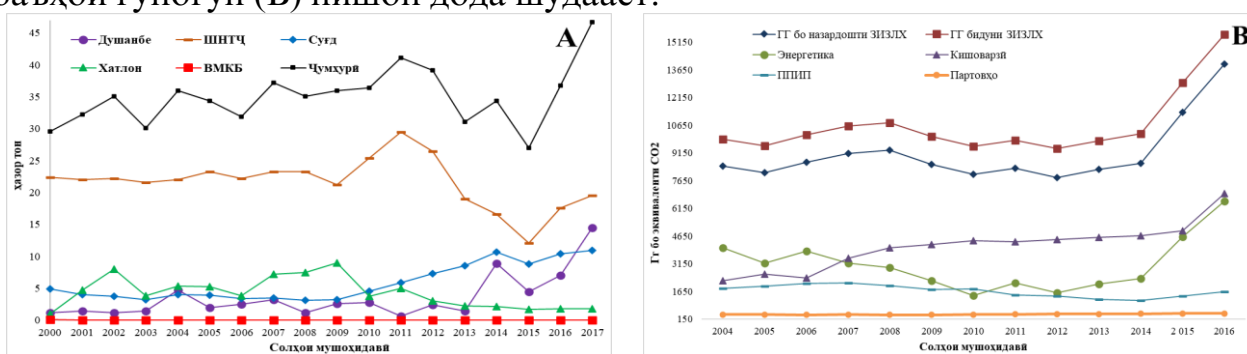


Расми 3. Дурнамои тағйирёбии ӯришоти атмосферӣ аз рӯи амсилаҳои гуногун дар минтақаҳои мухталифи ҚТ вобаста ба баландии шабакаҳои обухавосанҷӣ барои солҳои 2020-2050

Таҳлили натиҷаҳо (расми 2) нишон медиҳад, ки дар Шахритус ва Бохтар, мувофиқи моделҳои HadCM2, UK-TR ва CCC-EQ, боришоти солони давоми

солҳои 2020-2050 андаке афзоиш меёбад, дар ҳоле ки тибқи модели GFDL-TR он бетағйир боқӣ мемонад. Дар Душанбе ва Хучанд, баръакс, боришот дар давраи мушоҳидавӣ мувофиқи модели аввал (HadCM2) бетағйир боқӣ мемонад, дар ҳоле ки тибқи се модели дигар (UK-TR, CCC-EQ, GFDL-TR) он каме коҳиш меёбад. Мувофиқи ҳисобҳои маълумоти метеорологӣ барои Хоруғ, моделҳои HadCM2, UK-TR ва GFDL-TR нишон медиҳанд, ки аз соли 2020 то 2050 боришот афзоиш меёбад, дар ҳоле ки тибқи модели CCC-EQ он қариб бетағйир боқӣ мемонад. Дар ин давра, боришот дар минтақаи асосии яхбандии ҲДЗ мувофиқи моделҳои HadCM2 ($R^2 = 0,009$) ва UK-TR ($R^2 = 0,0009$) тақрибан бетағйир боқӣ мемонад, дар ҳоле ки мувофиқи моделҳои CCC-EQ ($R^2 = 0,0012$) ва GFDL-TR ($R^2 = 1E-06$) коҳиши ночиз мушоҳида мешавад.

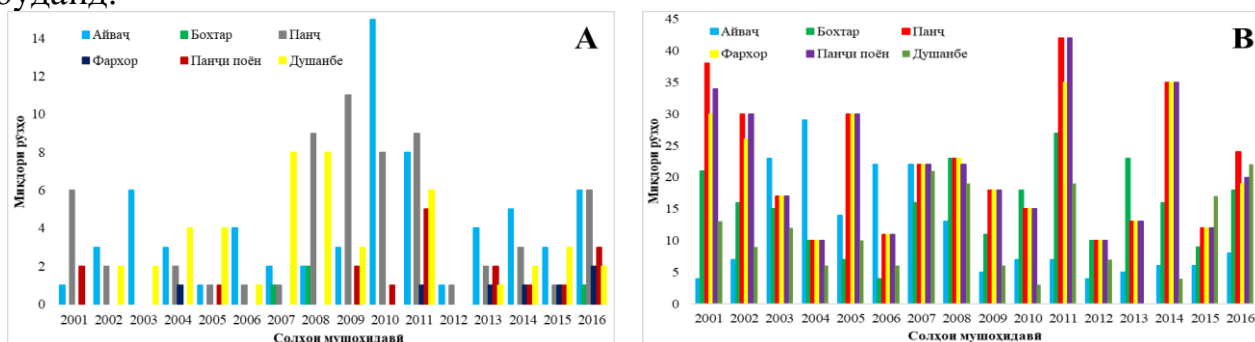
Солномаи оморӣ маълумоти ифлосшавии муҳити зистро, ки аз манбаъҳои доимӣ дар ҳаҷми умумӣ, аз рӯи ҷузъҳо, аз рӯи минтақаҳо ва аз рӯи миқдори моддаҳои зараровари партофташуда аз манбаъҳои доимии ифлосшавии ҳавои атмосфера ба даст оварда шудаанд, дар бар мегирад. Айни замон, илова бар нуқтаҳои мониторинги доимӣ, дар Ҷумҳурии Тоҷикистон озмоишгоҳҳои сайёри мониторинг низ истифода мешаванд, ки дар шаҳрҳои Душанбе (4), Ёвон (5), Турсунзода (5), Шаҳринав (1) ва Ҳисор (1) фаъолият мекунад. Дар расми 4 динамикаи партовҳои умумии ифлоскунандаҳо аз рӯи минтақаҳои ҷумҳурӣ (А) ва динамикаи партовҳои газҳои гулхонаӣ аз манбаъҳои гуногун (В) нишон дода шудааст.



Расми 4. Партови моддаҳои зарарнок ба атмосфера аз манбаъҳои доимӣ (А) ва динамикаи партови газҳои гулхонаӣ аз манбаъҳои мухталиф (В)

Таҳлил ва арзёбии маълумоти мушоҳидаҳои метеорологӣ дар солҳои охир афзоиши шумораи хушксолӣ ва рӯзҳо бо ҳарорати баландро тасдиқ мекунад, ки ба афзоиши тӯфонҳои чангу ғубор мусоидат мекунад, ки бо гармшавии глобалӣ алоқаманд аст. Муайян карда шуд, ки дар натиҷаи афзоиши миқдори хушксолӣ ва афзоиши якбораи миқдори рӯзҳо бо ҳарорати баландтарин дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳои 2001, 2008, 2009, 2010, 2011 ва 2016, дар минтақаҳои чанубу ғарбии ҷумҳурӣ тӯфонҳои шадиди чангу ғубор ба қайд гирифта шудаанд. Дар натиҷаи воридшавии чараёни ҳавои сард ба Тоҷикистон ва паҳншавӣ дар баландҳои 4000-5000 метр, тумани ғубор мушоҳида мешавад. Азбаски мавсими хушксолӣ (тобистон ва тирамоҳ) шароити мусоидро барои пайдоиши туманҳои чангу ғубор бо миқдори бартаридошта фароҳам меорад. Бояд тазакур дод, ки тибқи маълумоти Агентии обуҳавошиносии Ҷумҳурии Тоҷикистон, миқдори бештари рӯзҳо бо тумани чангу ғубор дар соли 1971 (Бохтар - 94 рӯз, Душанбе - 80 рӯз) мушоҳида шудааст. Туманҳои чангу ғубор, ки дар чануби ҷумҳурӣ даҳҳо рӯз дар як сол пайдо ме-

шаванд, як озмоишгоҳи беназири табириро барои омӯзиши таъсири аэрозолҳо ба иқлим ташкил медиҳанд. Ҳар як чунин воридшавӣ ба қаламрави ҷумҳурӣ гуногун аст. Таҳқиқоти ҷанбаҳои гуногуни хосиятҳои аэрозолҳои хушк ва таъсири ҷанги ҳаво ба иқлими минтақаи таҳқиқотӣ қаблан гузаронида шуда буданд.



Расми 5. Микдори рӯзҳои тӯфони ҷангу ғубор дар давраи солҳои 2001-2016 (А) ва шумораи рӯзҳои тумани ҷангу ғубор дар солҳои 2001-2016 (В)

Муайян карда шуд, ки «афзоиши ғафсии оптикӣ аэрозол дар моҳи август бо паҳншавии зуд-зуди тумани ҷангу ғубор дар Душанбе алоқаманд буда, дар моҳи сентябр тозашавии атмосфера аз ҷанг мушоҳида мешавад. Дар моҳи октябр каме ифлосшавӣ ба амал омада, баъдан то моҳи март камшавии устувори ғафсии оптикӣ ба амал меояд» [1]. Хамин тавр, маълумоти бадастомада ба мо имкон дод, ки афзоиши ғафсии оптикӣ аэрозолро дар мавсими гарм бо афзоиши тумани ҷангу ғубор ва коҳишро дар мавсими сармо бо афзоиши намӣ ва боришот алоқаманд намоем. Таҳқиқоти олимон (С.Ф. Абдуллоев ва дигарон) дар бораи тағйироти шабонарӯзии гази карбон атмосфера дар биёбон (Айваҷ), минтақаи нимхушк (Душанбе) ва минтақаи баландкӯҳ (Зиддӣ) нишон медиҳад, ки «барои минтақаи биёбон ва минтақаҳои миёнакӯҳ микдори миёнаи гази карбон дар як рӯз бо қимати миёнаи ҷаҳонӣ қобили муқоиса мешавад. Дар минтақаи кӯҳсор ин арзишҳо бо арзишҳои қаблазаноатӣ қобили муқоиса мебошанд» [1].

Боби дуюм «**Таъсири тағйирёбии иқлим ба рушди иҷтимоию иқтисодии минтақаҳои кӯҳӣ**» ба омӯзиш ва баррасии вазъи рушди иҷтимоию иқтисодӣ дар заминаи тағйирёбии иқлим; таҳлили қонунҳо, хуччатҳои меърию ҳуқуқии Тоҷикистон дар самти ҳифзи бахшҳои иҷтимоию иқтисодӣ аз таъсири тағйирёбии иқлим ва татбиқи созишномаҳои байнидавлатию санадҳои ҳуқуқии байналмилалӣ оид ба ҳифзи муҳити зист, ки аз ҷониби Тоҷикистон эътироф шудаанд, бахшида шудааст.

Равиши нави илмӣ – омӯзиши минтақаҳои кӯҳсор, бори аввал зимни баргузории Конфронси якуми СММ оид ба муҳити зист (Стокгоlm, 1972) оғоз ёфта, боиси татбиқи як қатор барномаҳо ва лоиҳаҳои бузурги байналмилалӣ, аз ҷумла Барномаи ЮНЕСКО «Инсон ва биосфера» гардид. Дар рафти Самити СММ оид ба муҳити зист ва рушд (Рио-де-Жанейро, 1992), минтақаҳои кӯҳӣ ва экосистемаҳои онҳо бори аввал ба феҳристи 40 мушкилоти ҷаҳонӣ, ки бо инсоният рӯбарӯ ҳастанд, дохил карда шуданд. Баъдан, омӯзиш ва пажӯҳи минтақаҳои кӯҳӣ дар саросари ҷаҳон густариш ёфт ва дар Шветсия, Швейтсария, Фаронса, Италия ва дигар ҷойҳо васеътар шуд. Дар баробари шаклҳои анъанавии ҳамкорӣ байналмилалӣ, намудҳои нави ҳамкорӣ тақвият ва инкишоф ёфтанд, ки инро таъсиси Форуми кӯҳӣ дар Лима (1995) исбот мекунад.

Баъдан, соли 2002 Соли байналмилалии кӯҳҳо эълон шуд ва дар ин замина, Қатъномаи СММ (A/RES/58/216) «Рушди устувор дар минтақаҳои кӯҳӣ» дар соли 2003 қабул карда шуд, ки ба ҳифзи экосистемаҳои кӯҳӣ ва рушди муттаҳидаи минтақаҳои кӯҳӣ бахшида шуда буд. Қатъномаи СММ (RES/77/172) аз соли 2022, солҳои 2023-2027-ро Нақшаи амали панҷсола барои минтақаҳои кӯҳӣ эълон кард.

Минтақаҳои доманакӯҳӣ, кӯҳӣ ва баландкӯҳии Тоҷикистон зери хатарҳои гуногуни гидрометеорологӣ ва обӣ (обҳезӣ, сел, ярч, хушксолӣ ва дигар падидаҳои хатарноки табиӣ) қарор доранд, ки ба бахшҳои гуногуни иқтисоди кишвар ва бехатарии аҳоли таъсири назаррас мерасонанд. Дар робита ба ин, Бонки ҷаҳонӣ дар баробари Ҷумҳурии Тоҷикистон Албания, Арманистон, Гурҷистон, Қирғизистон ва Ўзбекистонро дар қатори панҷ кишвари осебпазир ба тағйирёбии иқлим шомил кардааст. Муқоисаи шохиси осебпазирии тағйирёбии иқлим – ҳассосият ба тағйирёбии иқлим, шиддати таъсир ва қобилияти мутобиқшавӣ ва имконоти мутобиқшавӣ нишон медиҳанд, ки Тоҷикистон осебпазиртарин кишвар аст.

Мувофиқи маълумоти таҳқиқоти Институти муҳити зист ва амнияти инсонии СММ, ки таҳқиқоти солоноро дар бораи осебпазирии кишварҳо ба тағйирёбии иқлим анҷом медиҳад, Тоҷикистон дар соли 2014 дар байни 171 кишвар дар ҷои 70-ум ва дар соли 2016 дар ҷои 75-ум қарор гирифт. Тибқи гузоришҳои институти мазкур, сатҳи осебпазирӣ ба тағйирёбии иқлим дар Тоҷикистон аз 7,47% дар соли 2011 ва 7,17% дар соли 2014 то 6,72% дар соли 2016 коҳиш ёфтааст. Бо вуҷуди ин, коршиносони институт тахмин мезананд, ки миқдори ОХГ дар даҳсолаи охир дар саросари ҷаҳон афзоиш ёфтааст.

Барои мониторинги дастовардҳои ҳадафҳои Стратегияи минтақавӣ оид ба мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим дар Осиёи Марказӣ, арзёбии мустақилонаи мавқеи ҳар як кишвар дар рейтинги шохиси мутобиқшавии ND-GAIN истифода мешавад. Шохиси ND-GAIN аз арзёбии осебпазирӣ (об, кишоварзӣ, тандурустӣ, инфрасохтор, озуқаворӣ, экосистемаҳо), арзёбии ҷузъҳо (таъсир, ҳассосият, қобилияти мутобиқшавӣ) ва арзёбии омодагӣ (иқтисодӣ, идоракунӣ ва иҷтимоӣ) иборат аст. Зикр намудан ба маврид аст, ки Ташаббуси ҷаҳонии мутобиқшавӣ (ND-GAIN), ки шохиси мутобиқшавии тағйирёбии иқлимро барои зиёда аз 180 кишвари узви СММ муайян мекунад, то ним миллион нуктаи маълумотҳоро барои дохил кардани нишондиҳандаҳои ND-GAIN дар тӯли 20 сол истифода мебарад.

Ҷадвали 2. Мавқеи кишварҳои Осиёи Марказӣ дар шохиси мутобиқшавии ND-GAIN дар соли 2022

Кишвар	Мавқеъ ва қимати шохиси ND-GAIN		
	Устувори иқлимӣ	Осебпазирӣ	Омодагӣ
Қазоқистон	36 (59,8)	22 (0,322)	51 (0,518)
Қирғизистон	65 (53,3)	28 (0,331)	100 (0,396)
Тоҷикистон	98 (47,6)	55 (0,372)	140 (0,325)
Туркманистон	117 (44,2)	36 (0,349)	183 (0,234)
Ўзбекистон	72 (52,2)	43 (0,364)	97 (0,408)
Афғоанистон	179 (32,8)	174 (0,590)	180 (0,246)

Азбаски Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун кишвари кӯҳсор бо релефи мураккаб, ба пайомадҳои манфии тағйирёбии иқлим бештар осебпазир буда, ҳамасола ба хатари офатҳои табиӣ, ки ба иқтисодиёт ва инфрасохтори кишвар таъсир мерасонанд, дучор мешавад ва аз ин рӯ, барои муайян кардани осебпазирии Тоҷикистон ба ин раванд истифодаи тақсмоти маъмури, бархилофи тақсмоти ҳавзаи дарёҳо, хеле мувофиқ аст. Мусаллам аст, ки як ҳавзаи дарё ба қаламрави маъмурии якчанд шаҳру ноҳияҳо тааллуқ дорад ва географияи пайдоиш ва ташаккули ОТГ ва ОХГ на танҳо шаҳру ноҳияҳои алоҳида, балки кишварҳо ва минтақаҳо низ дар бар мегирад. Бо мақсади муайян намудани осебпазирии минтақаҳои табию географӣ, шаҳрҳо ва ноҳияҳо, таҳқиқоти муштараки байнидоравӣ барои арзёбии робитаи байни тағйирёбии иқлим, бехтарарӣ ва муайяннамоии нуқтаҳои заъф (осебпазир) дар саросари кишвар гузаронида шуда, таҳқиқоти мазкур дараҷаи осебпазирӣ ба ОТГ ва ОХГ ва инчунин, оқибатҳои онҳоро муайян кард, ки дар он аз ҳар вилоят панҷ шаҳру ноҳияи осебпазиртарини интихоб карда шуданд.

Муайян кардани осебпазирии шаҳрҳо ва ноҳияҳои гуногуни кишвар ба тағйирёбии иқлим (ҷадвали 3) бо назардошти омилҳои гуногун, бо арзёбӣ аз рӯи миқёси аз 1 то 5 анҷом дода шудааст. Муқаррар карда шуд, ки минтақаи осебпазиртарини кишвар дар сатҳи минтақавӣ ВМКБ (4,3 ҳол) буда, сипас вилояти Хатлон – 4, шаҳру ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ – 3,7 ва вилояти Суғд – 3,5 мебошанд. Мувофиқи миқёси қабулшудаи арзёбӣ, дар байни ҳамаи ОТГ ва ОХГ, ки дар минтақаҳои таҳқиқотии шаҳрҳои ноҳияҳои болозикр бештар ба ба қайд гирифта шудаанд, оқибатҳои манфии бештаре, ки боиси афзоиши равандҳои осебпазирӣ мегарданд, баландшавии ҳарорат (4,5), ярҷҳову сангрезиҳо (4,5), сел (4), коҳишёбии боришот (4), хушксолӣ (4), таназулҳои хок (4), тағйироти мавсимии боришот (4), камшавии обнокии дарёҳо (4), обшавии пиряхҳо (4), тағйирёбии мавсимҳои кишт (3,5) ва ғайра мебошанд.

Ҷадвали 3. Нуқтаҳои доғтарин (осебпазир) ба тағйирёбии иқлим дар ҶТ ва пайомадҳои онҳо

Пайомад	Афзоиши камбизоатӣ	Муҳоҷирати беруна	Муҳоҷирати дохилӣ	Бахсо оид ба истифодаи об	Афзоиши бе-мориҳо	Офатҳои табиӣ	Норасоии оби обёрӣ ва нӯшокӣ
Шаҳру ноҳия							
Вилояти мухтори Кӯхистони Бадахшон							
Роштқалъа	5	5	3	5	5	5	–
Ишқошим	5	5	4	5	5	5	–
Шуғнон	5	5	3	5	5	5	–
Дарвоз	5	5	4	5	5	5	–
Рӯшон	5	5	3	5	5	5	–
Вилояти Хатлон							
Кӯлоб	5	5	3	4	5	–	5
Ховалинг	5	5	3	3	4	–	2
Восеъ	5	5	3	4	5	–	3
Панҷ	5	5	3	4	5	–	3
Шаҳритус	5	4	5	4	5	–	5

Идомаи ҷадвали 3							
Вилояти Суғд							
Айнӣ	5	5	4	2	5	5	–
Панҷакент	5	5	4	4	5	4	–
Ашт	5	5	4	4	5	5	–
Кӯх. Масчоҳ	5	5	3	2	5	5	–
Исфара	5	5	4	5	5	4	–
Шаҳру навоҳии тобеи ҷумҳурӣ							
Лахш	5	5	2	3	5	5	–
Нуробод	5	5	2	3	5	5	–
Рашт	5	5	3	3	5	5	–
Роғун	5	5	4	2	5	5	–
Варзоб	5	5	4	5	5	5	–

Барои коҳиш додани пайомадҳои манфии тағйирёбии иқлим, дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, кишварҳои хориҷи дуру наздик як қатор санадҳои меъёрии ҳуқуқӣ, концепсияҳо ва барномаҳои дохилӣ ва байналмилалӣ қабул карда шудаанд: «Стратегияи рушди иқтисоди «сабз» дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2037» (2022); «Стратегияи миллии мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» (2019); «Стратегияи миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба коҳиши хатари офатҳои табиӣ барои солҳои 2019-2030» (2018); «Барномаи давлатии омӯзиш ва ҳифзи пирияхҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2010-2030» (2010); «Барномаи давлатии маҷмуии рушди тарбия ва маърифати экологии аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2021-2025» (2021) ва ғайра.

Аввалин қонун дар бораи ҳифзи муҳити зист дар Ҷумҳурии Тоҷикистон соли 1959 қабул шудааст. Дар солҳои истиқлоли Тоҷикистон, беш аз 25 қонуни соҳавӣ қабул шудаанд, ки аксари онҳо бо мурури замон барои инъикоси воқеиятҳои нав такмил дода шудаанд. Барои татбиқи ин қонунҳо, ҳукумат 27 санади меъёрии ҳуқуқӣ ва соҳавиро тасдиқ кардааст, ки имкон доданд, то аввалин қадамҳои мушаххас дар самти ҳалли масъалаҳои экологӣ дар минтақа ва ҷаҳонӣ гузошта шаванд ва инчунин, зиёда аз 60 қонун, концепсия, стратегия ва барномаҳои давлатӣ низ қабул шудаанд. Тоҷикистон ба санадҳои байналмилалӣ экологӣ ҳамроҳ шудааст.

Бо мақсади татбиқи муқаррароти ҳуҷҷатҳои болозикр, аз ҷумла Конвенсияи қолабии СММ оид ба тағйирёбии иқлим дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои иҷрои уҳдадорӣҳои худ ва ҳамоҳангсозии созишномаҳои байналмилалӣ «вобаста ба тағйирёбии иқлим, ҳифзи қабати озон ва дигар масъалаҳои экологӣ тадбирҳои мушаххас андешида шудааст, ки онҳо ҳамоҳангсозии таҳияи феҳристи миллии партовҳои CO₂, арзёбии осебпазирӣ ва мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим, ҳамоҳангсозии омӯзиш ва таҳияи нақшаҳои амал оид ба тағйирёбии иқлим ва таҳияву тасдиқи дигар санадҳои меъёрӣ ва ҳуҷҷатҳои ҳуқуқиро дар бар мегирад» [4]. Бо мақсади иҷрои уҳдадорӣҳои худ тибқи Конвенсияи қолабии СММ оид ба тағйирёбии иқлим Тоҷикистон ягона кишвари Осиёи Марказӣ аст, чор Аҳбори милли оид ба тағйирёбии иқлим: Якум (2002), Дуюм (2008), Сеюм (2014) ва Чорум (2022) омода намудааст.

Тоҷикистон ташаббусҳои ҷаҳониرو доир ба масъалаҳои обу иқлим Ҷаҳонро таълим мекунад ва ба ҷомеаи ҷаҳонӣ як қатор иқдомҳои пешниҳод кардааст, ки ба ҳалли мушкилоти мавҷуда, аз ҷумла ҳифзи муҳити зист, нигаронида шудаанд. Айни замон Ҷумҳурии Тоҷикистон Нақшаҳои миллии амалҳои худро таҳия ва пешниҳод карда, муқаррароти Протоколи Киото ва Созишномаи иқлими Парижро татбиқ менамояд ва якҷоя бо шарикони байналмилалӣ оид ба рушд як қатор лоиҳаҳо дар бораи устуворӣ ва мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим амалӣ мекунад. Тоҷикистон ба якҷоя созишномаҳои муҳимми байналмилалӣ экологӣ ҳамроҳ шуда, онҳоро тасдиқ кардааст.

Бояд таъкид кард, ки дар доираи Конвенсияи ҷаҳонии СММ оид ба тағйирёбии иқлим, ҳамаи кишварҳо бояд Феҳристи миллии партовҳои газҳои гулхонаиро таҳия кунанд ва тадбирҳои мушаххасро барои коҳиш додани партовҳои амалӣ намоянд.

Пас аз қабули Созишномаи иқлими Париж, ки ҳадафи асосии он амалӣ кардани тадбирҳои қатъӣ барои мубориза бо тағйирёбии иқлим мебошад, якҷоя кишварҳо, аз ҷумла Тоҷикистон, дар соли 2021 Саҳми дар сатҳи миллии муайяншударо пешниҳод карданд, ки дар он беш аз 200 иштирокчи, аз ҷумла зиёда аз 115 кишвари мутаракқӣ ва рӯ ба рушд ва зиёда аз 80 муассисаро муттаҳид мекунад.

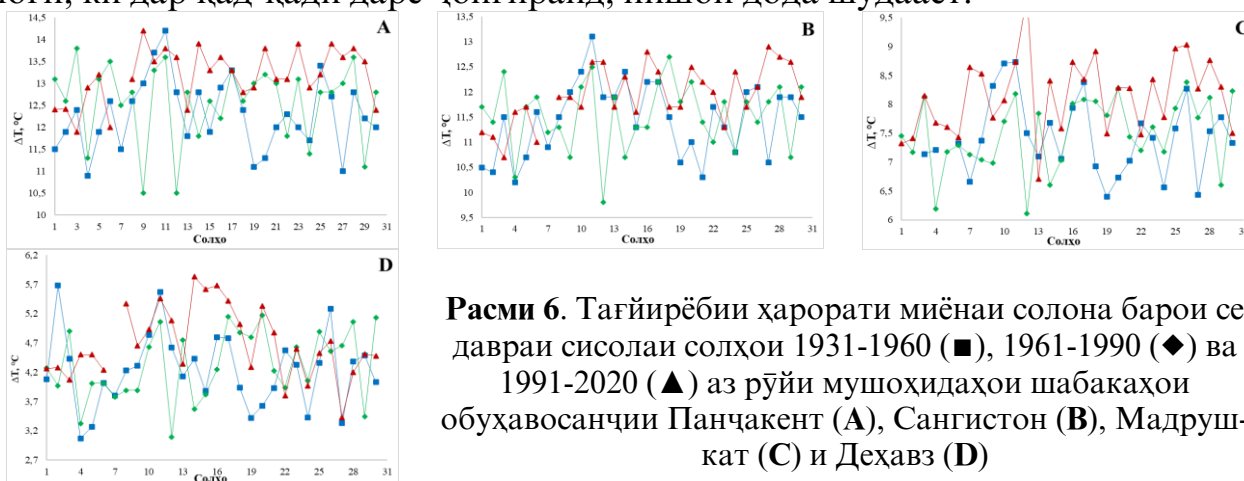
Маврид ба зир каст, ки аз давлатҳои узви ИДМ Тоҷикистон, Қирғизистон ва Арманистон ба ин шарикӣ ҳамроҳ шуданд ва Ҷумҳурии Тоҷикистон мавқеи миллии худро дар посух ба дархостҳои котиботи он ҳамчун як қисми татбиқи нақшаҳои стратегияҳо баён кард. Мувофиқи ин ҳуҷҷат, «Ҷумҳурии Тоҷикистон уҳдадор аст, ки ба уҳдадорҳои қатъӣ оид ба коҳиш додани партовҳои CO₂-ро риоя кунад ва партовҳо то соли 2030 набояд аз 60-70% партовҳои газҳои гулхонаии сатҳи соли 1990 зиёд бошанд» [39]. Саҳми шартӣ дар коҳиши партовҳои газҳои гулхонаӣ ва таъсир ба системаи иқлим то соли 2030, бо назардошти маблағгузори назарраси байналмилалӣ ва татбиқи технологияҳои муосир, набояд аз 50-60% партовҳои гази карбон дар соли 1990 зиёд бошад. Қабули чунин тадбирҳои мушаххас нишон медиҳад, ки осебпазирии кишвар дар муқоиса бо тағйирёбии иқлим дақиқ аст ва инчунин, 5 бахши муҳимми стратегӣ ва 27 самти мушаххаси ҷаҳониро дар бар мегирад.

Дар боби сеюм «**Таҳқиқи таъсири тағйирёбии иқлим ба захираҳои об дар Тоҷикистон**», натиҷаҳои таҳқиқот ва таҳлили омӯзишу пажӯҳиши фарқияти стандартии тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ доминакӯҳӣ; таъсири тағйирёбии иқлим ба хусусиятҳои гидрологии ҳавзаи дарёҳои кӯҳсор; таҳқиқи алоқамандии коррелясионии тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ ва динамикаи захираҳои гидрологӣ; хусусиятҳои таъсири обанборҳои минтақаҳои кӯҳӣ доминакӯҳӣ ба тағйирёбии иқлим ва муҳити атроф; таҳлилу арзёбии ҳолати муосири геоэкологии объектҳои оби минтақаҳои кӯҳӣ доминакӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим ва таъсири антропогенӣ иншооти саноатӣ ба дараҷаи ифлосшавии об нишон дода шудааст.

Таърифи маълум аст, тағйирёбии иқлим бо давраҳои 12-15-сола, 30-сола, 70-сола, яқасра ва бисёрасра алоқаманд аст ва инчунин, тағйирёбии пирияхҳо, майдонҳои яхистон ва давраҳои гидрологӣ ба ин қонуниятҳо вобастаанд. Аз ин рӯ, мо ин стандартро барои арзёбии тағйирёбии шароити метеорологӣ дар мисол ХДЗ истифода менамоем. Зикр намудан ба маврид аст, ки Конфронси

Варшава (1935) ба сифати давраи миёнагирии стандартии 30-сола солҳои 1901-1930 тавсия кард. Сипас, Конфронси Вашингтони СҶО (1957) ва Конфронси якуми ҷаҳонӣ оид ба иқлим дар Женева (1979) ба сифати давраи 30-солаи миёнагирии стандартӣ солҳои 1931-1960-ро тавсия доданд. Бо назардошти масъалаҳо, зимни Конгресси XVII ҷаҳонии метеорологӣ (2015) дар қоидаҳои техникӣ, ки ба таърифҳои марбут ба меъёрҳои иқлимӣ инъикос ёфтаанд, як қатор тағйирот ворид карда шуд. Аз ин тағйирот муҳимтарин тағйирот дар таърифи меъёрҳои стандартии иқлимӣ буд ва «онҳо ҳоло ба давраи охири 30-сола, ки бо соли бо 0 ба охир мерасад (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 ва 1991-2020) татбиқ карда мешаванд. Вале, давраи солҳои 1961-1990 ҳамчун давраи стандартии меъёрӣ барои арзёбии тағйирёбии бисёрсолаи иқлим нигоҳ дошта шуд» [49]. Ҳамзамон, дар ҷаласаи XVI-уми Комиссия оид ба иқлимшиносӣ (2014) қатори нави 30-солаи «муқаррарӣ» қабул карда шуд, яъне нишондиҳандаҳои 30-солаи иқлимӣ барои давраи солҳои 1981-2010. То интиҳои соли 2020, давраи стандартии меъёрӣ, ки мувофиқтарин ва васеъ истифодашаванда барои ҳисоби меъёрҳои иқлимӣ буд, давраи 30-солаи 1981-2010 буд. Бинобар тағйирёбии давомноки иқлим, СҶО қоидаҳои нави техникиро барои навсозии меъёрҳои иқлим қабул кард, ки меъёри амалиётро барои солҳои 1991-2020 тавсия доданд.

Бо назардошти суҳанони болозикр, тағйирёбии речаи ҳарорати ҳаво ва миқдори солонаи боришотро дар ХДЗ дар асоси маълумоти бисёрсолаи пойгоҳҳои метеорологӣ барои се давраи стандартии сисола (1931-1960, 1961-1990 ва 1991-2020) таҳлил кардем. Дар расми 6 тағйирёбии миёнаи солонаи ҳарорат барои ин давраҳо дар асоси мушоҳидаҳои бисёрсолаи пойгоҳҳои метеорологӣ, ки дар қад-қади дарё ҷойгиранд, нишон дода шудааст.



Расми 6. Тағйирёбии ҳарорати миёнаи солона барои се давраи сисолаи солҳои 1931-1960 (■), 1961-1990 (◆) ва 1991-2020 (▲) аз рӯи мушоҳидаҳои шабакаҳои обҳавосанҷии Панҷакент (А), Сангистон (В), Мадрушкат (С) и Деҳавз (D)

Таҳлили маълумоти бадастомада (расми 6) нишон медиҳад, ки динамикаи ҳарорати миёнаи солонаи ҳаво вобаста ба ҷойгиршавии пойгоҳҳои метеорологӣ дар водии Зарафшон фарқ мекунад. Дар асоси маълумоти бадастомада, муайян карда шуд, ки дар се пойгоҳи метеорологӣ, ба истиснои пойгоҳи метеорологии Деҳавз, тамоюли болоравии ҳарорати ҳаво дар давраи сеюми сисола (солҳои 1991-2020) дар муқоиса бо ду давраи сисолаи қаблӣ (солҳои 1931-1960 ва солҳои 1961-1990) хеле назаррас мебошад.

Мувофиқи маълумоти пойгоҳи обҳавосанҷии Панҷакент (расми 6, А), ҳарорат давоми солҳои 1931-1960 бетағйир боқӣ монда, қимати тамоюли $R^2 = 6E-06$ мебошад. Дар давраи дуюми сисола он каме боло рафта, бузургии тамоюли $R^2 = 0,001$ аст. Вале, аз соли 1991 то 2020 ҳарорат бо қимати тамоюли

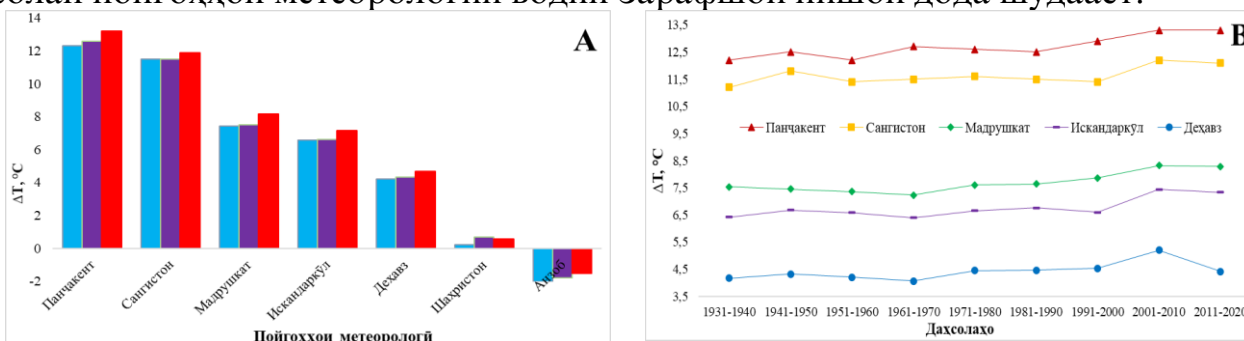
$R^2 = 0,145$ боло рафтааст. Дар қисмати марказии ХДЗ (расми 6, В), ҳарорат дар давраҳои якум ва дуҷуми сисола тамоюли каме болоравӣ дошта, дар давраи сеҷуми сисола афзоиши назаррасро нишон дод, ки қимати он ба $R^2 = 0,330$ баробар мебошад.

Маълумоти пойгоҳи метеорологии Мадрушкат (расми 6, С) имкон медиҳанд, то муайян намоем, ки ҳарорат дар давраи солҳои 1931-1960 тамоюли пастшавӣ бо арзиши тамоюли $R^2 = 0,013$ дорад. Муайян карда шудааст, ки дар ду давраи сисола (солҳои 1961-1990 ва солҳои 1991-2020), тамоюли афзоиши ҳарорат тақрибан якхела буда, бузургии афзоиши онҳо мутаносибан ба $R^2 = 0,119$ ва $R^2 = 0,070$ баробар аст. Баръакси маълумотҳое, ки дар пойгоҳҳои метеорологии поёноб ба даст оварда шудаанд, дар болооби ХДЗ (пойгоҳҳои обухавосанҷии Деҳавз) дар давраи сисолаи солҳои 1961-1990 тамоюли афзоиши ҳарорат ($R^2 = 0,118$) мушоҳида гардида, барои солҳои 1931-1960 ва 1990-2020 ҳарорат тамоюли пастшавӣ дорад ва арзишҳои тамоюли пастшавӣ мутаносибан ба $R^2 = 0,002$ ва $R^2 = 0,011$ мебошанд.

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки ҳарорат дар минтақаҳои баландкӯҳи ХДЗ давоми солҳои 1931-1990 тамоюли болоравӣ дорад, вале пас аз солҳои 90-уми асри гузашта ва дар чоряки асри чорӣ тамоюли пастравии он мушоҳида мешавад. Ҳамзамон бо ин, ҳарорати миёнаи бисёрсола дар ҳамаи пойгоҳҳои обухавосанҷии ХДЗ (ба истиснои пойгоҳи метеорологии Шаҳристон) дар тӯли давраҳои сисолаи таҳқиқшуда гармшавии назарраси иқлимро нишон медиҳад.

Далели суҳанони болозикр ин аст, ки тибқи маълумоти пойгоҳи обухавосанҷии (Панҷакент), ҳарорати миёнаи бисёрсола дар давраи солҳои 1931-1960 $12,3^\circ\text{C}$ буда, пас ин нишондиҳанда барои солҳои 1961-1990 то $12,6^\circ\text{C}$, афзоиш ёфтааст ва дар давраи солҳои 1991-2020 қимати он ба $\sim 13,2^\circ\text{C}$ мерасад. Дар мавриди дигар минтақаҳо, бояд зикр намуд, ки дар ҳамаи давраи мушоҳидавӣ, дар дараи Фон-Яғноб (пойгоҳи обухавосанҷии Искандаркул) ин бузургиҳо мутаносибан $6,6^\circ\text{C}$; $6,6^\circ\text{C}$ ва $7,1^\circ\text{C}$ буда, инчунин, тибқи маълумоти пойгоҳи обухавосанҷии баландтарини баландкӯҳи ҳавзаи таҳқиқшуда (Анзоб), онҳо мутаносибан $-2,0^\circ\text{C}$, $-1,8^\circ\text{C}$ ва $-1,6^\circ\text{C}$ мебошанд.

Натиҷаҳои таҳқиқот дар расми 7 (А) оварда шудаанд – коҳишбӣи қимати миёнаи ҳарорати бисёрсола барои се давраи сисола: солҳои 1931-1960 (*кабуд*), солҳои 1961-1990 (*бунафш*) ва солҳои 1991-2020 (*сурх*). Барои муайян намудани раванди афзоиши ҳарорати ҳаво, дар расми 7 (В) қимати миёна барои ҳар як даҳсолаи давраи солҳои 1931-2020 дар асоси мушоҳидаҳои бисёрсолаи пойгоҳҳои метеорологии водии Зарафшон нишон дода шудааст.

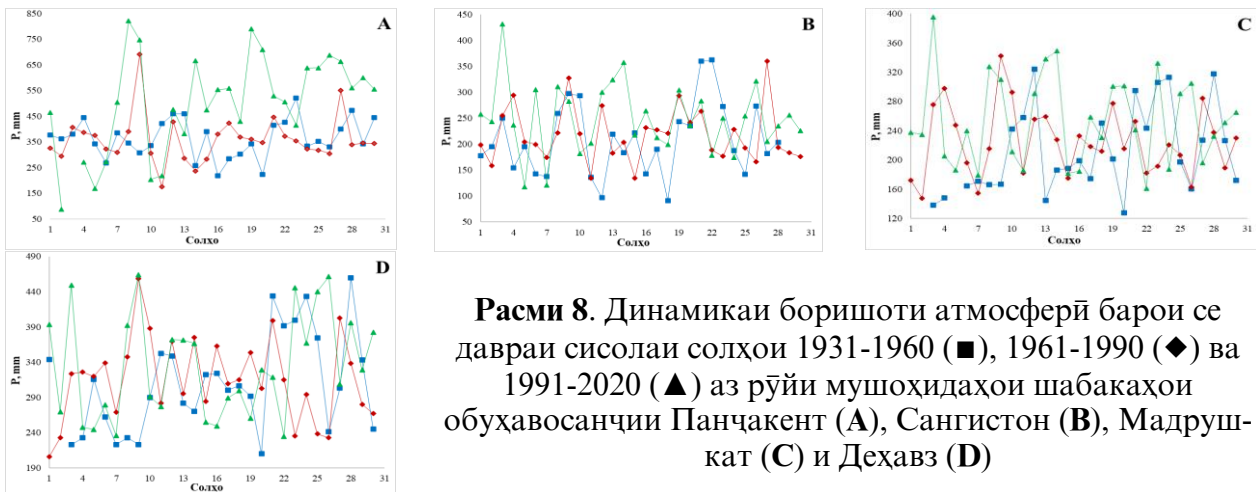


Расми 7. Вобастагии қимати ҳарорати миёнаи бисёрсола аз баландии мавқеи географии шабакаҳои обухавосанҷӣ (А) ва қимати ҳарорати миёна барои ҳар даҳсола (В)

Ҳарорати ҳаво бо баландшавии мавқеи ҷойгиршавии пойгоҳи обуҳавосанҷӣ паст мешавад ва дар ҳар як давраи сисола баъдӣ қимати ҳарорат нисбат ба давраи қаблӣ баландтар аст, ки инро раванди афзоиши ҳарорати ҳаво дар тамоми ҳудуди ХДЗ тасдиқ мекунад. Муайян карда шуд, ки ҳарорати миёнаи бисёрсолаи ҳаво барои солҳои 1931-2017 дар пойгоҳҳои обуҳавосанҷӣ: Панҷакент – 12,7°C, Сангистон – 11,6°C, Мадрушкат – 7,7°C, Искандаркӯл – 6,7°C, Деҳавз – 4,4°C, Шаҳристон – 0,5°C, Анзоб – 1,8°C мебошад. Ғайр аз ин, фарқияти ҳарорат байни пойгоҳҳои метеорологие, ки қад-қади дарёи Зарафшон ҷойгир шудаанд, 7,6°C-ро ташкил медиҳад, дар ҳоле ки ин нишондиҳанда байни пойгоҳҳои обуҳавосанҷии баландкӯҳи ҳавза ба 2,3°C мерасад. Дар асоси таҳлили натиҷаҳои бадастомада (расми 7, В), маълум карда шуд, ки ҳарорат дар водии Зарафшон умуман, бахусус аз даҳаи 6-уми асри гузашта (расми 7, даҳаи чорум) дар ҳама зерминтақаҳои водӣ афзудааст. Аз ҷумла, даҳаи 8-ум (2001-2010) гармтарин давраҳои даҳсола мебошанд, ки маълумоти 80-солаи Агентии обуҳавошиносии Ҷумҳурии Тоҷикистонро, хусусан, солҳои 2000-2001 дар кишвар давраи хушксолӣ (НАСА – барои солҳои 1950-2013) тасдиқ мекунанд.

Осиёи Марказӣ яке аз гармтарин ва хушктарин минтақаҳои ҷаҳон ба ҳисоб меравад ва мувофиқи Аҳбори сеюми миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон, давраи 2001-2010 гармтарин даҳсола дар таърихи мушоҳидаҳои метеорологии кишвар мебошад. Ҳамин тавр, «дар асоси мушоҳидаҳои ҳарорати ҳаво, ки дар ХДЗ ба даст оварда шудаанд, метавон хулоса кард, ки дар давраи солҳои 1931-2020 афзоиши ҳарорат 0,11°C/10 солро ташкил медиҳад ва то соли 2050 афзоиши ҳарорат дар ҳавзаи таҳқиқшаванда 3,1-3,4°C дар назар аст» [13].

Дар баробари шароити гармӣ, боришоти атмосферӣ муҳимтарин шароити метеорологӣ мебошад, ки ҳолати барфию пиряхӣ ва мачрои дарёҳоро дар ҳавза муайян мекунад. Мувофиқи маълумотҳо, «иклими ХДЗ субтропикӣ, дохиликонтинентӣ буда, тобистони гарм ва зимистони муътадилу сард дорад. Қисми зиёди боришот дар фаслҳои баҳору тирамоҳ меборад» [13]. Хусусияти фарқкунандаи водӣ мавҷудияти шамолҳои ғарбӣ ва ҷанубу ғарбӣ аз ҳудуди Афғонистону Эрон аст, ки боришотро аз Атлантика ба ХДЗ меоранд. Бо бархӯрдан бо монеаи табиӣ – қаторкӯҳи Ҳисор, ҷараёнҳои ҳавоӣ дар ХДЗ заиф шуда, дар роҳ – дар Ҳисор, дар водихоии дарёҳои Қашқадарё, Сурхондарё ва Кофирниҳон қисми назарраси намиро (то 2000 мм/сол) аз даст медиҳанд. Суханони болозикр зарурати арзёбии тағйироти боришотро дар ин ҳавза муайян менамоянд. Дар расми 8 графикаи динамикаи боришоти атмосферӣ барои се давраи стандартии сисола, ки ба мушоҳидаҳои бисёрсолаи пойгоҳҳои метеорологии қад-қади дарёи Зарафшон воқеъгардида асос ёфтааст, нишон дода шудааст.



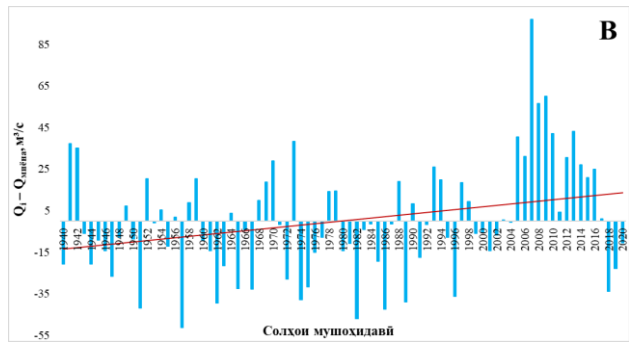
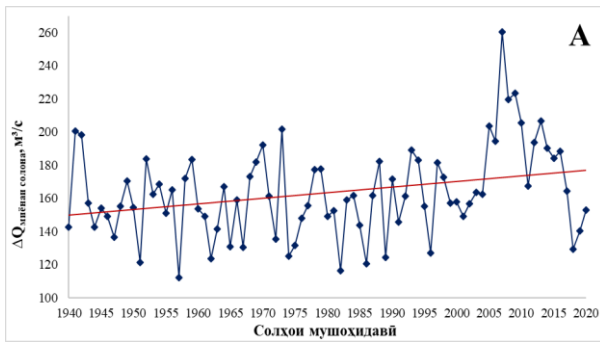
Расми 8. Динамикаи боришоти атмосферӣ барои се давраи сисолаи солҳои 1931-1960 (■), 1961-1990 (◆) ва 1991-2020 (▲) аз рӯи мушоҳидаҳои шабакаҳои обухавосанҷии Панҷакент (А), Сангистон (В), Мадрушкат (С) и Деҳавз (D)

Дар асоси маълумотҳои метеорологии Панҷакент муайян карда шуд, ки миқдори боришоти атмосферӣ дар давраи солҳои 1931-1960 каме афзоиш ёфтааст ($R^2 = 0,015$) ва аз соли 1961 то 1990 қариб бетағйир мондааст ($R^2 = 0,001$), аммо дар давраи солҳои 1991-2020 афзоиш бо тамоюли назаррас ($R^2 = 0,269$) муайян карда шудааст. Таҳқиқи маълумотҳои мушоҳидаҳои бисёрсолаи пойгоҳи метеорологии Сангистон имдон дод, то муайян карда шавад, ки миқдори солони боришот дар ин минтақа дар давраи сисолаи аввали афзоиш ёфта, қимати он $R^2 = 0,0399$ -ро ташкил медиҳад. Вале, дар ду давраи сисолаи баъдӣ он тамоюли коҳишбӣ дорад ва бузургиҳои камшавии боришоти солони мутаносибан $R^2 = 0,0005$ ва $R^2 = 0,012$ -ро ташкил медиҳад. Аз рӯи маълумотҳои бисёрсолаи пойгоҳи обухавосанҷии Мадрушкат, муайян карда шуд, ки миқдори боришот дар давраи солҳои 1931-1960 афзоиш ($R^2 = 0,151$) ёфта, аз соли 1961 то 1990 андаке кам ($R^2 = 0,004$) шудааст ва ҳамзамон дар солҳои 1991-2020 он амалан бетағйир ($R^2 = 0,0005$) мондааст. Дар минтақаи пойгоҳи метеорологии Деҳавз, динамикаи боришот қариб ба ҳолати пойгоҳи Мадрушкат монанд буда, дар он миқдори боришот дар давраи солҳои 1931-1960 афзоиш ёфта, дар солҳои 1961-1990 кам шудааст ва аз соли 1991 то 2020 боз афзоиш кардааст, ки бузургии тамоюли он мутаносибан $R^2 = 0,188$, $R^2 = 0,002$ ва $R^2 = 0,049$ мебошад.

Бо мақсади арзёбии таъсири тағйирёбии иқлим ба речаи гидрологии шохобҳои ҳавзаҳои дарёҳои минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳ, таҳлили тағйирёбии шароити метеорологӣ ва динамикаи гидрологии дарёи Зарафшон ($39^{\circ}22'56''N$ $68^{\circ}32'59''E$) ва алоқамандии байни онҳо барои давраи солҳои 1940-2020 анҷом дода шуд. Натиҷаҳои бадастомада асос медиҳанд, то изҳор намоем, ки ҳарчанд дар тӯли 80 сол (1940-2020) маҷрои дарёи Зарафшон тағйироти назаррасро аз сар нагузаронидааст, вале дар айни замон майли намоёни афзоиш бо тамоюли зиёдшавии $R^2 = 0,087$ чой дорад. Барои арзёбии таъсири тағйирёбии иқлим ба обнокии дарё (расми 9, А), графикаи тағйирёбии маҷрои солони дарё дар дидбонгоҳи гидрографии Дупули барои солҳои 1940-2020 дар шакли вобастагии фарқияти ҳаҷми солони маҷрои об аз қимати миёнаи солони нишон дода шудааст:

$$\Delta Q = Q_i - Q_{\text{миёна}}, \quad (1)$$

дар ин ҷо Q_i – ҳаҷми умумии маҷро дар соли i -ум, $Q_{\text{миёна}}$ – маҷрои миёнаи бисёрсолаи барои давраи солҳои 1940-2020.



Расми 9. Обнокии воқеии дарёи Зарафшон барои солҳои 1940-2020 (А) и фарқияти қимати миёнаи солона аз қимати миёнаи бисёрсолаи маҷрои дарёи Зарафшон (В)

Аз рӯйи маълумотҳои бисёрсолаи дидбонгоҳи гидрологии Дупулӣ, қимати миёнаи бисёрсолаи маҷрои дарёи Зарафшон дар давраи солҳои 1940-2020, ки ба 163,2 м³/с баробар буда, барои давраҳои сармо (XI-III) ва гармои сол (IV-X) мутаносибан 51,3 м³/с ва 243,1 м³/с мебошад. Дар расми 9В фарқияти қимати миёнаи солона аз бузургии миёнаи бисёрсолаи маҷрои дарёи Зарафшон нишон дода шудааст. Дар асоси формулаи 1, хати тамоюли обнокии воқеии дарё бо муодилаи зерин тавсиф дода мешавад:

$$\Delta Q = 0,3399 \cdot Q_i - 13,914 \quad (2)$$

ва коэффитсиенти детерминатсияи он $R^2 = 0,087$ мебошад.

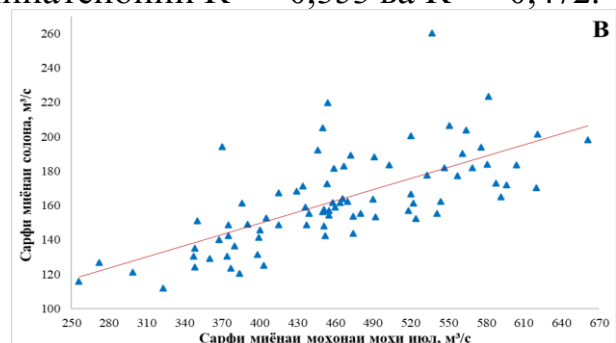
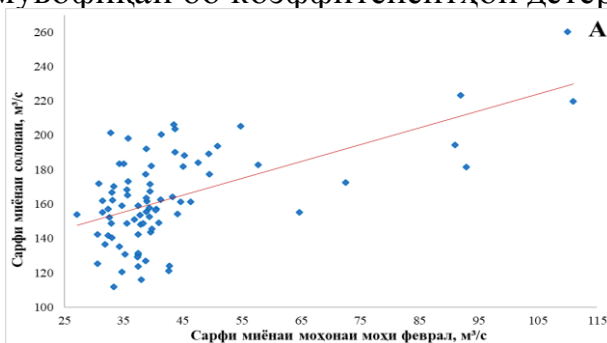
Азбаски речаи гидрологии дарёҳо бо тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ алоқамандии зич дорад, барои арзёбии таъсири тағйирёбии иқлим ба обнокии дарёи Зарафшон, дар расми 10 графикҳо дар шакли вобастагии фарқияти ҳаҷми маҷрои солона аз қиматҳои миёнаи маҷрои солонаи он барои ду моҳ – камобӣ (феврал) ва серобӣ (июл) барои солҳои 1940-2020 нишон дода шудааст. Дар ин ҷо зикр намудан ба маврид аст, ки қимати миёнаи моҳонаи маҷрои бисёрсолаи (солҳои 1940-2020) дарёи Зарафшон дар моҳи феврал 43,0 м³/с буда, дар моҳи июл ин нишондиҳанда ба 462,4 м³/с мерасад. Вобастагии сарфи миёнаи солона аз сарфи миёнаи моҳонаи маҷро дар моҳҳои феврал ва июл бо муодилаҳои зерин ифода карда мешавад:

$$Q_{\text{миёнаи сол.}} = 0,9801 \cdot Q_{\text{миёнаи моҳ.фев.}} + 121,05 \quad (3)$$

ва

$$Q_{\text{миёнаи сол.}} = 0,2164 \cdot Q_{\text{миёнаи моҳ.июл}} + 63,132 \quad (4)$$

мувофиқан бо коэффитсиентҳои детерминатсионии $R^2 = 0,353$ ва $R^2 = 0,472$.



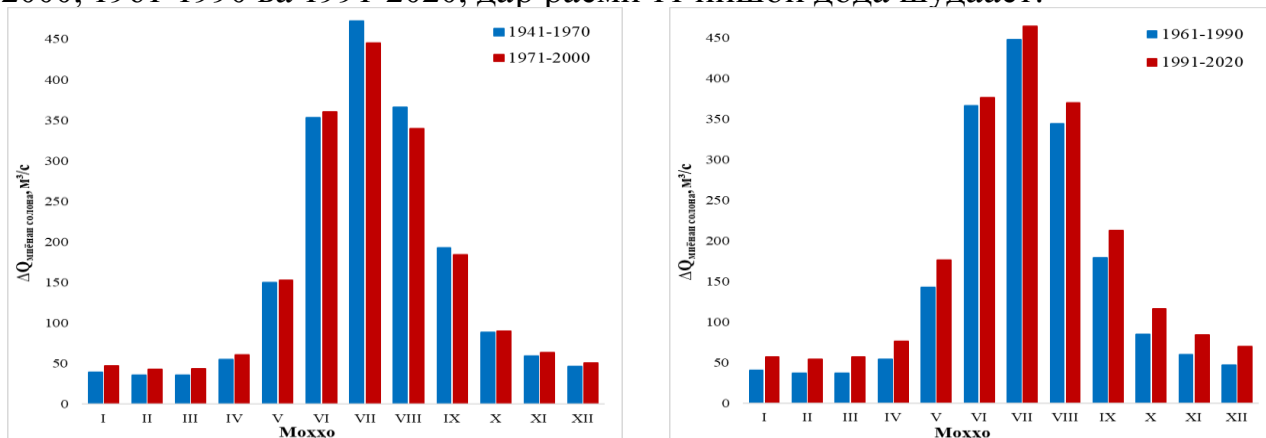
Расми 10. Вобастагии сарфи миёнаи моҳонаи об дар моҳҳои феврал (А) ва июл (В) аз ҳарчи миёнаи солонаи об барои солҳои 1940-2020

Нуктаҳои, ки вобастагии сарфи миёнаи моҳонаи обро аз сарфи миёнаи солонаи он (расми 10) дар моҳи феврал нишон медиҳанд, бештар дар тарафи чапи расм (расми 10, А) мутамарказ шудаанд, барои моҳи июл бошад, ин нуктаҳои пароканда хоси қисми марказии расманд (расми 10, В) ва нишон

медиханд, ки дар моҳи феврал дарё асосан аз обҳои зерзаминӣ ва дар моҳи июл аз обшавии пирияхову барфҳои обшуда ғизо мегирад.

Бинобар сабаби таъсири тағйирёбии иқлим ба речаи гидрологии дарёҳо, ки бо муқоисаи қиматҳои миёнаи моҳонаи обнокии маҷро мувофиқан дар ду давра арзёбӣ шудааст, раванди динамикаи маҷрои дарёи Зарафшонро дар шароити тағйирёбии иқлим, сарфи миёнаи моҳонаи маҷрои бисёрсола ба чор давраи сисолаи солҳои 1941-1970, 1971-2000, 1961-1990 ва 1991-2020 ҷудо карда шудааст.

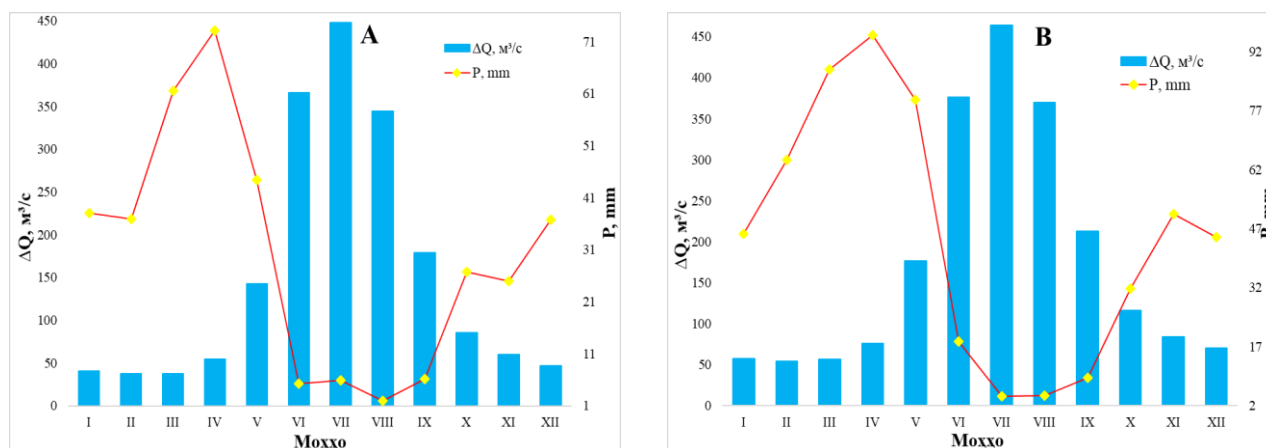
Арзёбии таъсири тағйирёбии иқлим ба обнокии воқеии оби дарёи Зарафшон дар асоси муқоисаи сарфи миёнаи маҷро дар солҳои 1941-1970, 1971-2000, 1961-1990 ва 1991-2020, дар расми 11 нишон дода шудааст.



Расми 11. Қимати миёнаи моҳонаи сарфи об барои давраи солҳои 1941-1970, 1971-2000, 1961-1990 ва 1991-2020

Аз таҳлили муқоисавии расми 11 таъсири назарраси гармшавии глобалӣ ба афзоиши сарфи оби дарёи Зарафшон муайян карда шудааст. Сарфи миёнаи моҳонаи об (расми 11) дар моҳҳои тобистон барои давраҳои сисолаи солҳои 1941-1970 аз қимати миёнаи сисолаи солҳои 1971-2000 баландтар мебошад. Вале (расми 11) дар тамоми давраи сол қимати миёнаи моҳонаи маҷрои дарё барои давраи сисолаи солҳои 1991-2020 нисбат ба бузургии миёнаи солҳои 1961-1990 баландтар аст.

«Натиҷаҳои арзёбии бузургҳои мавсимии боришоти атмосферӣ ва саҳми обҳои чорӣ дар ташаккули маҷрои моҳона ва мавсимӣ имкон доданд, ки имконияти истифодаи тағйироти дохилисолона ва мавсимии боришот ва маҷроро тавсия диҳем» [13] (расми 12).



Расми 12. Тақсироти боришоти миёнаи моҳона ва маҷрои дарё барои солҳои 1961-1990 (А) ва 1991-2020 (В)

Миқдори максималии боришот дар ХДЗ (расми 12) давраи баҳорро (март-май) фаро мегирад, бо фарқ аз қиматҳои максималии маҷрои дарёҳо, ки ба мавсими тобистон (июн-август) мувофиқат мекунад. Аз рӯи маълумотҳои бисёрсолаи пойгоҳи метеорологии Панҷакент, муқаррар карда шуд, ки қимати миёнаи ҳарорат барои солҳои 1961-1990 12,6°C; дар давраи солҳои 1991-2020 – 13,2°C ва қимати миёнаи моҳонаи боришот дар ин давраҳо мутаносибан 30,2 мм ва 44,8 мм мебошад. Мувофиқи маълумотҳои гидрографии Дупулӣ, қимати миёнаи бисёрсолаи сарфи оби дарёи Зарафшон дар давраи солҳои 1961-1990 153,4 м³/с ва барои солҳои 1991-2020 – 176,2 м³/с мебошад. Ҳамин тавр, «тағйирёбии дохилсолӣ ва мавсимии боришоту маҷрои ҳавзаҳои дарёҳо дар пешгӯиву таҳияи сценарияҳои ҳолати захираҳои об дар майдонҳои обғундории дарёҳо ва муайян кардани саҳми обҳои ҷорӣ барфу пиряхӣ дар ташаккули маҷрои об тавассути муайян намудани навъҳои физогии дарёҳо (боронӣ, барфию пиряхӣ) саҳми назаррас дорад» [13].

Ба андешаи инчониб, омӯзиши вобастагии коррелятсияи бузургҳои метеорологӣ на танҳо вазифаи метеорологияи оморӣ мебошад, балки барои таҳқиқи тағйирёбии иқлим ва таъсири он ба дигар захираҳои табиӣ, баҳусус захираҳои гидрологӣ ва глятсиологӣ, инчунин таҳияи сценарияҳои тағйирёбии иқлим аҳамияти бузурги илмию амалӣ дорад.

Таҳқиқот нишон дод, ки дар давраи солҳои 1961-1990 қимати калонтарини коррелятсия байни пойгоҳҳои обухавосанҷии Искандаркӯлу Деҳавз (0,962) ҳисоб карда шуда, қимати хурдтарин байни пойгоҳҳои метеорологии Панҷакенту Деҳавз (0,736) мушоҳида шудааст. Дар давраи дуҷуми мушоҳидавӣ (солҳои 1991-2020), дар муқоиса бо давраи аввали қаблӣ, вобастагии коррелятсионии ҳарорат дар байни пойгоҳҳои метеорологии водии болозикр нисбатан заиф буда, қимати калонтарин байни пойгоҳҳои метеорологии Панҷакенту Искандаркӯл (0,714) ва қимати хурдтарин байни пойгоҳҳои обухавосанҷии Сангистону Деҳавз (0,257) ба қайд гирифта шудааст. Ҳамчунин муайян карда шуд, ки коррелятсияи калонтарини боришоти атмосферӣ дар ду давраи сисола (солҳои 1961-1990 ва 1991-2020), барои давраи солҳои 1991-2020 байни пойгоҳҳои метеорологии Сангистону Искандаркӯл (0,906) мушоҳида карда шуда, қимати хурдтарини он дар ин давра байни пойгоҳҳои обухавосанҷии Панҷакенту Искандаркӯл (0,313) ба қайд гирифта шудааст.

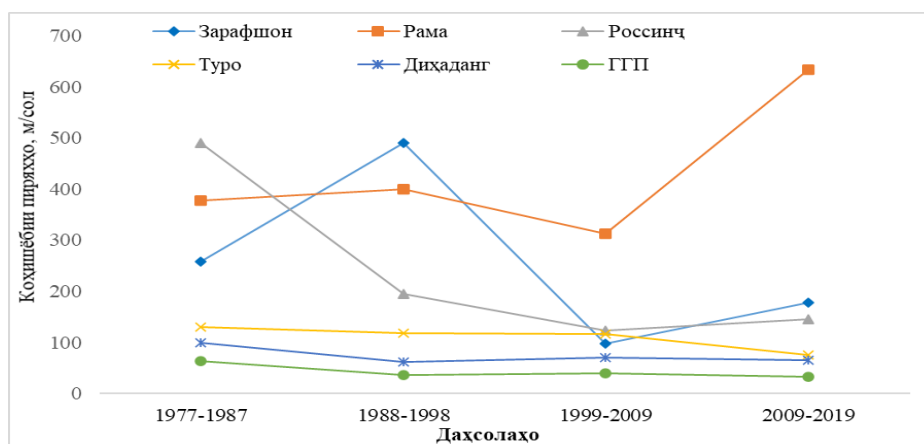
Барои арзёбии алоқамандии байни шароитҳои метеорологӣ – ҳарорати миёнаи солонаи ҳаво, миқдори солонаи боришоти атмосферӣ ва маҷрои миёнаи солонаи дарёи Зарафшон, натиҷаҳои ҳамбастагии мутақобилаи бузургҳои метеорологӣ аз рӯи маълумотҳои пойгоҳҳои обухавосанҷии водии Зарафшон ва бузургии гидрологӣ аз рӯи маълумотҳои Дупулӣ барои ду давраи сисолаи солҳои 1961-1990 ва 1991-2020 ба даст оварда шуданд (ҷадвали 4).

Ҷадвали 4. Натиҷаҳои таносуби коррелятсионии миқдори боришоти солона ва ҳарорати миёнаи ҳаво аз маҷрои миёнаи солонаи дарё

	Панҷакент	Сангистон	Мадрушкат	Искандаркӯл	Деҳавз
Солҳои 1961-1990					
T, °C	0,199	0,373	0,289	0,365	0,432
P, mm	0,198	0,316	0,579	0,433	0,346
Солҳои 1991-2020					
T, °C	0,062	-0,009	0,114	0,224	0,253
P, mm	0,283	-0,071	0,082	-0,055	-0,150

Сарфи назар аз он, ки дар байни пойгоҳҳои метеорологии водии Зарафшон, наздиктарин ба дидбонгоҳи гидрологии Дупулӣ пойгоҳи обухавосанҷии Панҷакент аст, вале робитаи нисбатан наздик байни бузургҳои метеорологӣ ва маҷрои миёнаи солони дарё ба дигар пойгоҳҳои метеорологӣ рост меояд (ҷадвали 4). Тамоюли мазкур, ба андешаи мо, бо тағйирёбии шароити метеорологӣ ва динамикаи маҷрои дарёҳо зич алоқаманд буда, бо он далел тасдиқ карда мешавад, ки барои солҳои 1961-1990 байни ҳарорат ва маҷрои дарё, байни пойгоҳи метеорологии Деҳавз ва дидбонгоҳи гидрографии Дупулӣ робитаи қавӣ (0,432) мавҷуд аст ва инчунин, байни боришот ва маҷрои дарё, байни пойгоҳи метеорологии Мадрушкат ва дидбонгоҳи гидрографии Дупулӣ (0,579) робитаи амиқ ҷой дорад. Дар муқоиса бо давраи солҳои 1961-1990, дар солҳои 1991-2020 дар ҳамаи зерҳавзаҳои водӣ байни шароитҳои метеорологӣ ва маҷрои дарё робитаи нисбатан заиф мушоҳида мешавад.

Таҳлил ва арзёбии вобастагии коррелясионии байни шароитҳои метеорологӣ ва суръати ақибнишинии баъзе пирахҳои бузурги ҲДЗ, ҳамчун унсурҳои табиӣ кӯҳсор, ки ба тағйирёбии иқлим хеле ҳассосанд, ҳамарӯза муҳим мебошанд. Дар асоси суханони болозикр, барои муайян кардани таъсири тағйирёбии иқлим ба обшавии пирахҳои ГГП мушоҳидаҳои бисёрсолаи метеорологии пойгоҳи Искандаркӯл; барои пирахҳои боқимонда мушоҳидаҳои пойгоҳи метеорологии Деҳавз истифода шуданд. Барои ёфтани робитаи математикии байни обшавии пирахҳо ва тағйирёбии иқлим, бузургҳои миёнаи ҳарорат ва боришот барои ҳар даҳсолаи солҳои 1977-1988, 1988-1999, 1999-2009 ва 2009-2019 ҳисоб карда шуданд. Барои муайян кардани вобастагии суръати ақибнишинии пирахҳо аз тағйирёбии ҳарорати миёнаи солони ва миқдори солони боришот, қимати миёнаи суръати ақибнишинии пирахҳои Зарафшон (39°30'N 70°30'E), Рама (39°33'25"N 70°24'4"E), Россинҷ (39°30'46"N 70°17'48"E), Туро (39°32'2"N 70°8'1"E), Дихаданг (39°22'6"N 70°7'38"E) ва ГГП (38°56'51"N 68°16'43"E) интиҳоб карда шуд. Суръати миёнаи солони ақибнишинии забонаи пирахҳо дар тамоми давраи мушоҳидавӣ чунин аст: Зарафшон – 24,4 м/сол, Рама – 41,1 м/сол, Россинҷ – 22,7 м/сол, Туро – 10,4 м/сол, Дихаданг – 7,1 м/сол ва ГГП – 4,1 м/сол (расми 13).



Расми 13. Суръати ақибнишинии пирахҳо дар ҲДЗ (м/сол) барои ҳар даҳсола

Тавре дида мешавад (расми 13), пирахҳои Зарафшон дар даҳсолаи дуюм бо суръати баландтарин ақибнишинӣ кардааст, вале дар даҳсолаи чорум суръат

шадидан кам шудааст. Обшавии пирихи Рама аз даҳсолаи якум то даҳсолаи дуюм суръат гирифта, дар байни даҳсолаҳои дуюм ва сеюм каме суст шуда, баръакс, суръати ақибнишинӣ аз даҳсолаи сеюм то даҳсолаи чорум якбора афзоиш ёфт. Дар фосилаи байни даҳсолаи якум ва даҳсолаи сеюм ақибнишинӣ ба таври назаррас суст шуда, вале дар даҳсолаи чорум тамоюл суръат гирифтааст. Барои пирихи Туро дар тамоми даҳсолаҳо тамоюли коҳишҳои ақибнишинӣ мушоҳида шудааст. Суръати обшавии забонаҳои пирихҳои ГГП ва Дихаданг аз даҳсолаи якум то даҳсолаи дуюм каме коҳиш ёфта, бо тағйирҳои ночиз устувориро то имрӯз нигоҳ доштааст.

Муайян карда шудааст, ки таъсири речаи ҳарорат, боришоти атмосферӣ ва радиатсияи офтобӣ аз мавқеи ҷойгиршавии пирих, самти ҷойгиршавӣ ва нишебии сатҳи обшавии он вобастагии зич дорад. Масалан, пирихи Рама дар нишебҳои ҷанубии қаторкӯҳи Туркистон ҷойгир буда, дар давоми сол мустақиман ба радиатсияи офтобӣ дучор мешавад. Пирихи Туро низ дар нишебии ҷанубии ин қаторкӯҳ, вале дар дохили дарае, ки ба он мувозӣ аст, ҷойгир аст. Бинобар ин, нури офтоб дар тирамоҳ, зимистон ва баҳор ба сатҳи он камтар мерасад. Аммо, баланд шудани ҳарорат дар се даҳсолаи охир ба динамикаи пирихи Россинҷ таъсири хеле заиф расонидааст. Баланд шудани ҳарорат ба суръати ақибнишинии пирихи Дихаданг, ки дар нишебии шимолии қаторкӯҳҳои Зарафшон ҷойгир аст, таъсири камтарин расонидааст. Ин ҷойгиршавӣ боиси камшавии кунҷи офтоб мегардад, ки дар натиҷа пирих бе ягон тағйироти назаррас дар тӯли вақт хеле суст ақибнишинӣ мекунад.

Барои истифодаи комплекси захираҳои об дар минтақаҳои ташаккулёбии онҳо, сохтмони обанборҳо аҳамияти бузурги иҷтимоию иқтисодӣ дорад. Обанборҳо барои ҳалли ду масъалаи муҳим: нигоҳдории миқдори зиёди об ва имконпазирии сохтмони неругоҳҳои барқи обӣ пешбинӣ шудаанд, яъне «ҷамъшавии об, ба азнавтақсимкунии об ва имконияти сохтани неругоҳҳои барқи обӣ барои истехсоли нерӯи барқ мусоидат менамояд. Обанборҳо ба пешгирии ОХГ-и марбут ба об мусоидат мекунад» [12].

Дар айни замон, барои муайян кардани меъёрҳои самаранокии обанборҳо бо иншоотҳои комплекси гидротехникӣ бузургҳои асосӣ – «иктидори насбшуда ва истехсоли нерӯи барқ дар неругоҳҳои барқи обӣ, вобаста ба масоҳати майдони сохтмон, васеъ истифода мешавад. Ба сифати нишондиҳандаи самаранокии экологию иқтисодии неругоҳҳои барқи обӣ таносуби иктидор ба истехсоли нерӯи барқ барои як воҳиди масоҳат (гектар) истифода мешавад» [12]. Натиҷаҳои арзёбии самаранокии неругоҳҳои барқи обии Норақ ва Роғун бо обанборҳо дар муқоиса бо дигар неругоҳҳои барқи обӣ дар ҷадвали 5 оварда шудаанд.

Ҷадвали 5. Арзёбии самаранокии НБО бо обанборҳо

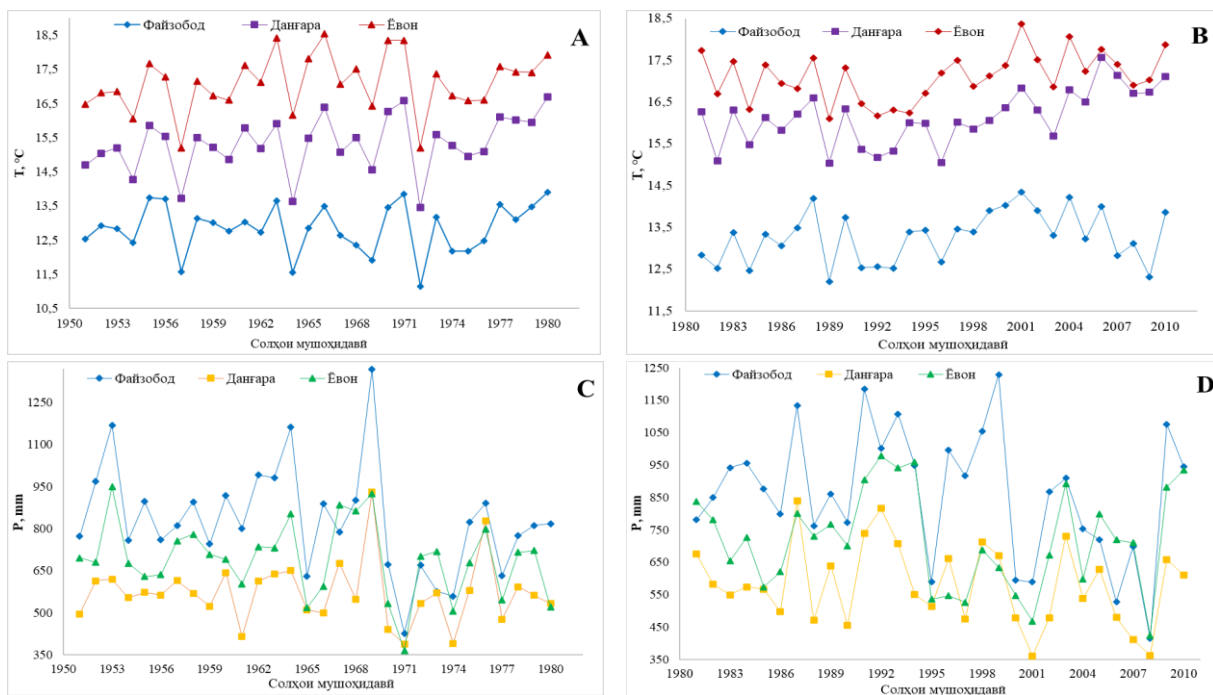
Ном	P, МВт	W(10 ²) млрд. кВт·с	S, ҳаз. га	A, ҳаз. га	M, ҳаз. чел	Шохиси самаранокӣ			
						P/S, (МВт/га)	W/S, (ТВт/га)	P/A, (МВт/га)	W/A, (ТВт·с/га)
Братск	4500	22,6	548,0	357,3	70,0	0,008	0,041	0,012	0,063
Чарвак	620	2,2	4,1	2,7	9,18	0,13	0,436	0,225	0,750
Тохтагул	1200	4,4	31,9	-	29,3	0,038	0,128	-	-
Норак	2700	11,2	21,5	0,2	1,50	0,126	0,522	13,50	56,000
Роғун	3600	17,1	17,0	6,800	16,0	0,212	0,782	0,529	1,956

Эзоҳ: P - иқтидори НБО; W - истехсоли неруи барқ; S - майдон барои таъсири НБО; A – майдони заминҳои кишоварзӣ; M - миқдори одамони муҳоҷиршуда аз ҳудуди сохтмони НБО.

Аз нигоҳи экологию иқтисодӣ, нерӯгоҳҳои барқи обӣ аз ҷумлаи тозатарин намудҳои иншооти истехсоли нерӯи барқ мебошанд, ки аз нерӯгоҳҳои ҳароратӣ ва атомӣ, ки маҳсулоти иловагиро хориҷ мекунанд, ба кулӣ фарқ мекунанд. Бо вучуди ин, олимон изҳор менамоянд, ки обанборҳои нерӯгоҳҳои барқи обӣ ба тағйирот дар бузургҳои метеорологӣ, аз ҷумла ҳарорати ҳаво, боришоти атмосферӣ, намнокӣ ва қувва ва самти шамол таъсир мерасонанд. Зимни ин, онҳо ҳисоб мекунанд, ки «речаи ҳарорат дар сатҳи болоӣ ва минтақаҳои атрофи обанборҳои бузург тағйир меёбад, ки ин гардиши шабонарӯзии ҳароратро коҳиш медиҳад ва ҳарорати миёнаи солона, намии нисбӣ ва мутлақро зиёд мекунад, пайдоиши туман ва бухоршавиро афзоиш медиҳад ва ғайра» [5]. Вале гурӯҳи дигари олимон бар он ақидаанд, ки обанборҳо, ба монанди обанборҳои Волта, Викториа ва Куйбишев ба иқлим таъсире надоранд, яъне ба андешаи онҳо, мавҷудияти обанбори бузург нақши омили маҳаллӣ дорад.

Барои муайян кардани таъсири обанборҳо ба тағйирёбии эҳтимолии шароити метеорологӣ, муаллиф тамоюли бузургҳои метеорологиро дар се ноҳияи Ҷумҳурии Тоҷикистон – Файзобод, Данғара ва Ёвон, ки соҳаҳои кишоварзии рушдёфта доранд ва аз ҷиҳати ҳуддӣ ба обанбори Норак наздиканд, бо истифода аз маълумотҳои метеорологии (1950-2020) пойгоҳҳои обухавосанҷӣ, ки дар минтақаҳои таҳқиқотӣ ҷойгиранд, таҳлил кардааст. Минтақаҳои таҳқиқотӣ, ки дар соҳили обанбор ҷойгиранд, нисбат ба обанбор дар масофаҳои радиуси то 26 км ва дар баландихову арзҳои гуногун нисбат ба сатҳи баҳр ҷойгиранд: Файзобод (38°15'N, 69°32'E), Данғара (38°10'N, 69°32'E) ва Ёвон (38°32'N, 69°05'E).

Бо назардошти он, ки таъсири обанбор ба иқлими минтақа пас аз солҳои ҳаштодуми садсолаи гузашта эҳсос мешуд, муаллиф таҳлили муқоисавии бузургҳои метеорологии ду давра – пеш аз (1951-1980) ва баъд аз (1981-2010) сохтмони сарбандро анҷом додааст.

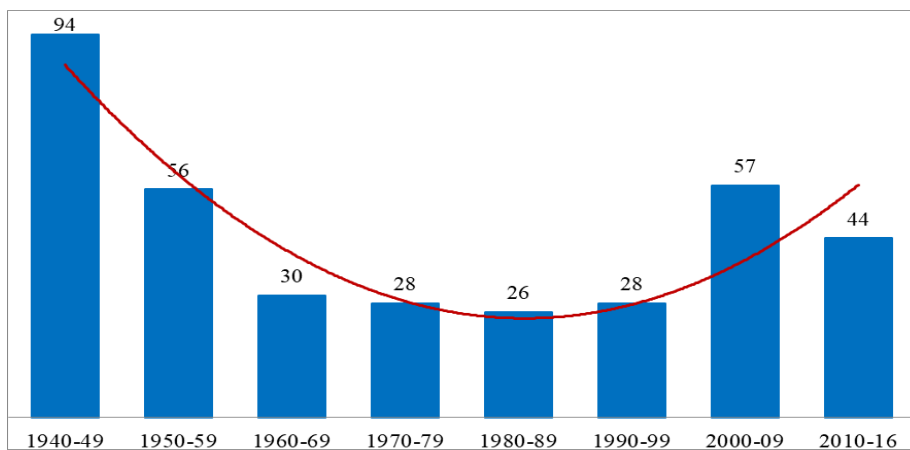


Расми 14. Динамикаи тағйирёбии ҳарорат ва боришот аз рӯи мушоҳидаи пойгоҳҳои метеорологии Файзобод (◆), Данғара (■) ва Ёвон (▲) то (А, С) ва баъди (В, D) пуршавии Норак

Муайян карда шуд, ки «дар давраи сисолаи дуум (солҳои 1981-2010), тағйироти ҳарорат дар ҳар се минтақа тамоюли мунтазами афзоишро нишон медиҳад ва пас аз солҳои 80-ум ягон инҳироф ё шадидият ба амал наомад, ки аз таъсири эҳтимолии обанбори Норак шаҳодат медиҳад» [12]. Аммо, ҳангоми муқоисаи тағйироти ҳарорат пеш аз ва баъд аз сохтмони обанбор, тамоюлҳои гуногуни афзоиши ҳарорат мушоҳида мешаванд. Бо вучуди ин, таҳлил таъсири норавшани обанборро ба шароитҳои метеорологии минтақаҳои назди-соҳилий нишон медиҳад. Ин қабл аз ҳама ба релефи кӯҳистонии минтақаҳои мавриди баррасӣ вобаста аст. Аз ин рӯ, таъсири обанборҳо ба микроиклим дар минтақаҳои гуногун фарқ мекунад.

Ҳамзамон, обанборҳо, ки бо мақсадҳои обёрӣ ва энергетикӣ истифода мешаванд, муҳити зистро аз вайроншавӣ муҳофизат мекунад ва дар ташаккули иқлими минтақаҳои ҳамшафат нақши муҳим мебозанд. Аз ҷумла, обанборҳои миёнаи маҷрои дарёи Сирдарё, ки дар минтақаҳои нисбатан ҳамвор бунёд карда шудаанд, дар ташаккули иқлими минтақа саҳми назаррас мегузоранд.

Барои тасдиқи суханони болозикр дар расми 15, дар асоси мушоҳидаҳои бисёрсолаи пойгоҳи обуҳавосанҷии Хучанд, миқдори рӯзҳоро бо ҳарорати $t \geq 40^\circ\text{C}$ барои ҳар даҳсола аз соли 1940 то 2016 нишон дода шудааст.



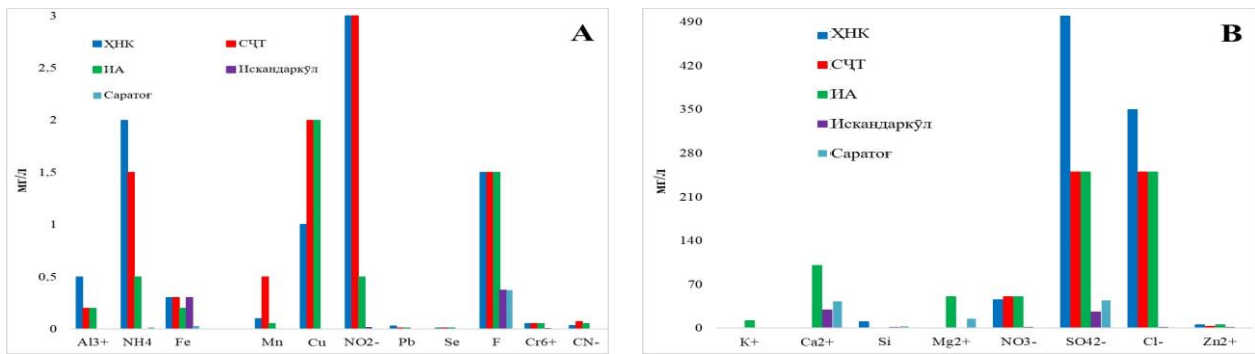
Расми 15. Миқдори ҳолатҳои ҳарорати $t \geq 40^\circ\text{C}$ барои ҳар даҳсола дар Ҳучанд

Миқдори рӯзҳо бо ҳарорати $t \geq 40^\circ\text{C}$ дар даҳсолаи аввали (солҳои 1940-1949) мушоҳидавӣ (расми 15) 94-ро ташкил медиҳад ва миқдори рӯзҳо бо чунин ҳарорат хангоми сохтмони «Баҳри тоҷик» тадриҷан кам мешавад. Муайян карда шуд, ки дар даҳсолаи охири асри XX ва даҳсолаи аввали асри XXI миқдори рӯзҳо бо ҳарорати $t \geq 40^\circ\text{C}$ афзоиш ёфтааст ва ин тамоюл метавонад бо баланд шудани ҳарорати глобалӣ, бахусус дар минтақа алоқаманд бошад.

Ба андешаи муаллиф, «дар минтақаи соҳилии обанбори мазкур, давомнокии давраи бесармо дар сатҳи хок 17 рӯз меафзояд. Ҳарорати миёнаи моҳонаи сатҳи хок дар моҳҳои май-сентябр дар соҳил нисбат ба берун аз минтақаи таъсири обанбор ба ҳисоби миёна 1°C баланд буда, то охири моҳи сентябр, қамъи ҳароратҳои мусбат дар соҳил ба андозаи 90°C камтар аз 50 км дуртар мебошад» [5].

Бо ин мақсад, зарур аст, ки мониторинги доимии бузургҳои метеорологии обанборҳои бузург анҷом дода шавад ва ин барои рушди бахшҳои кишоварзӣ, экологӣ ва иқтисодию саноатӣ муҳим аст.

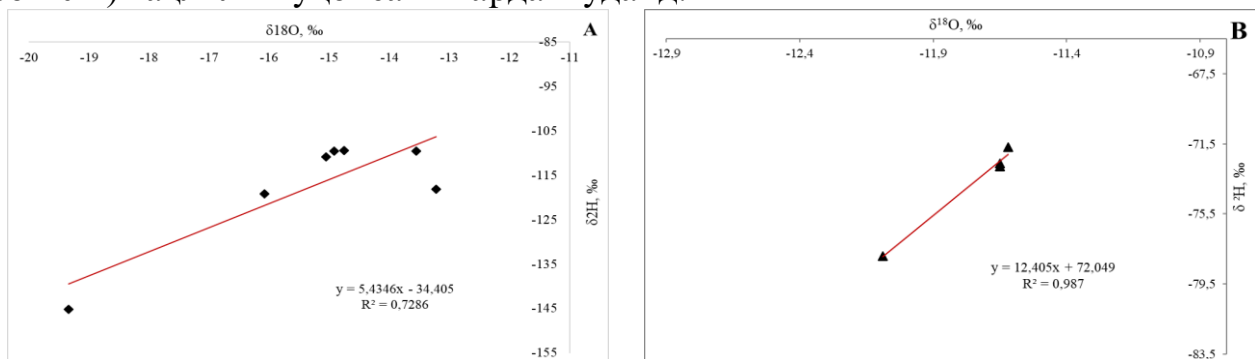
Дар баробари таъсири обанборҳои минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ ба тағйирёбии шароитҳои метеорологии ноҳияҳои наздизоҳилӣ, ҳамчун мисол, таҳлил гузаронида шуд: натиҷаҳои тадқиқоти динамикаи тағйирёбии таркиби кимиёвии оби кӯли Искандаркӯл ва дарёҳое, ки ба он мерезанд; муқоисаи натиҷаҳои сифати оби объектҳои обии ҳавзаи он ва баъзе шохобҳои дарёи Зарафшон, инчунин нишондиҳандаҳои таҳлили изотопии оби кӯлҳо ва дарёҳои алоҳидаи баландкӯҳ. Аз ҷумла, муайян карда шуд, ки сифати об дар кӯли Искандаркӯл ва резишгоҳи дарёи Саратоғ ба талаботи ГОСТ 2874-82 «Оби нӯшокӣ» барои ҳама нишондиҳандаҳо ҷавобгӯ аст. Дар асоси маълумоти бадастомада, муайян карда шуд, ки дуруштии умумии оби кӯли Искандаркӯл ба ҳисоби миёна 1,6 мг/л дар як сол буда, ба талаботи стандартҳои сифати оби нӯшокӣ СанПиН 2.1.4.1074-01 «Оби нӯшокӣ» ҷавобгӯ мебошад. Зикр намудан ба маврид аст, ки дар баъзе моҳҳо миқдори каме аз оҳан зиёд мешавад ва ин бо афзоиши иловагии моддаҳои муаллақ дар об алоқаманд мебошад. Натиҷаҳои таҳлили муқоисавии хусусиятҳои ифлосшавии об дар резишгоҳи дарёи Саратоғ ва кӯли Искандаркул ва мутобиқати онҳо ба талаботи ГОСТ 2874-82 «Оби нӯшокӣ», Созмони ҷаҳонии тандурустӣ (СҶТ) ва Иттиҳоди Аврупо (ИА) дар расми 16 нишон дода шудаанд.



Расми 16. Муқоисаи ифлосшавии миёнаи солони об дар резишгоҳи дарёи Саратоғ ва кӯли Искандарқул ХНК-и оби нӯшоқӣ (СанПиН 2.1.4.1074-01) ва стандартҳои СҚТ ва ИА

Аз гистограммаҳо (расми 16) муайн карда мешавад, ки миқдори Al , N_2 , Fe , K , Ca , Si , Mn , Cu , NO_3 , NO_2 , Pb , Se , S , F , Cl , Cr , Zn ва дигар моддаҳои ғайриорганикӣ дар оби резишгоҳи дарёи Саратоғ ва кӯли Искандарқул аз миқдори муқарраршудаи ҳадди ниҳии концентратсия барои оби нӯшоқӣ, инчунин талаботи СҚТ ва ИА хеле пасттар аст.

Бо мақсади омӯзиши таркиби кимиёвии объектҳои оби таҳқиқоти изотопӣ гузаронида шуда, натиҷаҳои таҳқиқоти изотопии кӯлҳо, дарёҳо ва чашмаҳои алоҳидаи минтақаҳои кӯҳсори кишвар, ба монанди Бадахшон – Сарез ($72^{\circ}37'N$, $38^{\circ}15'E$), Шадда ($72^{\circ}35'N$, $38^{\circ}14'E$), Маздо ($72^{\circ}57'N$, $37^{\circ}43'E$), Чамшед ($72^{\circ}52'N$, $37^{\circ}45'E$) ва Зарафшон – Искандардарё ($39^{\circ}04'N$, $68^{\circ}22'E$), Искандарқул ($39^{\circ}04'N$, $68^{\circ}22'E$), Панҷчашма ($39^{\circ}03'N$, $68^{\circ}21'E$) ва Саратоғ ($39^{\circ}03'N$, $68^{\circ}20'E$) таҳлили муқоисавӣ карда шуданд.



Расми 17. Графики натиҷаҳои изотопии устувор барои $\delta^{18}O$ ва δ^2H оби баъзе кӯлҳо, дарёҳо ва чашмаҳои Бадахшон (А) ва Зарафшон (В)

Таҳлили натиҷаҳои таҳқиқот (расми 17, А) нишон медиҳад, ки хусусиятҳои обҳои таҳқиқшуда аз ҷиҳати таркиби изотопӣ фарқ мекунанд ва ба чор гурӯҳ тақсим карда мешаванд: гурӯҳи аввал – Сарез, дуюм – Шадда, сеюм – обҳои зеризаминӣ аз наздикии кӯлҳои Маздо ва Чамшед ва чорум – оби маъданӣ аз соҳили чапи дарёи Аличур мебошанд. Аз график (расми 17) дида мешавад, ки изотопҳои устувори $\delta^{18}O$ ва δ^2H дар оби дарё нисбат ба оби кӯл хеле вазнинтаранд. Зикр намудан ба маврид аст, ки дар оби кӯлҳо изотопҳои вазнинтарини $\delta^{18}O$ дар оби маъдани дарёи Аличур ба қайд гирифта шуда, изотопҳои сабуктарин дар оби зеризаминии кӯли Чамшед мебошанд; изотопҳои вазнинтарини δ^2H дар оби Сарез ва изотопҳои сабуктарин дар оби зеризаминии кӯли Чамшед ошкор карда шуданд. Ҳамзамон, натиҷаҳои таҳлили

изотопҳои $\delta^{18}\text{O}$ ва $\delta^2\text{H}$ (расми 17, В) тасдиқ мекунанд, ки дар намунаҳои таҳқиқшуда аз ҳавзаи кӯли Искандаркӯл ду гурӯҳи обҳо мавҷуданд. Гурӯҳи аввал аксари обҳоро (Искандардарё, Искандаркӯл, Саратоғ) дар бар мегирад, ки дар таркибашон миқдори зиёди изотопҳои устувор доранд ва ба гурӯҳи дуюм танҳо намунаи Панҷчашма мансуб мебошад.

Муайян карда шуд, ки пайдоиши тӯфонҳои шадиди чангу ва туманҳои губор ва давомнокии онҳо барои чанд рӯз бо равандҳои синоптикӣ алоқаманд буда, ин чанг ва туманҳо тавассути чараёнҳои атмосферӣ дар минтақаҳои гуногун паҳн мешаванд. Ва дар натиҷаи таъсири манфии гармшавии глобалӣ, субот дар минтақаҳои баландкӯҳ коҳиш ёфтааст, ҳаҷм ва мавсимии маҷрои об тағйир ёфтааст ва захираҳои об дар ҳавзаҳои дарёҳои барфпӯш ва яхистон, аз ҷумла дар ҳавзаҳои дарёҳои Тоҷикистон, тағйир ёфтаанд. Маҳз бо ин мақсад, омӯзиши таркиби физикию химиявии барфҳои мавсимӣ дар сатҳҳои пирияхҳо ва оби аз пирияхҳо ҷоришаванда яке аз омилҳои меҳварии муайянкунандаи робитаи байни тағйирёбии иқлим ва ҳолати геоэкологии захираҳои об мебошад.

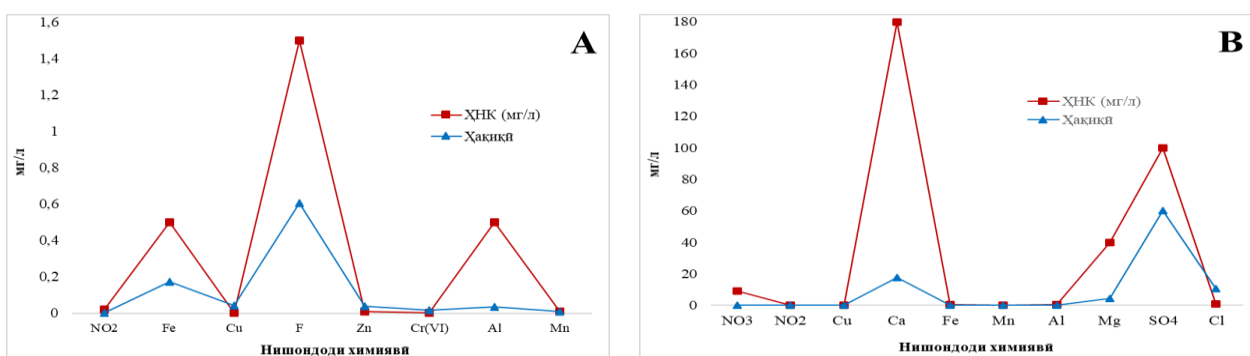
Паст шудани сифати об ва афзоиши талабот боиси рақобат барои об дар байни истеъмолкунандагон мегардад, ки дар навбати худ боиси пайомадҳои ноустувори гидрологӣ дар ҳавзаҳои дарёҳо, аз ҷумла онҳое, ки аз марзҳои сиёсӣ ва маъмури мегузаранд, мегардад. Ҳамчунин бояд таъкид кард, ки обшавии босуръати пирияхҳо ва коҳиши мутаносиби масоҳати яхбандӣ дар ҳама минтақаҳои кураи Замин мушоҳида мешавад. Барои арзёбии таркиби физикию химиявии оби аз пирияхҳо ҷоришаванда, дар чадвали 6 натиҷаҳои таҳлили кимиёвии якчанд пирияхҳои назоратӣ, аз қабили ГПП, Қизилкӯл, Дидал, Гармо, Дарвоз ва Хирсон нишон дода шудааст

Чадвали 6. Таҳлили таркиби химиявии обҳои пирияхҳои баъзе ҳавзаҳои дарёҳо

Нишондиҳандаи химиявии моддаҳо	ГПП	Қизилкӯл	Дидал	Гармо	Дарвоз	Хирсон	ҲНК
pH	6,36	–	–	7,34	7,15	8,15	6,5-8,5
Ранг	–	60	40	40	50	110	–
Тирагӣ	–	20	14	14	17	–	–
Бӯй	0	0	0	0	0	–	–
SO ₄	–	107	200	33	39	–	100,0
Cr ⁶⁺	–	0,0	0,01	0,0	0,0	–	0,5
Ca ²⁺	46,4	44,8	121,8	22,4	35,2	41,8	180
H _{умумӣ}	0	2,64	8,32	0,8	1,8	–	–
Cl	2,77	8,5	14,1	5,6	8,5	2,77	300
Fe	–	0,0	0,01	0,0	0,0	–	0,5
Al	–	–	–	0,0	0,0	–	–
Mg ²⁺	–	4,86	27,4	0,0	0,97	0,0	40,0
HCO ₃	0,0	0,0	36,6	15,2	24,4	36,7	–
NO ₂	0,047	–	–	–	–	0,004	0,02
NO ₃	0,057	–	–	–	–	0,026	9,1
Мод. муаллақ	0,47	49	1,25	0,25	1,26	0,82	0,75
Мод. хушк	60	–	–	1,06	1,26	560	–

Аз ҷадвали 6 дида мешавад, ки бо фарқ аз бузургиҳои кимиёвии пиряхи ГПП, таҳлили кимиёвии оби ҷорӣ аз пиряхҳои Қизилкӯл ва Дидал, ки дар ҳавзаи дарёи Сурхоб ҷойгиранд, нишон медиҳад, ки баъзе бузургиҳои кимиёвӣ аз меъёри ХНК зиёдтаранд. Масалан, анионҳо (SO_4) барои пиряхи Қизилкӯл 107 мг/л ва барои пиряхи Дидал 200 мг/л буда, аз меъёри ХНК мутаносибан 7 мг/л ва 100 мг/л зиёдтаранд. Ҳамчунин, қисми зиёди унсурҳои кимиёвии бақайдгирифташуда дар оби пиряхҳои ҳавзаи дарёи Обихингоб (Гармо, Дарвоз) ҷоришаванда аз бузургиҳои кимиёвии оби дарёи таҳқиқшуда пасттаранд. Бар хилофи нишондиҳандаҳои пиряхи Дидал, дар таркиби оби пиряхҳои ҳавзаи дарёи Обихингоб унсурҳои вазнини Cr, Fe ва Al сабт нашудаанд. Дар маҷмӯъ, натиҷаҳои таҳлили таркиби кимиёвии оби пиряхҳои ГПП, Қизилкӯл, Дидал, Гармо ва Дарвоз нишон медиҳанд, ки оби пиряхҳои ҳавзаи дарёи Сурхоб дорои таркиби бойи кимиёвӣ буда, аксари онҳо аз дигар пиряхҳо, инчунин аз ХНК хеле зиёдтаранд.

Дар баробари омӯзиши ифлоскунандаҳои табиӣ, барои арзёбии таъсири сарбориҳои антропогенӣ ба таркиб ва сифати захираҳои об, бахусус дарёи Зарафшон (2012-2016), намунаҳои об аз нуқтаҳои 1 ва 2, ки мувофиқан дар болооби партовгоҳ (дарёи Яғноб) ва поёноби партовгоҳ (дарёи Фондарё)-и обҳои ҷорӣи Комбинати кӯҳию маъдантозакунии Анзоб (ККМА) ҷойгиранд, дар фаслҳои баҳору тобистон се маротиба дар як моҳ намунаҳо гирифта шуданд. Дар асоси натиҷаҳои таҳлили кимиёвии намунаҳои об аз нуқтаҳои 1 (қабл аз партовгоҳ) ва 2 (баъд аз партовгоҳ), муайян карда шуд, ки шохобҳои болооб ва миёнамачрои ХДЗ ба сарбории антропогенӣ дучор намешаванд, яъне маъданнокии оби онҳо асосан аз шусташавии конҳои маъданҳои соҳили вобаста аст. Мо муайян намудем, ки ифлосшавии шохобҳои дарё бо моддаҳои ионҳои кимиёвӣ аз ХНК баланд нест. Таҳқиқоти гузаронидашуда тасдиқ мекунанд, ки корхонаҳои саноатии воқеъ дар ҳудуди ҳавзаи таҳқиқотӣ, яъне ККМА, ба сифат ва таркиби оби дарёи Зарафшон таъсир намерасонанд. Барои муқоиса, дар расми 18 муқоисаи бузургиҳои меъёрии ХНК бо сатҳи баъзе унсурҳо ва пайвастагиҳои кимиёвӣ дар дарёҳо ва пиряхҳои ХДК нишон дода шудааст.



Расми 18. Муқоисаи ХНК бо оби дарёҳо (А) ва муқоисаи ХНК бо оби пиряхҳо (В)

Ҳамин тавр (расми 18, А) миқдори NO_2 , F, Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn ва дигар унсурҳои кимиёвӣ ва пайвастагиҳои кимиёвӣ дар оби дарёи Зарафшон аз меъёри муқарраршудаи ХНК хеле пасттар буда, афзоиши ХНК дар оби дарёи Фондарё, дар минтақаи ККМА барои Cu, Zn ва Cr муайян карда шуд. Дар баробар ин, муайян карда шуд (расми 18, В), ки дар пиряхҳо ХНК аз нишон-

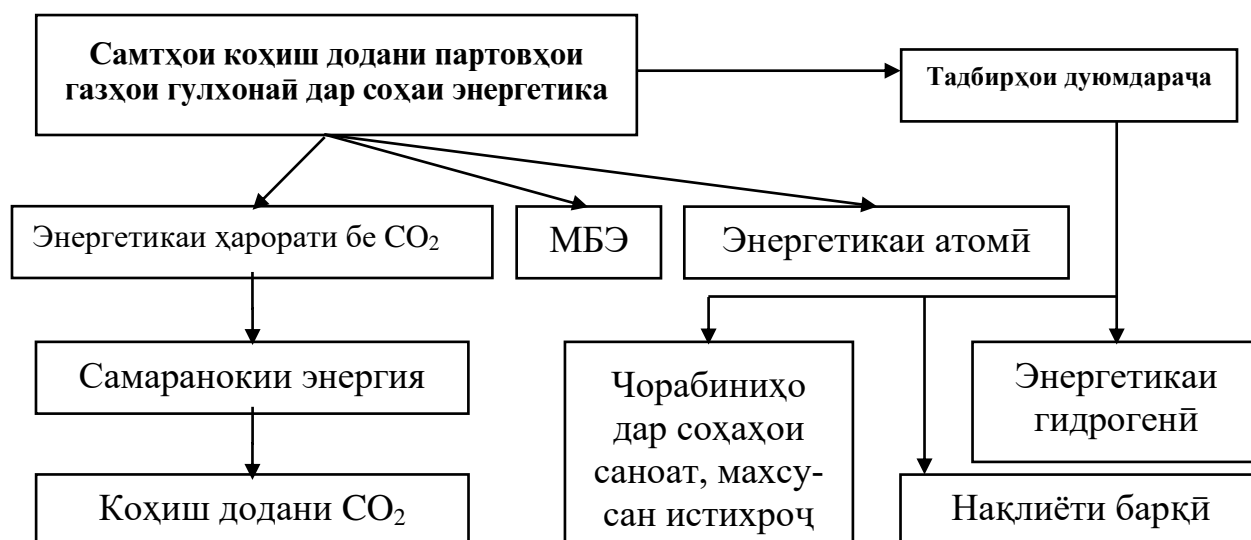
диҳандаҳои меъёрии оби нӯшокӣ баланд нест. Дар маҷмӯъ, воридшавии партовҳои табиӣ пайвастаҳои кимиёвӣ ба барфҳои мавсимии пирияхҳо бо аэрозолҳои атмосферӣ ва дар обҳои дарёҳо бо шусташавии чинҳои кӯҳӣ алоқаманд мебошад.

Дар боби чорум «Захираҳои об асоси манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар шароити тағйирёбии иқлим» натиҷаҳои таҳқиқот дар мавзӯҳои зерин пешниҳод карда мешаванд: ҷанбаҳои экологӣ географӣ истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия ҷиҳати коҳиш додани таъсири тағйирёбии иқлим; арзёбии захираҳои иқлимӣ барои манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) ва имкони истифодаи онҳо дар шароити тағйирёбии иқлим; модели концептуалии бехатарии минтақавӣ обу энергетикӣ дар заминаи тағйирёбии иқлим.

Истифодаи МБЭ аз ҷиҳати энергетикӣ солҳои 70-80-уми садсолаи гузашта, ки бо афзоиши экспоненсиалии онҳо дар тӯли тамоми таърихи энергетика алоқаманд аст, ба амал омад. Дар айни замон, маълум карда шуд, ки захираҳои сӯзишвории истихроҷшаванда кам шуда истодаанд ва ғайр аз ин, истифодаи афзоиандаи манбаъҳои анъанавӣ энергия боиси ифлосшавии муҳити зист, афзоиши партовҳои CO₂, афзоиши эффекти гулхонаии атмосфера ва гармшавии иқлими сайёра мегардад.

Барои сарфаи сӯзишвории истихроҷшаванда, таъмини бехатарии экологӣ иқтисодӣ ва таъмини рушди устувор, ҳалли масъалаи манбаъҳои ғайрианъанавӣ энергия бо истифода аз МБЭ муҳим мебошад. Мувофиқи гузориши МАГАТЭ, афзоиши истеҳсоли МБЭ тасдиқ мекунад, ки ин манбаъҳои энергия ягона технологияи дастрас барои суръат бахшидан ба гузариши энергия дар мувофиқ ба ҳадафҳои Созишномаи иқлимии Париж мебошанд. Дар айни замон, таъсири иқтисодӣ нави МБЭ дар тӯли ҳафт соли оянда, тибқи сценарии афзоиши ҳарорат дар сатҳи 1,5°C, ки барои тағйирот дар системаҳои энергетикӣ ҷаҳонӣ пешбинӣ шудааст, 7,2 ТВт-и заруриро илова мекунад. Бо вучуди ин, инсон ҳоло ё дар ояндаи наздик наметавонад аз манбаъҳои ғайритаҷдидшаванда ва анъанавӣ энергия даст кашад ва бисёр кишварҳо айни замон миқдори назарраси неруи барқи худро аз чунин манбаъҳо истеҳсол мекунанд.

Энергияи сӯзишвории истихроҷшаванда саҳми асосии гармшавии глобалии иқлим мебошад, зеро бахши энергетика $\frac{3}{4}$ партовҳои газҳои гулхонаиро ташкил медиҳад. Ба андешаи муаллиф. «Ҳадафи ниҳоии Созишномаи иқлимии Париж маҳдуд кардани афзоиши ҳарорати глобалӣ то 2°C то интиҳои асри ҷорӣ мебошад. Агар талаботи ин ҳуҷҷат иҷро карда шаванд, сохтори энергетикӣ ҷаҳонӣ бояд дар даҳсолаҳои оянда тағйироти куллиро аз сар гузаронад, ки аз ангишт ва сипас, аз газ ҳамчун сӯзишворӣ даст кашада, ба МБЭ гузаштан лозим аст. Мувофиқи маълумотҳо, то соли 2050, 90% неруи барқ аз МБЭ, аз ҷумла 70% аз шамол ва офтоб истеҳсол карда мешавад, ки ба назар ғайривоқеъ менамояд. Барои пешгирӣ аз тағйироти босуръати ҳарорати Замин, бисёр кишварҳо уҳдадорӣҳои бештареро барои бетарафии карбон гирифтаанд ва мақсад доранд, ки то соли 2050 ба он ноил шаванд» [39]



Расми 19. Самтҳои коҳиш додани партови газҳои гулхонаӣ дар соҳаи энергетике

Азбаски партовҳои саноатӣ (антропогенӣ)-и газҳои гулхонаӣ, қабл аз ҳама CO_2 дар баҳши энергетикаи ҷаҳонӣ, сабабгори асосии гармшавии глобалӣ ҳисобида мешаванд, аввалан андешидани тадбирҳои коҳишдиҳии баҳши энергетикаи камкарбон ва дар маҷмӯъ, тамоми соҳаҳои энергетика заруранд. Самтҳои асосии коҳиш додани партовҳои газҳои гулхонаӣ дар баҳши энергетика дар расми 19 нишон дода шудаанд. Мувофиқи нақшаи мазкур, самтҳои асосӣ аз энергетикаи ҳароратии бе CO_2 , МБЭ ва энергетикаи атомӣ иборатанд.

Ҳамин тавр, асоси МБЭ захираҳои иқлимӣ мебошанд, яъне захираҳои табиӣ тамомнашаванда, ки аз мавқеи географӣ ва шароитҳои иқлимӣ минтақаи муайян муайян карда мешаванд. Хусусиятҳои иқлимӣ минтақа асосан тарзи зиндагии аҳоли, мушаххасоти ҷабҳаҳои хоҷагидорӣ ва хусусиятҳои сохтмон ва инфрасохтори биноҳои истиқоматӣ, маъмури ва саноатиро муайян мекунанд. Бо фарқ аз захираҳои истихроҷшаванда, захираҳои иқлимӣ ҳангоми истифода тамом намешаванд ва табиатан барқароршаванда мебошанд. Ба ибораи дигар, «қонуниятҳои рушди МБЭ бо мавқеи географию орографию ва шароитҳои табиӣ иқлимӣ алоқамандии зиёд дорад. Зимни ин, МБЭ аз омилҳои табиӣ иқлимӣ – миқдори энергияи офтобӣ, ки ба Замин мерасад, қувваи шамол, ҳосилнокии биосфера ва мавҷудияти манбаҳои гидротермалӣ вобаста аст» [50]. Бо назардошти суханони болозикр, ҷадвали захираҳои табиӣ аз ҳолати иқлим вобаста – захираҳои табиӣ аз шароитҳои иқлимӣ муайян карда шудаанд (ҷадвали 7).

Ҷадвали 7. Захираҳои табиӣ ба иқлим вобаста ва бахшҳои аз иқлим вобастаи иқтисодӣ

Захираҳо	Соҳаҳои иқтисодӣ
Захираҳои энергетикӣ, аз ҷумла энергияи шамол ва гидроэнергетика	Кишоварзӣ
Ҳарҷоти энергия барои гармидиҳӣ (сардкунӣ)	Ҳоҷагии ҷангал
Захираҳои об	Моҳипарварӣ
Захираҳои агроиқлимӣ	Шикор
Сарватҳои ҳудудӣ	Гидроэнергетика
Захираҳои экологии инсон, аз ҷумла захираҳои марбут ба дараҷаи бемориҳо	Энергетикаи ғайрианъанавӣ
Нақлиёт	Ҳоҷагии коммуналӣ
ва монанди инҳо	Нақлиёти обӣ
	Рекреатсия ва сайёҳӣ ва ғайра

Ба андешаи инҷониб, бо назардошти хусусиятҳои иқлимӣ (баландӣ ва арзи географӣ, самти ҷойгиршавии маҳал)-и минтақаҳои алоҳидаи Ҷумҳурии Тоҷикистон, рушди энергетикаи офтобӣ бояд самти асосии фаъолият маҳсуб шавад. Аз ҷумла нуқтаҳои мушоҳидавӣ дар ҳудуди ХДЗ нишон медиҳанд, ки дар тарафи ғарбии он, дар минтақаи Панҷакент, ки дар баландии 1005 м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст, дар як сол 20 рӯзи абрӣ (бар асоси пасттарин пӯшиши абрӣ) бо 2820 соат офтобӣ дар як сол мавҷуд буда, дар қисмати шарқӣ, дар минтақаи Деҳавз, ки дар баландии 2560 м аз сатҳи баҳр воқеъ гардидааст, 40 рӯзи абрӣ дошта, солона офтоб 2097 соат нурпошӣ мекунад.

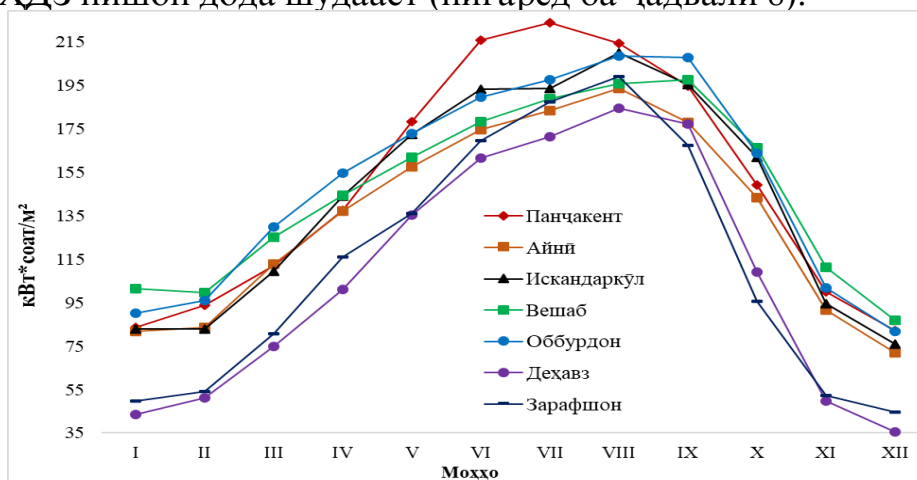
Дар ноҳияҳои ҷудогонаи минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳи Ҷумҳурии Тоҷикистон, бинобар нокифоя будани захираҳои гидроэнергетикӣ, мураккабии техникӣ ва арзиши баланди сохтмони хатти интиқоли барқ, насби дастгоҳҳои муосири офтобӣ бо технологияҳои нави пешрафта барои истехсоли неруи барқ аз ҷиҳати иҷтимоию иқтисодӣ имконпазир мегардад. Муаллиф бо истифода аз маълумотҳои Атласи ҷаҳонии офтобӣ, аз ҷумла портал, ки манбаи муҳим ва муассири иттилоот барои омӯзиши самаранокии энергияи офтобӣ ва арзёбии потенциали он дар минтақаҳои гуногуни ҷаҳон мебошад, вазъи ин мушкилотро арзёбӣ кардааст. Бо назардошти он, ки ин платформа барои ба даст овардани маълумоти дақиқ дар бораи радиатсияи офтобӣ, иқлими ҷаҳонӣ ва бузургҳои муҳимми энергетикӣ васеъ истифода мешавад, бинобар ин, мо таҳқиқоти минтақаҳои кӯҳию баландкӯҳи Ҷумҳурии Тоҷикистонро анҷом додем ва нуқтаҳои зеринро интихоб кардем: Панҷакент – 1; Айнӣ – 1, Кӯҳистони Масчоҳ – 3; Рашт – 1; Тоҷикобод – 1; Лахш – 1; Мурғоб – 1 (ҷадвали 8).

Ҷадвали 8. Тавсифоти гелиогеографии нуқтаҳои интихобшуда

Нуқтаҳо	Координатҳо	h, m	T, °C	Радиятсияи умумӣ, Вт·с/м ²
Панҷакент	39°29'51", 067°36'45"	993	12,1	1785,7
Айнӣ	39°23'40", 068°32'17"	1434	10,1	1609
Искандаркӯл	39°04'26", 068°22'00"	2192	7,5	1717,7
Вешаб	39°24'34", 068°56'20"	1876	7,9	1757,3
Оббурдон	39°24'25", 069°05'13"	1837	8,8	1794,8
Деҳавз	39°26'53", 070°11'40"	2569	3,5	1295,6
Зарафшон	39°28'13", 070°30'32"	3000	0,3	1352,5
Рашт	39°00'32", 070°09'10"	1276	10,3	1622,9
Тоҷикобод	39°08'29", 070°54'58"	1610	8,5	1461,4
Лахш	39°21'01", 071°33'53"	2022	5	1504,2
Ховаркӯл	39°04'43", 073°26'26"	3933	-6,7	2213,8

Атласи ҷаҳонии офтобӣ барои кишварҳои, ки захираҳои табиӣи вобаста ба иқлим доранд, аз ҷумла Ҷумҳурии Тоҷикистон, захираи муҳим буда, имкон медиҳад, ки маконҳои оптималии нерӯгоҳҳои офтобӣ, самти панелҳо ва истехсоли пешбинишудаи энергияи офтобӣ дар шароити гуногуни географӣ ҳисоб карда шаванд; он инчунин имкон медиҳад, ки таҳлили муфассали минтақавӣ барои қабули қарорҳои стратегӣ дар рушди МБЭ анҷом дода шавад; ва имконияти беназиреро барои омӯзиши потенциали энергияи офтобӣ дар минтақаҳои гуногун ва муайян кардани минтақасоҳе, ки потенциали баланди

МБЭ доранд, шароит фароҳам меорад. Минтақаҳое, ки дар онҳо минтақаҳо (нуқтаҳо) бо сатҳи баланди радиатсияи офтобӣ интиҳоб шудаанд, барои татбиқи лоиҳаҳои энергияи офтобӣ умедбахш мебошанд. Дар расми 20 тағйирёбии солони нурпошии мустақими муқаррариро дар нуқтаҳои интиҳобшудаи ҲДЗ нишон дода шудааст (нигаред ба чадвали 8).



Расми 20. Гардиши солони радиатсияи рости муқаррарӣ дар нуқтаҳои интиҳобии ҲДЗ

Қисми марказии ҲДЗ яке аз минтақаҳои хушқтарин ва камбориштарини Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад, яъне дар давраҳои ҳаво нисбатан абрнок будан, давомнокии радиатсия дар Вешаб ва Оббурдон нисбат ба Панҷакент зиёдтар аст (расми 20), ки ин аз он сабаб аст, ки давомнокии нури офтоб дар ҳар нуқта аз дарозии рӯз ва сатҳи пӯшидаи абрӣ вобаста аст ва аз шимол ба ҷануб меафзояд. Аммо, дар баробари ин бояд зикр намуд, ки тақсимои арзии афқанишоти офтобӣ аксар вақт аз сабаби мавҷудияти абрнокии пурра, ки ба нақшаҳои гардиши атмосфера вобаста аст, таҳриф мешавад.

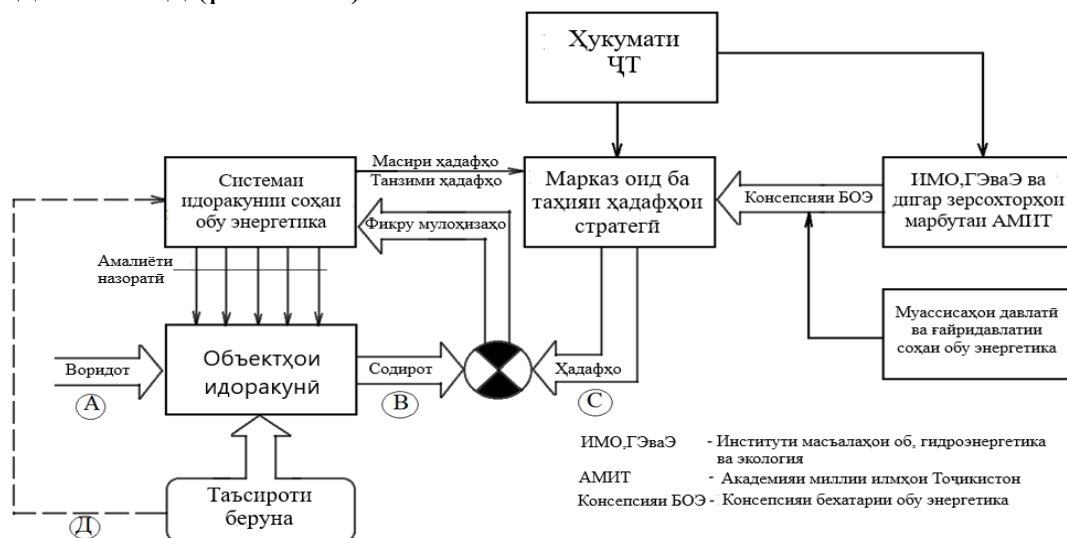
Бо назардошти он, ки аксари дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон - Яғноб, Зарафшон, Вахш, Кофирниҳон, Обихингоб, Сурхоб ва инчунин, ташкилдиҳандаҳои асосии дарёи Панҷ - Ванҷ, Язғулом, Бартанг, Ғунд, Шохдара, Помир ва дигар дарёҳо нисбат ба ҳамдигар ба таври мувозӣ ҷойгиранд, яке аз роҳҳои асосии танзими маҷрои дарёҳо ва рушди бахшҳои энергетикӣ, саноатӣ, иқтисодӣ ва кишоварзии ҷумҳурӣ таҳияву татбиқи нақшаҳои танзими маҷрои дарёҳои байниҳавзавӣ тавассути интиқол аз ҳавзаи дигари обтақсимкунӣ ва ҳавзаи обтақсимкунии дигар дар давраҳои камобӣ, барои ташкили фаъолияти силсиланерӯгоҳҳои барқи обӣ дар речаи доимӣ мебошад.

Тақсимои маҷрои байниҳавзавӣ дар солҳои камобӣ ба афзоиши самаранокии энергетикӣ дар дарёҳои ҳавза, махсусан хангоми сохтмони силсиланерӯгоҳҳои барқи обӣ мусоидат мекунад, дар ҳоле ки маҷрои иловагӣ норасоии маҷрои мавҷударо дар давраҳои камобӣ ҷуброн мекунад. Аз ҷумла, амалӣ намудани тақсимои маҷрои байниҳавзавӣ тавассути сохтмони сарбанд дар дарёи Ванҷ амалӣ карда мешавад, ки бо ин роҳ обанбор бо роҳи рехтани об ва нақби таъминоти оби байниҳавзавӣ бунёд карда мешавад, имкон медиҳад, ки ҳаҷми зарурии об аз ҳавзаи обтақсимкунии дарёи Ванҷ интиқол дода шавад ва маҷрои он афзоиш ёбад.

Бехатарии обу энергетикаи ҷумҳурӣ метавонад тавассути таъмини кори бехатар ва бозътимоди таҷҳизоти неругоҳҳои барқи обӣ; «истифодаи бехатарии иншоотҳои гидротехникӣ; тавсияҳо оид ба истифодаи захираҳои обу энергетикӣ; қабули қарорҳои огоҳона оид ба муқаррар кардани речаҳои обкашӣ ва пуркунии обанборҳо; таҳияи тавсияҳо оид ба идоракунии фаъолияти обан-

борҳо; истехсоли максималии неруи барқ ва системаҳои обёрии самаранок тавассути интихоби реҷаҳои оптималии обу энергетика барои неругоҳҳои барқи обӣ ва сислсиланеругоҳҳои барқи обӣ бо риояи маҳдудиятҳои муайянкардаи мақомоти ваколатдор ба даст оварда шавад» [3].

Модели концептуалии идоракунии соҳаи обу энергетика имкон медиҳад, ки захираҳои об барои эҳтиёҷоти системаи таъминоти об (оби нӯшокӣ, хизматрасонии коммуналӣ, кишоварзӣ, хизматрасонии санитарӣ ва беҳдошт), кишоварзӣ, неругоҳҳои барқи обӣ, моҳипарварӣ ва фароғат пурра ва самаранок истифода шаванд (расми 21).



Расми 21. Амсилаи концептуалии идоракунии бехатарии обу энергетика

Ҷомеаи илмӣ консепсияи бехатарии обу энергетикӣ кишварро таҳия мекунад, ки дар асоси он Маркази таҳияи ҳадафҳои стратегӣ сиёсати умумиро барои ноил шудан ба ҳадафи зикршуда таҳия мекунад.

«Объектҳои соҳаи обу энергетика аз ҷониби система таҳти таъсири таъсири беруна идора карда мешаванд. Ноил шудан ба ҳадафи пешбинишуда аз ҷониби иншооти назоратшаванда бо ҳадафи муқарраршуда муқоиса карда мешавад. Натиҷаи ин муқоисаи ҳадаф ба системаи идоракунии соҳаи обу энергетика баргардонида мешавад. Агар ҳадаф пурра ба даст оварда шавад, системаи идоракунии ба Марказ дар бораи ин дастовард хабар медиҳад; дар акси ҳол, системаи идоракунии ислоҳи ҳадафро талаб мекунад» [3]. Ҳамин тавр, бузургҳои воридоту содирот объектҳои назоратшаванда, таркиби ҳадаф ва намудҳои таъсири беруна дар ҷадвали 9 оварда шудаанд.

Ҷадвали 9. Бузургҳои воридотию содиротӣ ва ҳадафҳо

А	В
<ul style="list-style-type: none"> - Ҳаҷми маҷрои об; - Маводҳо; - Боришот; - Мушкilotи экологӣ; - Бухоршавӣ; - Полоиш; - Ҳодисоти сел; - Лойикашавии обанбор; - Сифати об. 	<ul style="list-style-type: none"> - Энергетикӣ; - Обёрӣ; - Обтаъминнамоӣ; - Ҳаҷми маҷрои об дар поёноб; - Сифати об; - Хусусиятҳои фаъолият; - Ихроҷи озод.

Идомаи ҷадвали 9	
С	Д
<ul style="list-style-type: none"> - Танзими ҳадафҳо; - Азнавсозии иқтидорҳои истеҳсолкунанда; - Ба истифода додани иншоотҳои нави обӣ-энергетикӣ; - Ба истифода додани системаҳои обёрӣ; - Ниғаҳдории об. 	<ul style="list-style-type: none"> - Шароитҳои иқлимӣ ва хатарҳои амниятӣ; - Шароитҳои пешгӯйинашаванда; - Заминчунбӣ; - Равандҳои эндогенӣ ва экзогенӣ дар минтақаҳои соҳилии обанбор.

Бартариҳои модели концептуалӣ барои беҳтар намудани идоракунии соҳаи обу энергетика дар сатҳи минтақавӣ дар гузариш аз равиши фармондеҳию назоратӣ ба равиши системавӣ дар доираи бузургиҳои гидрографӣ, энергетикӣ ва истеъмоли мебошад. Дар давраҳои серобӣ ва барзиёдии нерӯи барқи неругоҳҳои барқи обӣ бо обанборҳои бузург ва бисёрсола ба ҳолати нигоҳдории об ва коҳиши истеҳсоли нерӯи барқ гузаронида мешаванд, дар ҳоле ки дар давраҳои камобӣ онҳо ба ҳолати истеҳсоли нерӯи барқ нигаронида мешаванд.

Боби панҷум «**Пайомадҳои экологӣ ва иқтисодии ҳодисаҳои хатарноки табиӣ марбут ба тағйирёбии иқлим**» ба натиҷаҳои таҳқиқот оид ба ҳодисаҳои хатарноки табиӣ дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим, пайомадҳои экологӣ ва географӣ ва хисороти иҷтимоӣ ва иқтисодӣ дар шароити пайдоиши офатҳои хатарноки иқлимӣ ва таҳлили хатарҳои вазъиятӣ ва коҳиши онҳо дар шароити ҳодисаҳои фавқуллодаи гидрометеорологӣ бахшида шудааст.

Гармшавии глобалии иқлим миқдор ва шиддатёбии ОТГ ва ОХГ-ро дар ҳудуди географии кишварҳои Осиёи Марказӣ, аз ҷумла Тоҷикистон, афзоиш медиҳад ва бо ин васила осебпазирии онҳоро ба тағйирёбии иқлим зиёд гардонад. Тоҷикистон осебпазиртарин кишвар дар минтақаи Осиёи Марказӣ ба тағйирёбии иқлим мебошад.

«Ҳамасола дар кишвари мо офатҳои табиӣ, аз ҷумла хушксолӣ, обхезӣ, тарма ва ярҷ, ба аҳоли ва иқтисодиёт хисороти ҷиддӣ мерасонанд», - зикр намуданд Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми худ ба парлумони кишвар (28.12.2023). Дар ҳақиқат, суханони Пешвои миллат дурустанд, зеро «дар давраи солҳои 2001-2022, дар ҳудуди ҷумҳурӣ соллона ба ҳисоби миёна 483 офатҳои табиӣ марбут ба иқлим ба амал омадааст, ки боиси хисороти назарраси иқтисодӣ ва талафоти ҷонӣ гардидаанд» [8]. Аз ҷумла, дар панҷ соли охир (2018-2022) 2118 офатҳои табиӣ ба қайд гирифта шудааст, ки қисми зиёди онҳо сирф ОХГ, ба монанди тармафарой (54,25%), сел (15,39%), сангрзӣ (8,50%), шамоли саҳт (4,58%), баланд шудани сатҳи об (3,92%) ва борони шадид (2,74%) буданд.

Мувофиқи маълумоти Агентии обу ҳавошиносии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҳамасола дар ҷумҳурӣ ба ҳисоби миёна 250-300 ҳодисаи ОХГ мушоҳида мешавад, ки ба нишондиҳандаҳои иқтисодии кишвар таъсири манфии назаррас мерасонанд ва мутаассифона, боиси талафоти ҷонӣ мешаванд. Офатҳои табиӣ марбут ба иқлим, ки соллона то 500 чунин ҳодисаҳо рух медиҳанд ва таъсири манфии онҳо ба бахшҳои асосии иҷтимоӣ ва иқтисодии ҷумҳурӣ боиси аз 20 то 100 млн доллари ИМА хисорот мешаванд. Аз ҷумла, аз рӯи маълумотҳои Маркази минтақавии экологии Осиёи Марказӣ, ОХГ, ки дар давраи солҳои 1997-2009 рух додаанд, ҷони 933 нафар одамро гирифта, хисороти онҳо ба 1,15 млрд сомонӣ расонидаанд, дар ҳоле ки обхезиҳои калонмиқёс дар солҳои

1998-1999 55 млн доллари ИМА хисорот ба бор овардаанд, ки обхезиҳои солҳои 1998, 1999, 2005 ва 2010 харобиовартарин буданд. Муайян карда шудааст, ки аз соли 1991 то 2000 хисороти солона ба талафоти сеяки маҳсулоти кишоварзӣ баробар будааст. Дар чадвали 10 дар бораи миқдори фавтидагон аз ҳолатҳои фавқулоддаи табиӣ ва иқлимӣ дар саросари ҷумҳурӣ дар даҳ соли охир (солҳои 2012-2023) маълумот оварда шудааст.

Чадвали 10. Шумораи фавтидагон аз ҳолатҳои фавқулоддаи табиӣ ва иқлимӣ дар давраи солҳои 2012-2023

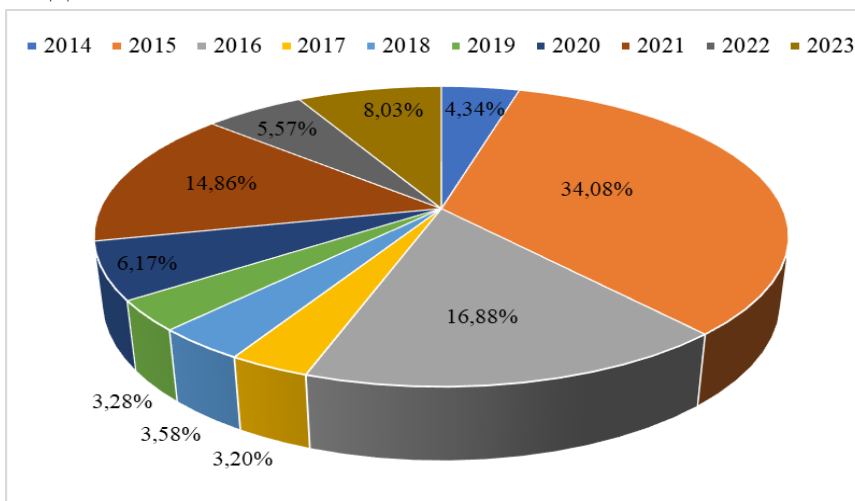
	Заминчунӣ	Тарма	Фуруравӣ	Резиши санг	Шамоли саҳл	Борони саҳл	Туман	Раъду барқ	Сел	Яхбани
2012	1	15	-	2	1	-	-	-	7	-
2013	-	5	-	5	-	-	-	-	-	2
2014	-	2	-	3	-	3	-	-	22	-
2015	3	6	-	11	-	9	-	-	9	-
2016	-	-	-	12	-	1	-	-	7	-
2017	-	21	-	3	1	-	-	-	1	2
2018	-	-	-	4	2	-	5	2	3	1
2019	-	9	-	3	2	-	-	1	7	-
2020	-	2	-	-	-	-	-	2	4	-
2021	5	7	5	2	-	-	-	1	22	-
2022	-	2	-	2	-	-	-	2	2	-
2023	-	24	1	-	-	-	-	2	24	-

Муайян карда шудааст (ҷадвали 10), ки дар тамоми қаламрави ҷумҳурӣ (солҳои 2012-2023) 302 нафар фавтидаанд, ки 82%-и онҳо дар натиҷаи ОХГ, ҷумла аз сел (35,76%), тарма (30,79%) ва сангрезаҳо (15,56%) ба амал омадаанд. Ҳамзамон, ошкор карда шудааст, ки дар давраи таҳқиқот танҳо дар соли 2013 ягон фавти марбут ба сел ба қайд гирифта нашудааст ва дар солҳои 2016 ва 2018 ягон фавти марбут ба тарма ба қайд гирифта нашудааст. Таҳлил ва арзёбӣ нишон медиҳад, ки солҳои камтарин фавтидагон солҳои 2020 ва 2022 (8 ҳолат) буданд, дар ҳоле ки солҳои шумораи бештари қурбониён 2023, 2021 ва 2015 буданд, ки мутаносибан 16,89%, 13,91% ва 12,58% мебошад. Маълумоти дар боло овардашуда пешгӯиҳои ҷаҳониرو тасдиқ мекунад. Аз ҷумла, тибқи омори байналмилалӣ, интизор меравад, ки шумораи фавтидагон бинобар сабаби тағйирёбии иқлим дар давраи солҳои 2030-2050 соле ба 250 000 нафар мерасад.

Аз рӯи маълумоти Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз соли 2014 то 2023 дар саросари Ҷумҳурии Тоҷикистон 5988 офатҳои табиӣ ва иқлимӣ, ки зуд-зуд ва сершумор рух медиҳанд, яъне соле 600 ҳодиса ба қайд гирифта шудааст.

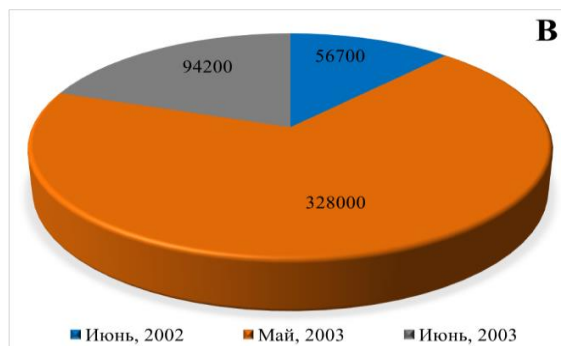
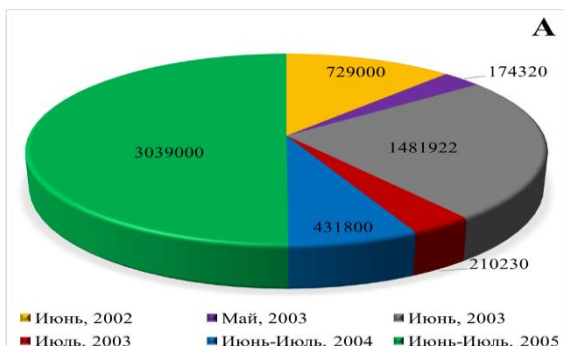
Тибқи иттилои бюллетени солонаи Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз соли 2010 то 2023 офатҳои таби-

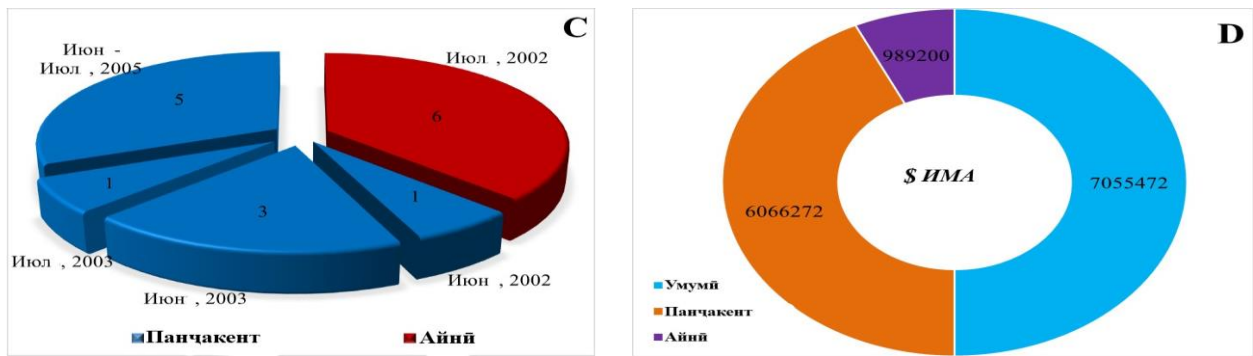
ии хусусияти иқлимидошта ба иқтисодиёти ҷумҳурӣ ба маблағи беш аз 1 млрд сомонӣ хисорот расонидаанд, ки аз ин шумора 93,73%-и он дар давраи солҳои 2014-2023 рух додааст. Мувофиқи диаграмма (расми 22), беш аз 65%-и хисороти иқтисодӣ дар солҳои 2015 (34,08%), 2016 (16,88%) ва 2021 (14,86%) рух додааст. Дар асоси маълумоти бадастомада, ба хулосае омаданд, ки дар солҳои 2022, 2019 ва 2023 ин раванди манфӣ асосан бо миқдори зиёди боронҳои шадид ва сел алоқаманд аст.



Расми 22. Хисороти иқтисодӣ аз офатҳои табиӣ аз соли 2014 то 2023, бо фоиз

Бо фарқ аз дигар минтақаҳои кишвар, ХДЗ ҳамчун минтақаи кӯҳсор ва баландкӯҳ ба раванди тағйирёбии иқлим хеле ҳассос аст, ки бо мавҷудияти равандҳои хатарноки табию иқлимӣ – обхезӣ, сел, тармафароӣ ва ярҷ тавсиф мешавад. Тасдиқ карда шудааст, ки аксари маҳалҳои аҳолинишини минтақаҳои кӯҳсор ва доманакӯҳии ХДЗ (Панҷакент, ноҳияи Айнӣ) ҳамасола ба хисороти назарраси иҷтимоию иқтисодӣ дучор мешаванд, ки аксар вақт бо талафоти ҷонӣ ҳамроҳ мешавад. Дар расми 23 (А, В) натиҷаҳои арзёбии миқдори хисороти иқтисодӣ барои давраи солҳои 2002-2005 ва миқдори қурбониён (А) ва хисороти умумии иқтисодӣ (В) дар шаҳри Панҷакент ва ноҳияи Айнӣ дар давраи обхезиҳои солҳои 2002-2005 (расми 23 (С, D)) нишон дода шудаанд.

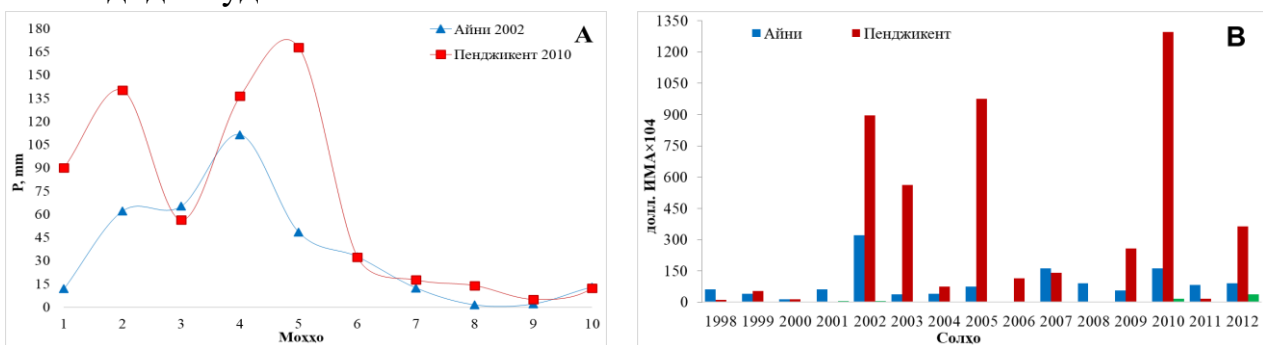




Расми 23. Андозаи хисороти иқтисодӣ дар Панҷакент (А) ва Айнӣ (В), ва шумораи умумии фавтидагон (С) ва хисороти умумии иқтисодӣ (D) ҳангоми солҳои 2002-2005

Ҳаҷми хисороти иқтисодӣ аз ҳолатҳои фавқулодда дар шаҳри Панҷакент ва ноҳияи Айнӣ дар солҳои 2002-2005 (расми 23 (А, D)) беш аз ҳафт млн доллари ИМА, аз ҷумла вайроншавии биноҳои истиқоматӣ – 2,49 млн. \$ИМА, роҳҳои мошингард – 1,22 млн. \$ИМА, каналҳои обёрӣ – 793 ҳаз. \$ИМА, купрукҳо ва гузаргоҳҳо – 467 ҳаз. \$ИМА ва иншоотҳои соҳилмустаҳкамнамоӣ – 32 ҳаз. \$ИМА-ро ташкил медиҳад.

Мувофиқи маълумотҳои бадастовардаи муаллиф дар асоси омили Кумитаи ҳолатҳои фавқулодда ва муҳофизати граждони Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар соли 2010 дар Панҷакент обхезии фоҷиабори калонмиқёс бо хисороти умумии иқтисодии 4,66 млн доллари ИМА ба қайд гирифта шудааст. Манзараи ба ин монанд дар ноҳияи Айнӣ дар соли 2002 бо хисороти иқтисодии беш аз 3 млн доллари ИМА мушоҳида шудааст (расми 24 (В)). Пойгоҳҳои метеорологӣ, ки дар марказҳои маъмурии ноҳияҳои кӯҳсор ҷойгир шудаанд, боришоти шадидро дар шакли борон сабт карданд ва ин тақсими мавсимии боришот дар солҳои 2002 ноҳияи Айнӣ ва соли 2010 дар шаҳри Панҷакент расми 24 (А) нишон дода шудааст.



Расми 24. Боришоти миёнаи моҳона дар ноҳияи Айнӣ ва шаҳри Панҷакент (А) ва хисороти умумии иқтисодӣ аз обхезӣ дар ин минтақаҳо (В)

Тағйирёбии шадиди боришоти атмосферӣ дар Айнӣ ва Панҷакент, дар ХДЗ давоми солҳои 2002 ва 2010 ба қайд гирифта шуданд, вале дар тӯли чанд сол яқсон шуданд. Бинобар ин, дар ҳоле ки қиматҳои миёнаи бузургҳои метеорологӣ дар фосилаҳои тӯлонии вақт барои муайян намудани пешгӯиҳои бисёрсолаи шароити обу ҳавои ҳавза муҳиманд, арзёбӣ ва пешгӯии ҳолатҳои

фавкулудда таҳлил ва чамъбасти арзишҳои онҳоро дар давраҳои кӯтоҳтар (даҳрӯза ва ҳаррӯза) талаб мекунад.

Дар ҳавзаи таҳқиқотӣ системаи муассири идоракунии офатҳои табиӣ ба рои пешгирӣ ва коҳишдиҳии офатҳои табиӣ таъсис дода шудааст. Хисороти расонидашуда ба аҳоли дар натиҷаи ҳодисаҳои гуногуни хатарнок метавонад дар талафоти ҷонӣ, бемориҳое, ки ба маъҷубӣ оварда мерасонанд ва бад шудани сатҳи зиндагӣ зоҳир шавад. Хисороти расонидашуда ба муҳити табиӣ дар бад шудани он, аз даст додани фазои аз ҷиҳати иқтисодӣ арзишманд, хароҷоти барқарорсозӣ ва ғайра ифода меёбад. Бинобар ин, дар ҷадвали 11 хисороти чамъбастшуда аз ҳолатҳои фавкулудда дар ду маркази маъмурии ХДЗ нишон дода шудааст.

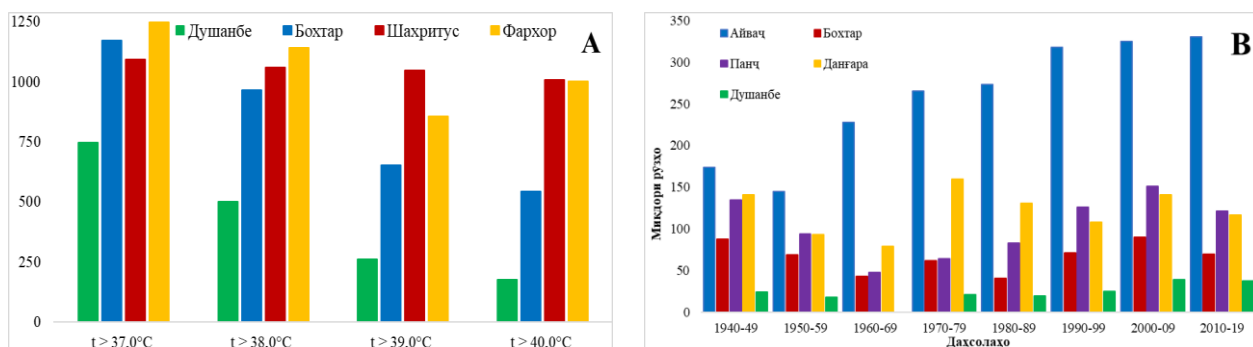
Ҷадвали 11. Хисорот аз ОХГ ба системаҳои алоқа, обёрӣ ва дигар иншооти иҷтимоӣ дар давраи солҳои 1998-2016

Номгӯи объектҳо	Айни	Панҷакент
Мактаб	6	26
Мағоза	1	6
Хонаи истиқоматӣ	719	1746
Замини кишт (га)	41	1462
Боғ (га)	8,65	134,6
Ҷангал (га)	260	–
Ҳоҷагии деҳқонӣ	697	915
Ферма	16	27
Роҳ (км)	407	416,15
Купрук	51	84
Чорво (сар)	873	243
Системаи обёрӣ (км)	228,2	232,6
Қубурҳои обрасон (км)	3,9	11,4
Системаи коммуникатсионӣ (км)	1,2	–
Қубурҳои газгузар (км)	–	1,8
Насосҳои обкашӣ	–	26
Трансформатор	13	–

Аз соли 1998 то 2016 (ҷадвали 12), дар ноҳияи Айнӣ ва шаҳри Панҷакент ОТГ ва ОХГ мушоҳида ва ба қайд гирифта шуданд, ки мутахассисон сабабҳои пайдоиши онҳоро таҳқиқ карданд. Хисороти марбут ба харобшавии пурра ё қисман инфрасохтор, «биноҳо ва воситаҳои нақлиёт, инчунин аз даст додани заминҳои кишоварзӣ, обёрӣ ва иншоотҳои гидротехникӣ ба ҷузъҳои зарари мустақим дохил карда мешаванд» [13]. Ба ҷузъҳои хисороти мустақим, инчунин хисороти ҳосилро дар бар мегиранд, агар ҳолатҳои фавкулудда дар мавсими кишт ва чамъоварии ҳосил рух диҳанд. Ғайр аз ин, хароҷоти барқарорсозии инфрасохтор аз намуди ҳолатҳои фавкулудда ва миқёси оқибатҳои он вобаста аст.

Муайян карда шудааст, ки дар солҳои охир мавҷҳои гармӣ, ки бо бад шудани саломатии инсон, афзоиши шумораи сӯхторҳои ҷангал, коҳиши ҳосили кишоварзӣ, ифлосшавии об ва дигар омилҳо ҳамроҳӣ мекунанд, ба омили асосии таъсиррасон ба басомади давраҳои гарми ғайримуқаррарӣ дар бисёр кишварҳои ҷаҳон табдил ёфтаанд.

«Мавҷҳои гармӣ» дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо истифода аз ҳолатҳои максималии мутлақи 37°C ё баландтар, дар пойгоҳҳои метеорологӣ бо сабтҳои мушоҳидаҳои бисёрсола (барои давраи солҳои 1940-2016) таҳлил ва арзёбӣ карда шуданд. Натиҷаҳои таҳлили муқоисаи басомади ҳодисаҳои гармшавӣ дар давраи солҳои 1940-2019, ки бар асоси мушоҳидаҳои бисёрсолаи пойгоҳҳои метеорологӣ дар Душанбе, Бохтар, Фархор ва Шаҳритус гузаронида шудаанд, дар расми 25 нишон дода шудаанд.



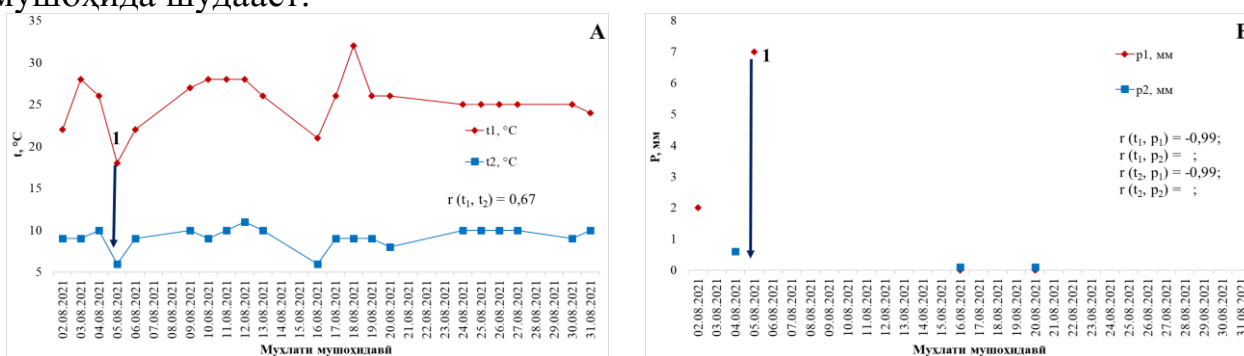
Расми 25. Басомади гармиҳо дар давраи солҳои 1940-2016 дар ҷанубу ғарби Тоҷикистон аз рӯи ҳарорати максималии аз $37,0^{\circ}\text{C}$ то $40,0^{\circ}\text{C}$ (А) ва миқдори ҳолатҳо бо ҳарорати $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$ давоми даҳсолаҳо барои давраи солҳои 1940-2019 (В)

Аз гистограммаи расми 25 (А) маълум мешавад, ки дар давраи солҳои 1940-2016 дар Душанбе 1689 ҳолати ҳарорати баланд аз $t \geq 37,0^{\circ}\text{C}$ то $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$, дар Бохтар 3337 ҳолат, дар ноҳияи Шаҳритус 4213 ҳолат ва дар ноҳияи Фархор 4252 ҳолат ба қайд гирифта шудаанд, ки аз ин миқдор танҳо 31,6% ҳарорати $37,0-37,9^{\circ}\text{C}$, 27,2% ҳарорати $38,0-38,9^{\circ}\text{C}$, 20,9% ҳарорати $39,0-39,9^{\circ}\text{C}$ ва 20,3% ҳарорати $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$ буданд. Муайян карда шуд, ки дар Душанбе ҳарорати баланди рӯзонаи $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$ соле 10,5% ба амал меояд, дар ҳоле ки барои Бохтар ва ноҳияҳои Шаҳритусу Фархор ин нишондиҳанда мутаносибан 16,3%, 23,9% ва 23,6%-ро ташкил медиҳад. Дар расми 25 (В) гистограммаҳои миқдори умумии ҳолатҳо бо ҳарорати максималии мутлақи $t \geq 40,0^{\circ}\text{C}$ дар тӯли даҳсолаҳои давраи солҳои 1940-2019 нишон дода шудааст, ки бар асоси мушоҳидаҳои бисёрсола дар пойгоҳҳои обуҳавошиносии Шаҳритус (Айвач), Панҷ, Бохтар, Данғара ва Душанбе гузаронида шудааст.

Дар баробари ин, зикр намудан ба маврид аст, ки тағйирот дар шароити метеорологӣ ва дар натиҷа, пайдоиши сел бо тағйирот дар бузургҳои асосии метеорологӣ (ҳарорат, боришот) зич алоқаманд аст, вале то имрӯз таҳлили ин робита гузаронида нашудааст.

Бо мақсади муайян намудани қонунмандии илмӣ, поёнтар таҳлили робитаи байни пайдоиши ОХГ ва тағйирёбии шароитҳои метеорологиро пешниҳод менамоем. Мувофиқи маълумоти Кумитаи ҳолатҳои фавқулодда ва мудофияи граждании назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, «бузургтарин ва харобиовартарин селҳо дар 6, 11 ва 13 май рух додаанд. Инчунин, ба ин монанд чараёнҳои селӣ дар 14, 19 ва 28 июл ва 5 августи соли 2021 мушоҳида шудааст. Бинобар ин, ин ҳодисаҳо ҳамчун мавзӯи ин бахши кор интиҳоб карда шуданд. Азбаски селҳое, ки моҳи май рух додаанд, қариб ҳамаи минтақаҳои ҷумҳуриро фаро гирифтаанд, барои таҳлили маълумот дар бораи онҳо аз маълумоти 12 пойгоҳи метеорологӣ, ки дар баландиҳои аз 1000 то

3000 метр ва дар минтақаҳои гуногуни кишвар (асосан минтақаҳои кӯҳсори Тоҷикистони Марказӣ) чойгир шудаанд, истифода гардиданд ва барои ҳамаи ҳодисаҳои дигар, 5 пойгоҳи обуҳавосанҷӣ (Сангвор, Лахш, Деҳавз, Искандаркӯл ва Шаҳристон), ки ба минтақаи пайдоиши сел наздиканд ё пойгоҳҳои метеорологие, ки барои пайдоиши ҷараёнҳои сел дар шароитҳои обу ҳаво мувофиқанд, истифода шуданд» [8]. Аз ҷумла, дар вақти ба вучуд омадани ҷараёни сел дар 19.07. ва 5.08.2021 дар ҷамоатҳои Ёрӣ ва Амондараи шаҳри Панҷакент, маълумоти се пойгоҳи метеорологӣи ХДЗ – Деҳавз, Искандаркӯл ва Шаҳристон истифода шудааст, дар ҳоле ки дар пойгоҳи метеорологӣи Панҷакент, ки дар наздикии макони сел воқеъ гардидааст, боришот ба қайд гирифта нашудааст ва дар ин вақт, минтақаҳои баландкӯҳ боришоти шадид мушоҳида шудааст.



Расми 26. Маълумот оид ба ҳарорати рӯзона (t_1) ва шабона (t_2) (А) ва инчунин, боришоти атмосферӣи рӯзона (p_1) ва шабона (p_2) (В) дар моҳи августи соли 2021 аз рӯйи мушоҳидаҳои шабакаи обуҳавосанҷии Искандаркӯл

Эзоҳ: дар расм тир борони сели 5 августи соли 2021-ро нишон медиҳад.

Тавре аз расми 26 (В) дида мешавад, пойгоҳи метеорологӣи Искандаркӯл дар рӯзи сели 5 августи соли 2021 танҳо 7 мм боришотро ба қайд гирифтааст. Мавриди муҳим ба зикр аст, ки дар тамоми моҳи августи соли 2021 ин пойгоҳи обуҳавосанҷӣ танҳо 9,2 мм боришотро сабт намудааст.

Ҳарчанд миқдори боришот дар се пойгоҳи метеорологӣи ночиз аст, вале ин нишон медиҳад, ки боришот дар пойгоҳҳои обуҳавосанҷӣ, ки дур аз макони ҳодиса воқеъ гардидаанд, аммо пойгоҳҳои дар баландкӯҳҳо (Деҳавз, Искандаркӯл, Шаҳристон) чойгирбуда, то ҳол мушоҳида мешавад. Бинобар ин, эҳтимоли зиёд вучуд дорад, ки массаи ҳавои намнок ба ҳудуди водии Зарафшон, мисли тамоми Тоҷикистон аз ғарб ворид шуда, боришоти худро ба қисматҳои ғарбии водӣ паҳн кардааст ва инчунин, кӯҳҳо монеи гузаштани массаҳои ҳавои намнок шудаанд.

НАТИҶА ВА ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

1. Тағйирёбии иқлим бо тағйирёбии гардиши умумии атмосфера (марказҳои синоптикию иқлимӣ) зич алоқаманд мешавад, ки рафтори марказҳои атмосферӣ ба минтақаи таҳқиқотӣ таъсиркунандаро тавсиф медиҳанд. Муқаррар карда шуд, ки зимни афзоиши ҳарорати миёнаи глобалӣ дар моҳҳои июли солҳои 1943-2023 ба $R^2 = 0,804$ баробар будан, он давоми солҳои 1961-2011 дар кишвар ба андозаи $0,2-1,9^\circ\text{C}$ боло рафта, афзоиши бештари ҳарорат дар давраи тирамоҳу зимистон $0,6^\circ\text{C}$ дар водӣ ва $0,7^\circ\text{C}$ дар кӯҳҳо мушоҳида мегардад ва инчунин, дар давраи баҳору тобистон афзоиши миёнаи

он дар саросари кишвар $0,1-0,4^{\circ}\text{C}$ -ро ташкил медиҳад [7-М; 26-М; 29-М; 36-М; 62-М; 69-М; 70-М].

2. Тағйирёбии иқлими минтақавии Тоҷикистон вобаста ба шароити географию орографӣ ва тақсимои минтақавию баландӣ фарқ мекунад: барои ҳар даҳсолаи давраи солҳои 1931-2020 тамоюл барои водӣ ва ҳамворӣ (то 1000 м) $0,19^{\circ}\text{C}$, барои минтақаҳои гузариш аз водӣ ба баландкӯҳ (то 2000 м) – $0,11^{\circ}\text{C}$, барои ноҳияҳои кӯҳӣ (аз 2000 то 3000 м) – $0,11^{\circ}\text{C}$ ва барои минтақаҳои баландкӯҳ (беша аз 3000 м) – $0,07^{\circ}\text{C}$ мебошад. Ҳарорати мавсимии зимистона $0,32^{\circ}\text{C}$, баҳорӣ – $0,51^{\circ}\text{C}$, тобистонӣ – $0,22^{\circ}\text{C}$ ва тирамоҳӣ – $0,17^{\circ}\text{C}$ -ро ташкил медиҳад. Дар Тоҷикистон барои давраи солҳои 1940-2020 миқдори солонаи боришот дар баландии то 1000 м бо тамоюли $R^2 = 0,002$ коҳиш ёфта, дар баландиҳои аз 1000 то 2000 бо нишондиҳандаи $R^2 = 0,031$ меафзояд ва дар минтақаҳои баландкӯҳи болотар аз 2500 м бо қимати $R^2 = 6\text{E}-06$ бетағйир боқӣ мемонад [1-М; 12-М; 22-М; 23-М; 36-М].

3. Мувофиқи стандарти сисолаи тағйирёбии иқлим, ҳарорати миёнаи бисёрсола дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ, дар мисоли ҳавзаи дарёи Зарафшон, тамоюли равшани болоравӣ дошта, ин нишондиҳанда ба $0,21^{\circ}\text{C}-12,3^{\circ}\text{C}$ (дар солҳои 1931-1960), $4,33^{\circ}\text{C}-12,6^{\circ}\text{C}$ (солҳои 1961-1990) ва $4,69^{\circ}\text{C}-13,2^{\circ}\text{C}$ (солҳои 1991-2020) мерасад ва дар Анзоб, баръакс, пастшавии ҳарорат мушоҳида мешавад ($-2,03^{\circ}\text{C}$; $-1,79^{\circ}\text{C}$; $-1,53^{\circ}\text{C}$). Ҳамзамон, бар асоси қиматҳои миёнаи ҳарорати даҳсола барои давраи солҳои 1931-2020, дар пойгоҳҳои метеорологии водии Зарафшон тамоюли афзоиш муайян кард шуд: $R^2 = 0,791$ (Панҷакент); $R^2 = 0,427$ (Сангистон); $R^2 = 0,692$ (Мадрушкат); $R^2 = 0,598$ (Искандаркӯл) и $R^2 = 0,422$ (Деҳавз) [18-М; 25-М; 33-М].

4. Вобастагии коррелясионии ҳарорат дар пойгоҳҳои обухавосанҷии ҳавзаи дарёи Зарафшон барои ду давраи сисолаи солҳои 1961-1990 ва 1991-2020 ду қимати гуногун: коррелятсияи назарраси ҳарорат байни пойгоҳҳои метеорологии Искандаркӯл ва Деҳавз (0,962) дар солҳои 1961-1990 ва қимати пасттарини коррелятсия байни пойгоҳҳои обухавосанҷии Сангистон ва Деҳавз (0,257) дар солҳои 1991-2020 доранд. Ҳамчунин, вобастагии назарраси коррелятсияи боришот байни маълумоти пойгоҳҳои обухавосанҷӣ Сангистон ва Искандаркӯл (0,906) дар солҳои 1991-2020 ва нишондиҳандаи пасттарин байни пойгоҳҳои метеорологии Панҷакент ва Искандаркӯл (0,313) мушоҳида карда шудааст. Ҳисобҳои омории метеорологӣ имкон медиҳанд, то зикр намоем, ки вобастагии коррелясионии ҳарорат дар солҳои 1991-2020 нисбат ба нишондодҳои солҳои 1961-1990 суст буда, вобастагии коррелясионии боришоти атмосферӣ бошад, тақрибан баръакси қиматҳои ҳарорат мебошад [18-М; 25-М; 33-М].

5. Дар асоси таҳлилҳои муқоисавӣ муайян карда шуд, ки гармшавии иқлим ба баландшавии маҷрои оби дарёи Зарафшон таъсири назаррас дорад: қимати миёнаи моҳонаи маҷрои дарё барои давраи сисолаи солҳои 1991-2020 ($176,2 \text{ м}^3/\text{с}$) нисбат ба бузургии миёнаи моҳонаи солҳои 1961-1990 ($153,4 \text{ м}^3/\text{с}$) зиёд мебошад. Муқаррар карда шуд, ки байни ҳарорату маҷрои миёнаи бисёрсолаи оби дарё, байни пойгоҳи метеорологии Деҳавз ва дидбонгоҳи гидрологии Дупули (0,432) дар солҳои 1961-1990 ва байни боришоту маҷрои миёнаи бисёрсолаи оби дарё, байни Мадрушкат ва Дупул (0,579) дар давраи солҳои 1961-1990 коррелятсияи қавӣ вучуд дорад [24-М; 33-М; 50-М].

6. Робитаи назариявии обшавии пиряхҳои кӯҳӣ ва тағйироти метеорологӣ барои ҳар як давраи даҳсола дар асоси қиматҳои миёнаи солони ҳарорат ва боришот аз рӯи пойгоҳҳои метеорологии Дехавз барои давраҳои солҳои 1977-1988, 1988-1999, 1999-2009 ва 2009-2019 ҳисоб карда шуда, имкон дод, то муайян карда шавад, ки пиряхҳои болооби дарёи Зарафшон аз даҳсола ба даҳсола нобаробар таназзул меёбанд ва суръати миёнаи солони коҳишҳои забонаи онҳо (барои ҳар даҳсола ҳисоб карда шудааст) чунин аст: Зарафшон – 24,4 м/сол, Рама – 41,1 м/сол, Россинч – 22,7 м/сол, Туро – 10,4 м/сол, Диҳаданг – 7,1 м/сол ва ГГП – 4,1 м/сол. Муайян карда шуд, ки вобастагии регрессиони-ро танҳо барои ду пирях: Рама ва Туро қавӣ ҳисобидан мумкин аст ва пиряхҳои боқимонда бо тағйирҳои қиматҳои ҳарорати миёна дар тӯли даҳсолаҳои мушоҳидавӣ робитаҳои суст нишон медиҳанд [6-М; 14-М; 25-М; 33-М; 46-М].

7. Дар асоси динамикаи тағйирҳои бузургҳои метеорологӣ аз рӯи пойгоҳҳои метеорологии Файзобод, Данғара ва Ёвон (меъёрҳои стандарти сисолаи тағйирҳои иқлим – то (солҳои 1951-1980) ва баъди (солҳои 1981-2010) пуршавӣ нисбат ба ҷойгиршавии мавқеи обанбори Норақ) муайян карда шуд, ки обанборҳои минтақаҳои доманакӯҳ ба тағйирҳои шароитҳои метеорологии ноҳияҳои атроф таъсири назарраси манфӣ надоранд. Ҳамзамон, муқаррар карда шуд, ки обанборҳои минтақаҳои ҳамвор, аз ҷумла обанбори «Баҳри тоҷик» ба тағйирҳои шароитҳои метеорологии ноҳияҳои атроф таъсири амиқ доранд. Зеро миқдори рӯзҳо бо ҳарорати $t \geq 40^\circ\text{C}$ аз 94 дар даҳсолаи 1940-1949 то 26 дар даҳсолаи 1980-1989 коҳиш ёфтааст [5-М; 20-М; 31-М; 34-М; 36-М; 64-М; 65-М].

8. Дар мавриди сифати об бояд зикр намуд, ки таҳқиқот нишон медиҳанд, ки сифати об, аз ҷумла оби кӯли Искандаркӯл ва резишгоҳи дарёи Саратоғ ба тамоми нишондиҳандаҳои меъерии стандарти давлатии ГОСТ 2874-82 «Оби нӯшоқӣ» ва СанПиН 2.1.4.1074-01 «Оби нӯшоқии системаҳои мутамаркази обтаъминкунӣ» ҷавобгӯ мебошад; ҳамзамон, муайян карда шуд, ки миқдори Al, N₂, Fe, K, Ca, Si, Mn, Cu, NO₃, NO₂, Pb, Se, S, F, Cl, Cr, Zn ва дигар моддаҳои ғайриорганикӣ аз меъёрҳои муқаррарнамудаи ХНК барои оби нӯшоқӣ, инчунин аз талаботҳои Созмони ҷаҳонии тандурустӣ ва Иттиҳоди Аврупо хеле камтар мебошанд [2-М; 10-М; 18-М; 33-М; 43-М; 48-М; 55-М].

9. Дар асоси натиҷаҳои таҳлили химиявии намунаҳои оби аз нуқтаҳои пеш (дарёи Яғноб) ва баъд (Фондарё) аз аз партовгоҳи Комбинати маъдантозакунии Анзоб гирифташуда, маълум карда шуд, ки шохобҳои болооб ва миёнаоби водии Зарафшон ба таъсири антропогену саноатӣ дучор намешаванд, яъне маъданнокии оби онҳо асосан аз шустани конҳои маъдани соҳилӣ вобаста аст ва инчунин, ошкор карда шуд, ки миқдори NO₂, F, Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn ва дигар элементҳо ва пайвастаҳои химиявӣ дар оби дарёи Зарафшон назар ба меъери муқаррарнамудаи ХНК хеле пастанд [3-М; 33-М; 41-М; 49-М; 51-М; 53-М; 58-М].

10. Барои арзёбии самараноки истифодаи энергияи офтобӣ дар шароитҳои гуногуни географӣ, дар ноҳияҳои кӯҳӣ ва баландкӯҳи Тоҷикистон, 11 нуқта, ки дар тақрибан дар як арз ҷойгиранд, интиҳоб ва омӯхта шуда, бо дарназардошти он ки қисми марказии ҳавзаи дарёи Зарафшон яке аз минтақаҳои хушк ва камбориши кишвар аст, имкон дод, то хулосабарорӣ намоем, ки дар мавсими сармо, яъне дар давраҳои ҳавои нисбатан абрнок, бо назардошти да-

вомнокии нишондиҳандаи радиатсияи офтобӣ дар Вешаб ва Оббурдон назар ба Панҷакент зиёдтар буда, қимати баландтарин ва имконпазирии истифодаи он муайян карда шуд [15-М; 19-М; 60-М; 61-М].

11. Модели концептуалии пешниҳодшудаи идоракунии оптималии системаи обу энергетикӣ дар заминаи обанборҳои Роғун, Норақ ва Даштиҷум (лоихавӣ) ба танзими бисёрсола имкон медиҳад, ки амнияти обу энергетикаи Тоҷикистон ва бо ворид намудани обанборҳои Тохтагул ва Қамбарота ба ин система амнияти обу энергетикаи минтақа таъмин карда шавад. Ба андешаи мо, танзими маҷрои дарёҳо тавассути обанборҳои бузург имкон медиҳад, ки ҳаҷм ва маҷро бо мурури замон (ҷамъшавии об дар давраи обхезӣ ва зиёдшавии оби дарёҳо дар давраи камобӣ) мувофиқи талаботи системаи обу энергетикӣ қонеъ гардонидани талаботи системаи обу энергетикӣ пурратар аз нав тақсим карда шавад [8-М; 9-М; 35-М; 37-М; 40-М; 52-М].

12. Таҳқиқи пайдоиши офатҳои табиӣи хусусияти гидрометеорологидошта нишон медиҳад, ки бо гармшавии глобалии иқлим дар Тоҷикистон давоми солҳои 2000-2023 миқдор ва шиддати офатҳои табиӣи иқлимӣ афзоиш ёфтааст. Офатҳои табиӣ аз рӯи муодилаи хаттии $y = 19,382x + 2756,2$ ва ходисаҳои табиӣи иқлимӣ аз рӯи $y = 22,641x + 153,82$ афзуда, қимати эътимоднокии зиёдшавии онҳо $R^2 = 0,334$ ва $R^2 = 0,33$ мебошад. Муайян карда шудааст, ки давоми солҳои 2014-2023 5988 офатҳои табиӣи иқлимӣ ба амал омада, аз ҳисоби офатҳои табиӣ ба иқтисодиёти ҷумҳурӣ ба маблағи беш аз 1 млрд сомонӣ зарар расонидаанд, ки 93,73%-и он дар давраи солҳои 2014-2020 рух додаанд. Дар асоси маълумоти бадастомада хулоса карда шуд, ки онҳо асосан ходисаҳои гидрологӣ мебошанд ва дар солҳои 2012-2023 аз ҳисоби ОХГ 302 нафар фавтидаанд, ки 82%-и онҳо аз сабаби сел (35,76%), тарма (30,79%) ва сангрзӣ (15,56%) мебошанд [11-М; 13-М; 21-М; 30-М; 33-М; 44-М; 57-М].

Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо

1. Натиҷаҳои дар кори диссертатсионӣ бадастовардари барои таҳияи ангораҳо ва амсилаҳои математикӣ ҷиҳати пешгӯии динамикаи тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ ва речаи гидрологӣ барои ояндаи тӯлонӣ дар ҳудуди ҚТ, махсусан дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ васеъ истифода бурдан мумкин аст.

2. Натиҷаҳои диссертатсияро метавонанд барои баланд бардоштани имкониятҳои устуворӣ ва мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим, бо мақсади таҳкими иқтисодии институтсионалӣ ва баланд бардоштани сатҳи огоҳӣ оид ба тағйирёбии иқлим дар байни ҷонибҳои мухталифи манфиатдор ва тақмили системаи миллии мониторинги гидрометеорологӣ дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ баври васеъ истифода кардан мумкин аст.

3. Натиҷаҳои вобастагии коррелятсионии байни шароити метеорологӣ ва хусусиятҳои гидрологии ҳавзаҳои дарёҳои минтақаҳои кӯҳӣ ва доманакӯҳиро метавон барои таҳияи нақшаҳо ҷиҳати рушди соҳаҳои кишоварзӣ, иқтисодӣ, саноатӣ, энергетикӣ ва истифодаи оқилонаи захираҳои об дар минтақаҳои ташаккули онҳо васеъ истифода намуд.

4. Натиҷаҳои таҳқиқоти мазкурро оид ба захираҳои табиӣ ба иқлим алоқаманди минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ зимни ба нақша гирифтани рушди комплекси ноҳияҳои алоҳидаи кӯҳсор ва баландкӯҳ бо назардошти соҳаҳои аз иқлим вобастаи иқтисодиёти онҳо васеъ истифода бурдан мумкин аст.

5. Амсилаи концептуалии оптимизатсияи идоракунии соҳаҳои обу энергетика, ки барои ҳавзаҳои дарёҳои мувозии минтақаҳои кӯҳсор таҳия шудааст, метавон дар сатҳи минтақавӣ бо гузариш аз усули идоракунии фармондеҳӣ ба усули идоракунии системавӣ дар доираи нишондиҳандаҳои гидрографӣ, энергетикӣ ва истеъмоли истифода намуд.

6. Таҳлили натиҷаи офатҳои хусусияти гидрометеорологидошта ва инчунин, таъсири орографияи кӯҳсор ба раи шва тамоюли шароитҳои обухаво нишон медиҳад, ки зарурати насби пойгоҳҳои худкори метеорологӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ ва баландкӯҳӣ, ки дар он ҷойҳо офатҳои табиӣ зуд-зуд рух медиҳанд ва ҳамчунин, насби таҷҳизоти автоматикунонидашуда барои мониторинги доимии шароитҳои обу ҳаво, ки барои ноҳияҳои поёноб хатари назаррас эҷод мекунад, зарур аст.

7. Натиҷаҳои аз таҳлили офатҳои иқлимӣ бадастовардашуда нишон медиҳанд, ки ҳамкориҳои зич байни вазорату идораҳои дахлдори ҶТ бо мақомоти иҷроияи ҳокимияти давлатӣ ва мақомоти худидораи шаҳраку ноҳияҳои кӯҳӣ самти табодули иттилоот бояд ҳарчи зудтар ба роҳ монда шавад.

РҶҲАТИ АДАБИЁТ

1. Абдуллаев, С.Ф. Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии / С.Ф. Абдуллаев - Дисс. на соиск. уч. степ. д.ф.-м.н. - Душанбе, 2014. - 315 с.

2. Аброров, Х. Географо-гидрологические особенности формирования, использования и охраны водных ресурсов горного Зеравшана, Таджикистана / Х. Аброров. - Дисс. на соиск. уч. степ. к.геогр.н. - Душанбе, 2019. - 192 с.

3. Амирзода, О.Х. Научно-прикладные основы управления процессом водопользования и гидрохимические особенности водных ресурсов Республики Таджикистан / О.Х. Амирзода. - Дисс. на соиск. уч. степ. д.т.н. - Душанбе, 2021.

4. Асоев, Х.М. Экологические ценности и их важнейшая роль в укреплении государственной независимости / Х.М. Асоев // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2021. - Т.1. - №3. - С.154-157 (на тадж. яз.).

5. Бобиев Д.Ф. Влияние преобразования речных систем Таджикистана на прилегающие территории в условиях изменяющегося климата / Д.Ф. Бобиев. – Дисс. на соиск. уч. степ. к.г.н. - Душанбе, 2015. - 104 с.

6. Давлатшоев, С.К. Малый патент РТ № ТҶ 1257, МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 7/00. Способ стабилизации и понижения уровня воды горного завального озера / С.К. Давлатшоев, М.Х. Амирзода, А.А. Гулахмадов и др. // №2201629, завл. 24.01.2022; опубл. 28.04.2022; Бюл. №183, 2022. - 3 с.

7. Кабутов, К. Перспективы использования источников энергии в Таджикистане / К. Кабутов. - Душанбе: Дониш, 2009. - 15 с.

8. Каюмов, А.К. Связь обычных и гляциальных селей с изменением метеорологических параметров / А.К. Каюмов, А.М. Шомахмадов, М.Т. Сафаров // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2024. - Т.4. - №4. - С.75-85.

9. Мадвалиев, У. Оценка потенциала солнечной и ветровой энергии в Таджикистане с использованием мультикритериального метода / М.А. Кудусов, У. Мадвалиев, Р. Бахромзод, А.Р. Мукумов // Вестник МЭИ. - 2024. - №6. - С.55-67. DOI: 10.24160/1993-6982-2024-6-55-67.

10. Маслов, В.А. Динамика оптических и микрофизических параметров природного пылевого аэрозоля / В.А. Маслов. – Дисс. на соиск. уч. степ. к.ф.-м.н. - Душанбе, 2015. - 104 с.
11. Мирзохонова С. Влияние изменения климата на гидрологический режим бассейна реки Пяндж / Ситора Мирзохонова. - LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 137 с.
12. Муминов, А.О. Геоэкологическая оценка загрязненности поверхностных вод бассейна реки Вахш и влияние водохранилищ на климатические условия прибрежных районов / А.О. Муминов. - Дисс. на соиск. уч. степ. к.геогр.н. - Санкт-Петербург, 2020. - 123 с.
13. Шарофзода, Ф.А. Закономерности распределения гидрометеорологических характеристик в бассейне реки Зеравшан / Ф.А. Шарофзода. - Дис. на соиск. к.геогр.н. - Душанбе, 2011. - 139 с.
14. Мухаббатов, Х.М. Проблемы природопользования в горных регионах Таджикистана / Х.М. Мухаббатов. - Душанбе: Дониш, 2015. - 565 с.
15. Петров, Г.Н. Общая оценка ситуации энергетике в мире и Таджикистане / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов, К. Кабутов, Х.С. Каримов // Известия АН Республики Таджикистан. - 2009. - Т.135. - №2. - С.101-111.
16. Пильгуй, Ю.Н. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата / Ю.Н. Пильгуй, М.С. Саидов, А.Ш. Хомидов, Г.Н. Шакиржанова. - Душанбе, 2008. - 116 с.
17. Саидов, И.И. Научно-прикладные и организационно-методологические основы управления водными ресурсами в зоне формирования стока / И.И. Саидов. - Душанбе-Бишкек: Дониш, 2012. - 380 с.
18. Усмонов, И.М. Чрезвычайные ситуации природного характера, возможные на территории Республики Таджикистан, и их последствия, Издание первое / И.М. Усмонов, Х.А. Латыпов, М.М. Кенджаев, М.Т. Халимов. - Душанбе, 2007. - 44 с.
19. Фазылов, А.Р. Дистанционное зондирование и мониторинг селеопасных районов горных территорий Таджикистана / М.С. Сафаров, А.Р. Фазылов. - Душанбе: Промэкспо, 2023. - 192 с.
20. Финаев, А.Ф. Климат и оледенение / А.Ф. Финаев. // Водные ресурсы Центральной Азии. - 2004. - Т.1. - №1. - С.55-65.
21. Хакимов, Ф.Х. Климат Таджикистана в связи с глобальным изменением климата / Ф.Х. Хакимов, С.О. Мирзохонова, Н.А. Мирзохонова // Вестник национального университета. - 2006. - №2 (28). - С.177-187.
22. Хакимов, Ф.Х. Проблема изменения климата в Таджикистане и его последствия / Ф.Х. Хакимов, С.О. Мирзохонова, Н.А. Мирзохонова // Вестник национального университета. - 2005. - №3. - С.151-156.
23. Шаймурадов, Ф.И. Изотопные исследование озёр Сарез и Шадау / И.М. Рахимов, А.Ш. Ахмадов, К.Ф. Эмомов, Ф.И. Шаймурадов // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2021. - Т.1. - №2. - С.105-107.
24. Armstrong, R.L. Runoff from glacier ice and seasonal snow in High Asia: separating melt water sources in river flow / R.L. Armstrong, K. Rittger, M.J. Brodzik et al. // Reg Environ Change. - 2019. - P.1249-1261.
25. Bhattacharya, A. High Mountain Asian glacier response to climate revealed by multi-temporal satellite observations since the 1960s / A. Bhattacharya, T. Bolch, K.

Mukherjee, et al. // Nat Commun 12, 4133 (2021) – <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24180-y>.

26. Bhattarai, B.Ch. Impact of Climate Change on Water Resources in View of Contribution of Runoff Components in Stream Flow: A Case Study from Langtang Basin / B.Ch. Bhattarai, R.D. Dhananjay. // Hydrol. & Meteorol., 2011. - V.9. - No.1. - P.75-84.

27. Brun, F. A spatially resolved estimate of High Mountain Asia glacier mass balances from 2000 to 2016 / F. Brun, E. Berthier, P. Wagnon, et al. // Nature Geosci 10, 668-673 (2017) – <https://doi.org/10.1038/ngeo2999>.

28. Bruno Messerli. Mountains of the World: Vulnerable Water Towers for the 21st Century / Bruno Messerli, Daniel Viviroli, Rolf Weingartner. // AMBIO A Journal of the Human Environment. - 2004. No.13. - PP.29-34.

29. Climate change: causes, risks, consequences, problems of adaptation and regulation / Ed. academician of the RAS I.I. Mokhov, corresponding member of the RAS A.A. Makosko, PhD A.A. Chernokulsky. - M.: Russian Academy of Sciences, 2024. - 360 p.

30. Didovets, I. Central Asian rivers under climate change: Impacts assessment in eight representative catchments / Iulii Didovets, Anastasia Lobanova, Valentina Krysanova, et al. // Journal of Hydrology: Regional Studies. - 2021. - V.34.

31. Evangelos, P. Deep decarbonisation pathways of the energy system in times of unprecedented uncertainty in the energy sector / P. Evangelos, G. James, K. Socrates // Energy Policy, №180 (2023) 113642.

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

33. Holben, B.N. AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characterization / B.N. Holben, T.F. Eck, I. Slutsker, et al. // Rem. Sens. Environ., 1998. - V.66. - PP.1-16.

34. Huggel, C. An assessment procedure for glacial hazards in the Swiss Alps / C. Huggel, W. Haeberli, A. Kääh, et al. // Canadian Geotechnical Journal. - 2004. - V.41. - PP.1068-1083.

35. Liniger, H. Mountains of the World. Water Tower for the 21th Century. A contribution to Global Freshwater Management / H. Liniger, R. Weingartner, M. Grosjean. - Berne: Paul Haupt AG, 1998. - 32 p.

36. Semenov, S.M. Scenarios of anthropogenic changes in the climate system in the XXI century / S.M. Semenov, A.A. Gladilshchikova // Fundamental and Applied Climatology. - 2022. - Vol.8. - No.1. - PP.75-106.

37. Thurman, M. Natural Disaster Risks in Central Asia: A Synthesis / Michael Thurman. – UNDP/BCPR, Regional Disaster Risk Reduction, 2011. - 40 p.

38. Wang, X. Attribution of Runoff Decline in the Amu Darya River in Central Asia during / X. Wang, Y. Luo, L. Sun, et al. // Journal Hydromet. - 2016. - V.17. - P.1543-1560.

39. Алексеенко С.В. Развитие энергетики в условиях изменения климата и разрушения озонового слоя Земли / С.В. Алексеенко // Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования. - 2024. - С.282-297.

40. Баденков, Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития / Ю.П. Баденков. - М.: ГЕОС, 2017. - 479 с.

41. Борзенкова, И.И. О влияние вулканических извержений на изменение климата в позднеледниковом голоцене / И.И. Борзенкова, С.А. Брук // Труды ГГИ, 1989. - Вып.347. - С.40-56.
42. Вендров, С.Л. Роль водохранилищ в изменении природных условий / С.Л. Вендров, А.Б. Авакян, К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеюм. - М.: Знание, 1968. - 48 с.
43. Жолдошева, Э. Адаптация к изменению климата в горных районах Центральной Азии. Серия обзоров по адаптации в горных районах / Э. Жолдошева, И. Ручевска, Л. Семерная // ООН – Окружающая среда, ГРИД-Арендал. Найроби, Вена, Арендал, Бишкек, 2017. - 128 с.
44. Ибатуллин, С.Р. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии (Обобщающий отчет) / С.Р. Ибатуллин, В.А. Ясинский, А.П. Мироненков // Евразийский банк развития, 2009. - 57 с.
45. Коновалов, В. Г. Дистанционный мониторинг прорывоопасных озер на Памире / В. Г. Коновалов // Криосфера Земли. - 2009. - Т.13. - №4. - С.80-89.
46. Поздняков, М.В. Оценка качества атмосферного воздуха в разных странах / М.В. Поздняков, С.И. Мазилев, С.В. Райкова // Экология человека. - 2023. - Т.30. - №5. - С.325-339. – <https://doi.org/10.17816/humeco456406>.
47. Фрумин, Г.Т. Техногенные системы и экологический риск / Г.Т. Фрумин. - Санкт-Петербург: СпецЛит, 2016. - 136 с.
48. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан / В.Е. Чуб. - Ташкент, 2000. - 252 с.
49. Шелест Т.А. Современный температурный режим Бресткой области / Т.А. Шелест // ICER – 2023. Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания. - 2023. - С.91-98.
50. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XX века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири: Монография / Под ред. Н.С. Касимова и А.В. Кислова. - М.: МАКС Пресс, 2011. - 496 с.

І. Мақолаҳои илмие, ки дар маҷаллаҳои тақризишавандаи тавсиянамудаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҚОА Федератсияи Россия ҷоп шудаанд:

- [1-М]. **Kurbon, N.B.** The influence of relief on the formation of local micro-climate (using the example of the southern slope of the Gissar ridge) / **N.B. Kurbon, O.Sh. Majidov, F.D. Sharifov, S.O. Mirzokhonova** // Sustainable Development of Mountain Territories. 2024, vol. 16, no. 4, pp. 1849-1861. – DOI: <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2024-16-4-1849-1861>
- [2-М]. **Курбон, Н.Б.** Об актуальности экологического состояния воды реки Зерафшан и стихийных бедствий, в бассейне / И.Ш. Норматов, **Н.Б. Курбон**, Б.Р. Холматов, А.У. Нуров // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2025. - Т.5. - №1. - С.116-123.
- [3-М]. **Курбонов, Н.Б.** Оценка качества воды верхнего течения бассейна реки Зерафшан / Б.Р. Холматов, И.Ш. Норматов, З.О. Нормамедова, **Н.Б. Курбон** // Вестник Бохтарского государственного университета им. Носира Хусрава. Серия естественных наук. - Бохтар, 2025. - №2/4 (141). - С.181-191.
- [4-М]. **Курбонов, Н.Б.** Разработка методологии оценки климатических ресурсов с применением ГИС технологии / П.М. Сосин, Г.А. Некушоева, С.О. Мирзо-

хонова, **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2023. - Т.3. - №4. - С.9-18.

[5-М]. **Курбонов, Н.Б.** Роль водохранилищ в формировании гидроэкологической ситуации центрально-азиатского региона / **Н.Б. Курбонов** // География и водные ресурсы. - Алматы, 2023. - №3. - С.23-31. – <https://doi.org/10.55764/29579856/2023-3-23-31.15>.

[6-М]. **Курбонов, Н.Б.** Климато-географический анализ влияния температурного режима на деградацию ледников бассейна реки Зерафшан / **Н.Б. Курбонов** // География и водные ресурсы. - Алматы, 2022. - №3. - С.15-25. – <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-15-25.14>

[7-М]. **Курбонов, Н.Б.** К вопросу изменения климата Таджикистана в условиях глобального потепления / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Педагогического университета (Естественные науки). - Душанбе, 2022. - №3 (15). - С.22-31.

[8-М]. **Курбонов, Н.Б.** Концептуальная модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, **Н.Б. Курбонов**, Ф.Х. Насруллоев // Инженерный вестник Дона, 2020. - №12 (72). - С.324-334.

[9-М]. **Курбонов, Н.Б.** Концептуальная модель регионального обеспечения водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, **Н.Б. Курбонов**, Ф.Х. Насруллоев // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физ.-мат., хим., геолог. и тех. наук. - Душанбе, 2020. - №4 (181). - С.157-164.

[10-М]. **Курбонов, Н.Б.** Качество воды озера Искандеркуль и его притоков / З.О. Нормамедова, А.В. Митусов, **Н.Б. Курбонов** // Центрально-азиатский журнал исследований водных ресурсов. - Алматы, 2020. - Т.6. - №2-2. - С.38-47.

[11-М]. **Курбонов, Н.Б.** Анализ чрезвычайных ситуаций и их влияния на социально-экономическое положение Республики Таджикистан / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. - Душанбе, 2019. - №7. - С.10-15.

[12-М]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение метеорологических характеристик в верховьях р. Пяндж в связи с глобальными потеплениями / С.О. Мирзохонова, И.Ш. Норматов, Н.А. Мирзохонова, Дж.Г. Шарипов, **Н.Б. Курбонов** // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. - Душанбе, 2019. - №4. - С.91-96.

[13-М]. **Курбон, Н.Б.** О взаимной корреляции между изменениями метеорологических условий и возникновением стихийных бедствий / **Н.Б. Курбон**, М.Т. Сафаров // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2026. - Т.6. - №1. - С.56-66.

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

[15-М]. **Курбонов, Н.Б.** Оценка потенциала альтернативных источников энергии на территории Таджикистана / **Н.Б. Курбонов**, М. Маджиди, Т.Х. Расулзода // Вестник Педагогического университета. Естественные науки. - Душанбе, 2019. - №3-4 (3-4). - С.28-32.

- [16-М]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение расхода воды в верховье трансграничной реки Пяндж / С.О. Мирзохонова, А.О. Муминов, О.В. Мирзохонов, **Н.Б. Курбонов** // Наука и инновация. Серия естественных наук. - Душанбе, 2017. - №4. - С.78-81.
- [17-М]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрограф трансграничной реки Пяндж и ее больших притоков / С.О. Мирзохонова, А.О. Муминов, Дж.Г. Шарипов, **Н.Б. Курбонов** // Наука и инновация. Серия естественных наук. - Душанбе, 2017. - №3. - С.84-89.
- [18-М]. **Курбонов, Н.Б.** Метеорологические особенности и гидрохимия озера Искандеркуль и впадающих в него рек / П.И. Норматов, **Н.Б. Курбонов**, Г.Т. Фрумин, И.Ш. Норматов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - Санкт-Петербург, 2016. - №45. - С.13-19.
- [19-М]. **Курбонов, Н.Б.** Использование возобновляемых источников энергии как фактор смягчения последствий изменения климата в горных условиях Таджикистана / **Н.Б. Курбонов**, Г.Б. Курбонов // Инновации в сельском хозяйстве. - Москва, 2016. - №1 (16). - С.191-195.
- [20-М]. **Kurbanov, N.B.** Modern Adaptation Approach of Agriculture to Climate Change and Reservoirs Impact / **N.B. Kurbanov**, Sh.B. Kurbanov // Research in Agricultural Electric Engineering. - Moscow, 2014. - №4. - P.144-147.
- [21-М]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их зависимость от метеорологических условий в бассейне реки Зеравшан / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2014. - №1-1 (126). - С.273-279.
- [22-М]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг изменения атмосферной температуры и осадков в Таджикистане за период 1961-2011 гг. / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2014. - №1-3 (134). - С.76-80.
- [23-М]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение климата за период 1961-2011 гг. в Таджикистане / **Н.Б. Курбонов**, Ш.Б. Курбонов // Земледелец («Кишоварз»). - Душанбе, 2014. - Т.63. - №3. - С.83-85.
- [24-М]. **Курбонов, Н.Б.** Некоторые вопросы о взаимосвязи метеорологии и гидрологии / **Н.Б. Курбонов**, С.О. Мирзохонова, Ш.Б. Курбонов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2015. - №1-5-1 (188). - С.49-52.
- [25-М]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зеравшан / **Н.Б. Курбонов**, П.И. Норматов // Известия ВУЗов (Кыргызстан). - Бишкек, 2015. - №4. - С.82-86.
- [26-М]. **Курбонов, Н.Б.** Изменение климата и циркуляция атмосферы в Таджикистане по моделям HadCM2 и UK-TR / **Н.Б. Курбонов** // Вестник Педагогического университета. - Душанбе, 2013. - №5-2 (54). - С.119-125.
- [27-М]. **Курбонов, Н.Б.** Мониторинг атмосферной радиации в Душанбе с помощью наземного измерительного комплекса / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, **Н.Б. Курбонов**, Н.А. Абдурасулова, Б.И. Назаров, У. Мадвалиев // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физ.-мат., хим., геолог. и тех. наук. - Душанбе, 2013. - №3 (152). - С.45-51.
- [28-М]. **Курбонов, Н.Б.** Вариации аэрозольной оптической толщи атмосферы в Душанбе по данным AERONETA / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, **Н.Б. Курбонов**,

Б.И. Назаров, Т.Х. Салихов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2013. - №1-1 (102). - С.115-119.

[29-М]. **Курбонов, Н.Б.** Моделирование изменения атмосферной температуры по моделям CCC-EQ и GFDL-TR / **Н.Б. Курбонов.** // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2013. - №1-2 (106). - С.122-129.

[30-М]. **Курбонов, Н.Б.** Перспективы развития и уязвимость бассейна реки Зеравшан к чрезвычайным ситуациям, связанным с метеорологическими условиями / **Н.Б. Курбонов, П.И. Норматов** // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2013. - №7. - С.43-46.

[31-М]. **Курбонов, Н.Б.** Изучение влияния Нурекского водохранилища на метеорологические условия сельскохозяйственных районов Республики Таджикистан / А.О. Муминов, **Н.Б. Курбонов, П.И. Норматов** // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2013. - №7. - С.52-55.

[32-М]. **Курбонов, Н.Б.** Микрофизические и радиационные характеристики аэрозоля в атмосфере Душанбе по данным АЭРОНЕТ / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, **Н.Б. Курбонов, Т.Х. Салихов, У. Мадвалиев, Б.И. Назаров** // Вестник Таджикского технического университета. - Душанбе, 2012. - №3(19). - С.20-25.

II. Монографияҳо

[33-М]. **Курбонов, Н.Б.** Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зерафшан. Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ. Монография / **Н.Б. Курбонов, Г.Т. Фруммин.** - LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 145 с.

[34-М]. **Курбонов, Н.Б.** Повышение безопасности гидротехнических сооружений. Ч.2. На примере водохранилища Нурекской ГЭС на реке Вахш. Монография / С.А. Гарелина, Д.С. Давлатшоев, К.П. Латышенко, **Н.Б. Курбонов.** - Химки: АГЗ МЧС России, 2021. - 192 с.

[35-М]. **Курбонов, Н.Б.** Водохозяйственная инфраструктура в общей системе управления водными ресурсами. Монография / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, Ф.А. Кариева, **Н.Б. Курбонов, Я.Э. Пулатов, А.Р. Фазылов.** - Душанбе: ИВП,ГЭиЭ НАН Таджикистана, 2021. - 172 с.

[36-М]. **Курбон, Н.** Мушкилоти тағйирёбии иқлим: назарҳо оид ба сабабҳо, пайомадҳо ва равишҳои мутобиқшавӣ. / **Номвар Курбон.** - Душанбе: Дониш, 2025. - 260 с.

III. Патентҳо

[37-М]. **Курбонов, Н.Б.** Патент № ТҶ 1174 Республика Таджикистан. Система управления водно-энергетической отрасли / С.К. Давлатшоев, О.Х. Амирзода, Ф.Х. Насруллоев, **Н.Б. Курбонов, С.Ш. Курбонализода** // МПК Е 02 В 9/00; G 05 В 13/00, №2001469, завл. 01.10.2020; опубл. 24.06.2021; Бюл. №173, 2021. - 3 с.

[38-М]. **Курбонов, Н.Б.** Малый патент РТ № ТҶ 1256. Устройство для предотвращения прорыва завальной плотины / С.К. Давлатшоев, М.Х. Амирзода, А.А. Гулахмадов, **Н.Б. Курбонов, Ш.К. Обиджони, Ф.Ш. Бобохонов, С.А. Холмухаммадзода** // МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 7/00, №2201629, завл. 24.01.2022; опубл. 28.04.2022; Бюл. №183, 2022. - 3 с.

[39-М]. **Курбонов, Н.Б.** Малый патент РТ № ТҶ 1257. Способ стабилизации и понижения уровня воды горного завального озера / С.К. Давлатшоев, М.Х.

Амирзода, А.А. Гулахмадов, **Н.Б. Курбонов**, Ш.К. Обиджони, Ф.Ш. Бобохонов, С.А. Холмухаммадзода // МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 7/00, №2201629, завл. 24.01.2022; опубл. 28.04.2022; Бюл. №183, 2022. - 3 с.

[40-М]. **Курбонов, Н.Б.** Малый патент РТ № ТЈ 1395. Способ межбассейного регулирования речного стока / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, Н.К. Носиров, А.А. Гулахмадов, **Н.Б. Курбонов**, Ю.М. Курбонов // МПК Е 02 В 3/00, Е 02 В 3/02, №2301779, завл. 11.01.2023; опубл. 09.06.2023; Бюл. №196, 2023. - 3 с.

IV. Мақолаҳои илмие, ки дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ ба нашр расидаанд:

[41-М]. **Kurbonov, N.B.** Hydrochemical Researches of Seasonal Snow and Water Quality of Rivers in the Zeravshan Valley / **N.B. Kurbonov**, Z.O. Normakhmedova, A.V. Mitusov, I.Sh. Normatov // X International Siberian Early Career Geoscientists Conference: Conference Proceedings. - Novosibirsk, 13-17 June 2022. - P.171-172.

[42-М]. **Курбонов, Н.Б.** Изменения климата бассейна реки Бартанг при глобальном потеплении / Н.М. Неккадамова, С.О. Мирзохонова, **Н.Б. Курбонов** // Гидрометеорологические исследования в условиях изменения климата: актуальные проблемы и пути их решения: Материалы Международной научно-практической конференции. - Ташкент, 3-4 июня 2022 г. - С.141-145.

[43-М]. **Курбонов, Н.Б.** Сравнение физико-химического свойства и изотопного состава воды некоторых озер и рек Таджикистана / **Н.Б. Курбонов**, З.В. Кобули, Ф.И. Шаймурадов, Г.Т. Фрумин, И.М. Рахимов // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXXII молодежной научной школы-конференции. - Петрозаводск, 12-15 октября 2021 г. - С.91-94.

[44-М]. **Курбонов Н.Б.** Экстремальные температуры воздуха в условиях юго-западной части Таджикистана в теплый период и связанные с ними опасные явления погоды / **Н.Б. Курбонов**, С.Ф. Абдуллаев, С.О. Мирзохонова, Дж.А. Байдуллоева, Т.Х. Расулзода // Климатические риски и космическая погода: Материалы Международной конференции. - Иркутск, 14-17 июня 2021 г. - С.130-140.

[45-М]. **Курбонов Н.Б.** Дистанционный мониторинг подвижка ледника Русского географического общества в условиях изменения климата / Ф.К. Восидов, **Н.Б. Курбонов**, А.В. Митусов, А.М. Халимов // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: Материалы VIII Международной научной конференции. - Красноярск, 14-17 сентября 2021 г. - С.155-161.

[46-М]. **Курбонов Н.Б.** Исследование процесса деградации ледника Гидрографическая партия с учетом климатического колебания / А.М. Халимов, **Н.Б. Курбонов**, А.В. Митусов, Ф.К. Восидов // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: Материалы VIII Международной научной конференции. - Красноярск, 14-17 сентября 2021 г. - С.287-294.

[47-М]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрохимия изотопов водорода ($\delta^2\text{H}$) и кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) поверхностных вод зоны формирования реки Вахш / **Н.Б. Курбонов**, Г.Т. Фрумин, И.Ш. Норматов, З.В. Кобулиев, А.О. Муминов, К.Н. Одинаев // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXXI молодежной научной школы-конференции. - Санкт-Петербург, 5-9 октября 2020 г. - С.135-140.

[48-М]. **Курбонов, Н.Б.** Динамика изменения химического состава воды озера Искандеркуль и его притоков / **Н.Б. Курбонов**, А.В. Митусов, З.В. Кобулиев, Г.Т. Фрумин // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы

XXXI молодежной научной школы-конференции. - Санкт-Петербург, 5-9 октября 2020 г. - С.141-148.

[49-М]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрохимия и исследования изотопного состава реки Зеравшан и ее притоков / **Н.Б. Курбонов, И.Ш. Норматов** // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: Материалы XXIX молодежной научной школы-конференции. - Петрозаводск, 01-05 октября 2018 года. - С.271-274.

[50-М]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние изменения климата на водный сток реки Зеравшан и ее притоков / **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: Сб. трудов XI-я Международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов. - Москва, 13-15 декабря 2017 г. - С.54-58.

[51-М]. **Курбонов, Н.Б.** Гидрохимические исследования сезонных снегов на ледниках верховья Зеравшанская долина и качество вод реки Зеравшан / **Н.Б. Курбонов, П.И. Норматов** // Материалы респуб. научно-теорет. конф. профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ. - Душанбе, 18-23 апреля 2016 г. - С.71-72.

[52-М]. **Курбонов, Н.Б.** Межгосударственные отношения между странами Центральной Азии по совместному использованию гидроэнергетических ресурсов / **Н.Б. Курбонов, Ш.Б. Курбонов** // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Материалы международной научно-практической конференции, посвященная подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». - Алматы, 22-24 сентября 2016 г. - С.325-329.

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

[54-М]. **Курбонов, Н.Б.** Вариации сезонной аэрозольной оптической толщи атмосферы в Душанбе по данным AERONET / **Н.Б. Курбонов, С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов** // Взаимодействие полей и излучения с веществом: Труды Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике и XIV Конференции молодых ученых. - Иркутск, 14-18 сентября 2015 г. - С.326-329.

[55-М]. **Kurbonov, N.B.** Analyses and Monitoring of Water Resources (Quantity and Quality) of the Mountain Zarafshan River Basin / **N.B. Kurbonov, I.Sh. Normatov** // Materials of the Republican scientific and theoretical conference of the teaching staff and employees of TNU. - Dushanbe, April 20-25, 2015 - P.71-72.

[56-М]. **Kurbonov, N.B.** Transnational information exchange in elimination of conflict of interests between water users in Central Asia / **N.B. Kurbonov** // Hydrometeorological and Environmental security of marine activity: Proceedings of the International Applied Science Conference. - Astrakhan, 16-17 October 2015. - P.58-62.

[57-М]. **Курбонов, Н.Б.** Риски, связанные с водными факторами в бассейнах трансграничных рек / **П.И. Норматов, Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: Сб. трудов VIII международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов. - Москва, 25-27 июня 2014 г. - С.7-10.

[58-М]. **Kurbonov, N.** Monitoring and Analyses of Impact of the Industrial Complexes on Water Quality of the Central Asian Transboundary Rivers / **I. Normatov, O. Olsson, M. Groll, N. Kurbonov** // Sustainable development of Asian countries, water

resources and biodiversity under climate change: Regional Workshop. - Barnaul, 19-23 August 2013. - P.166-173.

[59-M]. **Kurbonov, N.** Ecological and risk assessment aspect of the Zeravshan Transboundary River basin water resources management / I. Normatov, **N. Kurbonov**, N. Narzulloev // Mountain hazards-2013: Materials of International Conference. - Bishkek, 16-18 September 2013. - P.46-47.

Мақолаҳои илмие, ки дар нашрияхои дигар чоп шудаанд:

[60-M]. **Курбонов, Н.Б.** Эколого-экономическая оценка альтернативных источников энергии Таджикистана при изменении климата / **Н.Б. Курбонов**, Ш.М. Набиев, Г.Б. Курбонов // Глобальные энергетические и экономические тренды / Под ред. С.В. Жукова. - М.: ИМЭМО РАН, 2019. - 194 с. - С161-169.

[61-M]. **Курбонов, Н.Б.** Эффективное использование возобновляемых источников энергии в физико-географических условиях Таджикистана / **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2021. - Т.1. - №2. - С.53-57.

[62-M]. **Курбон, Н.** Мутобиқшавӣ дар ноҳияҳои кӯҳсор ба раванди афзоиши ҳарорат / **Номвар Курбон** // Маорифи Тоҷикистон. - Душанбе, 2022. - №6. - С.23-28.

[63-M]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние изменения климата на гидрологический режим водных артерий бассейна реки Пяндж / А.К. Каюмов, Т.Х. Расулзода, **Н.Б. Курбонов**, Ф.К. Восидов // Криосфера. - Душанбе, 2022. - №1 (5). - С.91-104.

[64-M]. **Курбонов, Н.Б.** Особенности влияния водохранилища ГЭС на изменение климата районы окрестности / **Н.Б. Курбонов**, И.Ш. Норматов, Б.М. Боев // Endless light in science. - Алматы, апрель 2023. - С.561-570.

[65-M]. **Курбонов Н.Б.** Влияние изменения климата на экологию и эффективность работы гидротехнических сооружений реки Вахш / О.Х. Амирзода, Ф.А. Кариева, С.С. Бобиев, **Н.Б. Курбонов**, Ю.М. Курбонов // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2023. - Т.3. - №1. - С.44-51.

[66-M]. **Курбонов, Н.Б.** Репрезентативный анализ состояния ледников бассейна реки Вахш на период 1956-2021 гг. / **Н.Б. Курбонов**, М. Маджиди, А.У. Пиров, Х.М. Хакбердиев, Б.М. Боев // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2023. - Т.3. - №1. - С.56-63.

[67-M]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние климатических изменений на сток реки Вандж по данным наземных наблюдений / С.О. Мирзохонова, Дж.Б. Ниязов, **Н.Б. Курбонов** // Водные ресурсы, энергетика и экология. - Душанбе, 2022. - Т.2. - №3. - С.24-33.

[68-M]. **Курбон, Н.** Баррасии мавзуи таълимӣ вобаста ба тағйирёбии иқлим / **Номвар Курбон** // Маорифи Тоҷикистон. - Душанбе, 2023. - №8. - С.38-40.

[69-M]. **Курбонов, Н.Б.** Влияние природных феноменов Эль-Ниньо и Ла-Нинья на изменение климата Таджикистана (Часть первая) / **Н.Б. Курбонов**, Ф.А. Кариева, А.А. Гулахмадов, Ф.Д. Шарифов, Б.Р. Холматов. // Евразийский Союз Ученых. Серия: междисциплинарный, 2024. - №1 (110). - С.4-10.

[70-M]. **Курбон, Н.** Инъикоси мушкилоти глобалии иқлим дар Паёми Пешвои миллат / **Номвар Курбон**. // Маърифати омӯзгор. - Душанбе, 2024. - №2. - С.1-7.

АННОТАЦИЯ

на автореферат диссертации Курбона Номвара Бойназара на тему «Развитие теоретико-методологических основ исследования водных ресурсов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата» на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности **2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия)**

Ключевые слова: изменение климата, загрязнение окружающей среды, метеорологические условия, гидрологический режим, водные объекты, речной бассейн, ледниковые ресурсы, водохранилища, экологическое состояние, гидрохимия, возобновляемые источники энергии, водная безопасность, природно-климатические опасности, социально-экономический ущерб, корреляционная связь, горно-предгорные зоны, бассейн реки Зерафшан, Таджикистан.

Объект исследования – водные объекты и эколого-экономическая ситуация территорий горно-предгорной зоны Таджикистана, в условиях изменения климата.

Предмет исследования – влияние динамики гидрометеорологических условий на формирование водных ресурсов и последствия рисков, связанные с ним, в социально-экономико-экологических областях горных и предгорных районов Таджикистана.

Цель исследования – развитие теоретико-методологических основ исследования водных ресурсов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата.

Полученные результаты и их новизна: 1) Впервые изучено влияние синоптико-климатических центров воздействия атмосферы на изменение метеоусловий в горных и предгорных районах; изучена современная законодательная база (законы, нормативно-правовые акты) и её эффективность в области гидрологических циклов и защиты социально-экономических секторов от проявления климатических изменений в Таджикистане. 2) Впервые на примере бассейна реки Зерафшан (БРЗ) изучены изменения метеоусловий характерные для горных и предгорных районов Таджикистана, за два тридцатилетних периода - 1961-1990 и 1991-2020 гг. 3) Исследованы гидрологические характеристики водных артерий горных и предгорных бассейнов в условиях изменения климата, с выявлением корреляционной связи изменения метеоусловий и динамики водных ресурсов. 4) Развита теоретико-методологические основы и технологии исследования геоэкологического состояния водных объектов, с выявлением их фактического соответствия международным стандартам. 5) Исследованы климатически обусловленные природные ресурсы - основные источники возобновляемой энергии, с выявлением ключевых факторов смягчения последствий изменения климата в горных и предгорных регионах; разработана концептуальная модель оптимального управления водно-энергетической системой в условиях изменения климата, с учетом выявленных особенностей влияния водохранилищ горно-предгорной зоны на изменение метеоусловий прилегающих территорий. 6) Впервые изучены эколого-географические последствия и экономический ущерб СГЯ, ОЯ, с установлением их связи с экстремальными гидрометеорологическими факторами в горных и предгорных районах.

Область применения: метеорология, климатология, гидрология, гляциология, гидрохимия, экология, энергетика, экономика, охрана окружающей среды, защита от чрезвычайных ситуаций и т.п.

АННОТАТСИЯ

ба автореферати диссертатсияи **Қурбон Номвар Бойназар** дар мавзуи «**Рушди асосҳои назариявӣ-методологии таҳқиқи захираҳои оби минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим**» барои дарёфти дараҷаи илмӣ доктори илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси **2.1. Геология, геодезия, гидрология, сохтмон, меъморӣ (2.1.37. Гидрологияи хушкӣ, захираҳои об, гидрохимия)**

Калидвожаҳо: тағйирёбии иқлим, ифлосшавии муҳит, шароитҳои метеорологӣ, речаи гидрологӣ, объектҳои обӣ, ҳавзаи дарё, захираҳои глятсиологӣ, обанборҳо, ҳолати экологӣ, гидрохимия, сарчашмаҳои таҷдидшавандаи энергия, беҳатарии обӣ, хатарҳои табиӣю иқлимӣ, хисороти иқтисодӣю иҷтимоӣ, вобастагии коррелятсионӣ, минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ, ҳавзаи дарёи Зарафшон, Тоҷикистон.

Объекти таҳқиқот – объектҳои обӣ ва ҳолати экологияю иқтисодии минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ Тоҷикистон дар шароити тағйирёбии иқлим.

Мавзуи таҳқиқот – таъсири динамикаи шароитҳои гидрометеорологӣ ба ташаккули захираҳои об ва оқибатҳои хатарҳои ба он алоқаманд дар соҳаҳои иқтисодӣ-иҷтимоӣ-экологияи ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ Тоҷикистон.

Мақсади таҳқиқот – рушди асосҳои назариявӣ-методологии таҳқиқи захираҳои об дар минтақаи кӯҳию доманакӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим.

Натиҷаҳои бадастомада ва нағони онҳо: 1) Нахустин маротиба таъсири марказҳои синоптикию иқлимӣ таъсири атмосфера ба тағйирёбии шароитҳои метеорологияи ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ омӯхта шуд; дурнамои рушди заминаи муосири қонунгузорӣ (қонунҳо, санадҳои меъорӣ) ва самаранокии он дар ҳифзи бахшҳои иҷтимоӣю иқтисодӣ аз таъсири тағйирёбии иқлим ва даврияти гидрологӣ дар Тоҷикистон боз ҳам тақвият ёфтааст. 2) Аввалин маротиба тағйирёбии шароитҳои метеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ Тоҷикистон, дар мисоли ҳавзаи дарёи Зарафшон барои ду давраи сисола – солҳои 1961-1990 ва 1991-2020 омӯхта шудааст. 3) Хусусиятҳои гидрологияи дарёҳои ҳавзаҳои кӯҳӣ ва доманакӯҳӣ дар шароити тағйирёбии иқлим бо муайян кардани робитаи коррелятсионии байни тағйирёбии шароити метеорологӣ ва динамикаи захираҳои об таҳқиқ карда шудааст. 4) Усул ва технологияи таҳқиқи ҳолати геоэкологӣ, таркиби химиявӣ ва изотопии объектҳои об; таъсири сарбории антропогенӣ иншоотҳои саноатӣ бо муқаррар намудани мутобиқати воқеии онҳо ба стандартҳои байналмилалӣ рушд дода ва таҳия карда шудааст. 5) Захираҳои табиӣю марбут ба иқлим – сарчашмаҳои асосии энергияи барқароршаванда таҳқиқ карда шуда, омилҳои асосии коҳиш додани таъсири тағйирёбии иқлим дар минтақаҳои кӯҳию доманакӯҳӣ муайян карда шудааст; амсилаи концептуалии идоракунии оптималии системаи обу энергетика дар шароити тағйирёбии иқлим бо назардошти хусусиятҳои муайяншудаи таъсири обанборҳои кӯҳӣ ба тағйирёбии шароитҳои метеорологияи минтақаҳои ҳамшафат таҳия карда шудааст. 6) Маротибаи аввал пайомадҳои экологияю географӣ ва хисороти иқтисодии ОТГ, ОХГ бо таҳқиқи омилҳои шадиди гидрометеорологӣ дар ноҳияҳои кӯҳию доманакӯҳӣ муайян карда шудааст.

Соҳаи истифодабарӣ: метеорология, климатология, гидрология, глятсиология, гидрохимия, экология, энергетика, иқтисод, ҳифзи муҳити зист, ҳифз аз ҳолатҳои фавқуллода ва ғайра.

ANNOTATION

on the abstract of the dissertation of **Kurbon Nomvar Boinazar** on the topic "**Development of Theoretical and Methodological Foundations for the Study of Water Resources in the Mountainous Foothill Zone under Climate Change**" for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty **2.1. Geology, geodesy, hydrology, construction, architecture (2.1.37. Land hydrology, water resources, hydrochemistry)**

Key words: climate change, environmental pollution, meteorological conditions, hydrological regime, water bodies, river basin, glacial resources, reservoirs, ecological state, hydrochemistry, renewable energy sources, water security, natural and climatic hazards, socio-economic damage, correlation, mountainous and foothill zones, Zerafshan River basin, Tajikistan.

The object of this study is water bodies and the ecological and economic situation of Tajikistan's mountainous and foothill areas under climate change.

The subject of the research is the influence of hydrometeorological dynamics on water resource formation and the consequences of associated risks in the socio-economic and ecological areas of Tajikistan's mountainous and foothill areas.

The goal of this study is to develop a theoretical and methodological foundation for studying water resources in the mountainous and foothill areas under climate change.

The results and their novelty: 1) For the first time, the influence of synoptic-climatic centers of atmospheric influence on changes in meteorological conditions in mountainous and foothill areas was studied; the current legislative base (laws, regulations) and its effectiveness in the field of hydrological cycles and protection of socio-economic sectors from the manifestations of climate change in Tajikistan were studied. 2) For the first time, using the example of the Zerafshan River Basin (ZRB), changes in meteorological conditions characteristic of the mountainous and foothill regions of Tajikistan were studied for two thirty-year periods – 1961-1990 and 1991-2020. 3) The hydrological characteristics of water arteries of mountain and foothill basins were investigated in conditions of climate change, with the identification of a correlation between changes in meteorological conditions and the dynamics of water resources. 4) Theoretical and methodological foundations and technologies for studying the geoecological state of water bodies were developed, with the identification of their actual compliance with international standards. 5) Climate-dependent natural resources – the main sources of renewable energy – were studied, identifying key factors for mitigating the effects of climate change in mountainous and foothill regions; a conceptual model for optimal management of the water-energy system in the context of climate change was developed, taking into account the identified features of the impact of reservoirs in the mountainous and foothill zones on changes in meteorological conditions in adjacent territories. 6) For the first time, the ecological and geographical consequences and economic damage of extreme weather events and natural disasters have been studied, with their connection to extreme hydrometeorological factors in mountainous and foothill areas being established.

Field application: meteorology, climatology, hydrology, glaciology, hydrochemistry, ecology, energy, economics, environmental protection, emergency response, etc.