

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

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

Актуальность темы исследования. С изменением климата, которое сопровождается повышением температуры воздуха, изменениями режимов осадков и увеличением частоты экстремальных погодных явлений, управление водными ресурсами становится одной из самых актуальных задач. Водные ресурсы являются основой для обеспечения питьевого водоснабжения, сельского хозяйства, энергетики и экосистем. В условиях изменения климата традиционные методы управления водными ресурсами требуют адаптации и модернизации с учетом новых вызовов. Иначе говоря, проблема изменения климата все чаще становится предметом дискуссий в рамках различных международных институтах, так как с каждым годом негативные последствия этого явления приобретают все более угрожающий характер. По объективным причинам рассматриваемая проблема не могла не стать предметом регулирования для современного научного сообщества, так как она затрагивает довольно широкий круг стран и регионов земного шара.

В то же время, изменения 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 теп-лом и влагой; дифференциацией локальной циркуляция 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.

Поэтому, реализация комплекса научно-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, которые вопросы охватывают широкий спектр проблем: от глобальных и региональных

проблем климатических изменений, загрязнения окружающей среды и их влияния на состояние водных ресурсов (объектов) до принятия отраслевых нормативных актов и осуществления технико-экономических мер по смягчению их последствий, отражены в диссертационной работы Н.Б. Курбона.

Степень изученности научной темы. По изучению и методологии исследования климата на северном полушарии А.И. Воейков внес основу о влияние климата на водные объекты в своей книге «Климаты земного шара». Его идеи стали фундаментом для дальнейших гидрометеорологических исследований, также для расчётов характеристик речного стока на основе уравнения водного баланса. А подходы для изучения географо-гидрологических условий широко используется методы В.Г. Глушкова. Со временем его метод разветвился: появились зонально-ландшафтный и ландшафтно-гидрологический подходы. Также по теме можно активно исследовать методы на стыках наук о гидрологии, климатологии, экологии, географии, экономики и управления ресурсами, и это позволяет смотреть на проблему комплексно.

Наряду с этим, теорию глобального потепления в 70-х годы прошлого столетия впервые обосновал советский ученый М.И. Будыко, и с тех пор проблема изменения климата находится в центре дискуссий о состоянии окружающей среды. Доклад на эту тему, подготовленный по итогам многочисленных и крайне дорогостоящих исследований, был вынесен на обсуждение Генеральной Ассамблеи ООН в 1990 г. Именно тогда экологическая проблема превратилась в элемент международной политики и науки, охватывая все ключевые сектора мировой промышленности и экономики. На долю энергетики приходится свыше 80 % выбросов парниковых газов, включая добычу, переработку, транспортировку и потребление нефти, газа, угля и т. д.

Поэтому при проведении диссертационного исследования Курбон Н.Б. делает акцент на многочисленных работах таджикских и зарубежных ученых, а также на официальных документах и международных соглашениях, внёсших существенный вклад в развитие теории изучения изменения климата и его последствий, экологического состояния водных ресурсов, водно-климатических чрезвычайных ситуаций и возможностей использования климатических ресурсов в горно-предгорных регионах.

В целом, результаты исследований, представленные в диссертационном работе Н.Б. Курбона носят важное метеорологическое, гидрологическое, экологическое и социально-экономическое значение не только для Таджикистана, но также и для всего Центрально-Азиатского региона и отличаются принципиальной новизной и высокой практической значимости.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности. Выполненная диссертация Курбона Н.Б. на тему «Развитие теоретико-методологических основ исследования водных ресурсов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата» по представленной специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37.

Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия) при ВАК Республики Таджикистан соответствует следующим паспортным пунктам 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.

Научная новизна исследования заключается в следующих научных результатах: 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 учётом 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.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа соискателя представлена 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.

Во **ведение** диссертации соискателем приведены актуальность темы исследования, степень научной разработанности изучаемой проблемы, цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, её научная новизна, положение выносимые на защиту, теоретическая и научно-практическая ценность работы и вклад автора в исследуемую проблемы.

Автор **в первой главе** провёл исследование по особенностям 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 представленным направлениям автор рассматривает климатические особенности Центральной Азии (ЦА) и Республики Таджикистан (РТ) и их контрастность. По полученным результатам автор утверждает, что влияние основных климатообразующих факторов на большей части территории Таджикистана учитываются основные климатические особенности, такие как засуха, высокая температура, малоснежность и континентальность, наблюдаются большие амплитуды всех климатических показателей в течение многих лет и в течение года.

В целом, среднегодовая температура за последние тридцатилетия XX столетия для районов до высоты 1000 м составляет $0,70^{\circ}\text{C}$, для переходных зон от долины к высокогорью – $0,19^{\circ}\text{C}$, для горных районов – $0,44^{\circ}\text{C}$, а для высокогорных зон – $0,09^{\circ}\text{C}$. Иначе говоря, долинно-равнинные районы характеризуются высокими температурами, малооблачным, жарким и продолжительным летом, а переходная зона от долины к высокогорью характеризуется малооблачной, но более холодной погодой. В горных районах наблюдается тесное влияние рельефа на метеоусловия, где летом тепловой режим возвышенных и равнинных форм рельефа имеет обратную зависимость. В высокогорьях хотя ясная погода увеличивает солнечную радиацию, но также вызывает потерю тепла и понижение температуры, в связи с чем разница между зимними и летними температурами весьма значительна и увеличивается к востоку страны.

По выбросам парниковых газов РТ занимает 135-е место, а из-за своего сложного рельефа и высокогорья является одной из самых уязвимых стран среди 28 стран СНГ, Балтии, Восточной и Центральной Европы, и ЦА, однако в рейтинге соотношения выбросов таких газов с глобальными потепления климата РТ занимает 7-е место (после России, Монголии,

Афганистана, Казахстана, Канады и Финляндии). А также, по результатам мониторинга окружающей среды показывает, что значение NO_2 начинается в 5 часов и достигает максимального значения до 10 часов, а затем постепенно снижается в течение дня. В течение дня концентрация пыли очень высока, что свидетельствует об относительно высоком загрязнении воздуха аэрозолями.

Во второй главе автор рассматривает воздействия 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.

Социально-экономическое развитие страны также на прямую или косвенно связана с изменением климата в этой связи Таджикистан также присоединился к Киотскому протоколу. В этой связи несмотря на существующие трудности, Правительство Таджикистана разработало и приняло четыре важные национальные стратегии, касающиеся проблем климатических изменений и водных ресурсов, и эффективно использует все возможности для их практической реализации. В международном масштабе, РТ активно участвует в практической реализации экологических конвенций и решении глобальных экологических проблем, стала первой страной в ЦА, присоединившейся к ряду важнейших международных экологических документов – Стокгольмской, Рамсарской, Боннской конвенциям, а также Картахенскому и Нагойскому протоколам.

Целью присоединения РТ или другой страны к данным международным конвенциям –это оценка процессов тенденции изменения климата, с другой стороны, является соединение научных ценностей на разных уровнях для оценки воздействия данной тенденции на дальнейшее развитие экономики страны. В целом, анализ законодательства, стратегий и программ показывает, что Таджикистан проделала значительную работу по реализации положений международных документов в области выполнения обязательств, таких как координация международных соглашений по изменению климата, охране озонового слоя и другим экологическим проблемам, а также координация разработки национального кадастра выбросов CO_2 , уязвимости и адаптации к изменению климата, разработка плана действий по изучению изменения климата и т.д., и как мировой инициатор по водно-климатическим проблемам на всех уровнях, к настоящему времени активно участвует и разработала и представила свои национальные планы по положениями Киотского протокола и Парижской соглашения, потому что присоединение страны к международным экологическим документам и выполнение обязательств по ним, а также принятие про-грамм и стратегий и их практическая реализация, способствует развитию и реализации государственной политики в области изменения климата и адаптации.

В третьей главе автором было представлено исследования 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 гидролого-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.

С целью оценки влияния климатических изменений на гидрологический режим водных объектов – речных бассейнов горно-предгорных районов, осуществлен анализ изменения метеоусловий и гидрологической динамики р. Зерафшан и взаимосвязь между ними за период 1940-2020 гг. Оценка влияния изменения климата на фактическую водность р. Зерафшан сравнением среднемесячных расходов водного стока установлено значительное воздействие потепления климата на увеличение расхода воды р. Зерафшан в период исследования. Им установлено, что в летние месяцы за тридцатилетний период (1941-1970 гг.) выше среднего значения чем за 1971-2000 гг., но за базовый период (1961-1990 гг.) среднее значения относительно ниже, чем период 1991-2020 гг.

Анализ и оценка корреляционной зависимости метеоусловий со скоростью отступления некоторых крупных ледников БРЗ, как природно-горные элементы, очень чувствительные к процессу изменению климата. Некоторые авторы отмечают, что «по сравнению с ледниками Памира, ледники БРЗ, быстро деградируют и естественно, этот процесс связан с рядом природно-географических и антропогенных факторов». Сокращение ледников является естественным процессом, но скорость таяния льда в последние годы вызывает обеспокоенность. В этой связи автор провёл корреляцию и логически связей между отступлением ледников БРЗ, с климатическими изменениями на примере Матчинского горного узла и Фанских гор. Автор по сравнительному анализу получил, что влияние температурного режима, атмосферных осадков и солнечной радиации очень тесно зависят от местоположения ледника, его экспозиции и уклона тающей поверхности. 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 хр. Это положение обуславливает малый угол наклона солнца и приводит к тому, что ледник крайне медленно отступает без каких-либо сильных колебаний во времени.

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, Шадда, Маздо, Джамшед, а Зерафшан – Искандердарья, Искандеркуль, Панджчашма и Саратаг. Важно отметить, что в 2019 г. была проведена экспедиция, и были отобраны пробы вод из озёр Сарез и Шадда, а также во время проведения исследования в 2017 г. были взяты родниковые воды из районов озёр Маздо и Джамшед. В то же время, в ходе экспедиции в БРЗ в 2025 г. были отобраны пробы воды из водных объектов бассейна оз. Искандеркуль.

Четвертая глава посвящена водные ресурсы основа возобновляемых источников энергии в условиях изменения климата, в частности автор работы рассматривает «Эколого-географические аспекты использования ВИЭ для смягчения последствий изменение климата», «Анализ и оценка климатических ресурсов для ВИЭ и потенциал их использования в условиях изменения климата», «Концептуальная модель регионального обеспечения водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата».

Географическое положение Таджикистана имеет хорошие условия для возобновляемой энергетики, в частности, гидроэнергетики, а также на её территории сосредоточены крупнейшие гидроэнергоресурсы Центральной Азии. Основным факторами формирующий водные ресурсы являются термический режим и атмосферные осадки, определяющие условия увлажнения и водности речного стока, таяние ледников под воздействием метеоусловий, а также подземные воды, зависящих от поверхностных. В целом, в Таджикистане сосредоточено 52,1% потенциальных гидроресурсов ЦА, при удельном весе территории в 11,2%.

Как известно, что среднегодовая мощность и среднегодовая выработка электроэнергии всех малых и крупных рек РТ составляют 60167 МВт и 527,06 млрд. кВт/ч*год соответственно. По результатам соискателя видно, что основное место отводится использование гидроэнергоресурсов крупных, средних и малых рек таких, как Пяндж, Вахш, Зерафшан, Бартанг, Гунт и Кафирнихан, ресурсы которых оцениваются в 491,02 млрд. кВт. Согласно данным автора работы «потенциал гидроэнергоресурсов РТ определяется установленной среднегодовой мощностью в 51,8 млн. кВт, из которых 63% составляет потенциал 511 учтенных рек и 37% потенциал рек, длина которых меньше, чем 10 км и потенциал стока склонового характера».

Результаты показывают, что крупные ГЭС строятся на руслах больших рек и выработанную электроэнергию выгодно использовать в крупных промышленных центрах и населенных пунктах, а для населенных пунктов с разбросанным по горным и высокогорным территориям РТ, более целесообразно использование мини- и микро-ГЭС мощностью от десятков до 1000 кВт». В экономической эффективности, такое распределение ГЭС более рентабельные с сочетанием с другими ВИЭ. В виду того, что, большинство рек РТ расположены параллельно друг от друга, автор предлагает использовать подход регулирования речного стока с помощью каскадных ГЭС для развития энергетического, промышленного и сельскохозяйственного секторов республики.

В пятой главе автор приводит информацию о «Эколого-экономические последствия опасных природных явлений, связанные с климатическими изменениями», «Исследования опасных природных явлений горно-предгорной зоны, в условиях изменения климата», «Экологические последствия и социально-экономический ущерб в условиях проявлений опасных климатических явлений», «Ситуационный анализ рисков и их смягчение, в условиях чрезвычайных гидрометеорологических факторов» и «Анализ корреляции между возникновением стихийных бедствий и изменениями метеорологических условий».

Как отмечается в работе повышение температуры воздуха вызывает изменение количество и распределения осадков в земном шаре, дождей выпадает больше в умеренных и высоких широтах и меньше в тропических и субтропических районах. В этой связи, атмосфера становится более влажной, и в зависимости от географических широт и орографических условий могут усиливаться наводнения, засухи и другие ОЯ, и СГЯ. В то же время, потепление климата приводит к переносу ареала биологических видов в полярные районы, увеличение вероятности вымирания мелких видов – стали жителями прибрежных районов и островов, вызывает появление экологических вынужденных мигрантов. В последние годы участились засухи, увеличилась продолжительность сезона муссонных дождей и в глобальном масштабе наводнения и штормов составляют 71% стихийных бедствий, произошедших в 1990-2019 гг. Согласно полученным данным, с 60-х годов прошлого столетия количество стихийных бедствий, связанных с погодой и климатом, выросло в десять раз: с 39 случаев в 1960 г. до 396 явлений в 2019 г. Только в 2005 г. произошло 442 крупных стихийных бедствий, в результате которых 160 млн человек нуждались в немедленной помощи и погибло более 90 тыс. человек.

При исследованиях автор выявил, что глобальное потепление климата приводят к увеличению количества и интенсивности ОЯ и СГЯ, охвативших географические границы большинства стран, включая РТ, и увеличится их уязвимость к изменению климата. Таджикистан, как уязвимая страна, больше подвержена влиянию процесса изменения климата, чем другие страны ЦА. Так как отмечено за период 2001-2022 гг. на территории страны ежегодно происходило, в среднем, 483 стихийных бедствия, связанных с климатом, которые нанесли большой экономический ущерб, а также привели к человеческим жертвам.

В целом, автор в диссертации привели следующие **заключение:**

1. Климатические изменения тесно связаны с изменением общей циркуляции атмосферы (синоптико-климатологические представления), характеризующейся поведением центров действия атмосферы, оказывающей влияние на территорию исследуемого региона. Установлено, что при росте среднеглобальной температуры в июле 1943-2023 гг., составляющей $R^2 = 0,804$; 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 её роста в среднем по стране составило $0,1-0,4^{\circ}\text{C}$.

2. Изменение регионального климата Таджикистана в зависимости от географо-орографических 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 со значения $R^2 = 6\text{E-}06$.

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 её повышения по метеостанциям Зарафшанской 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).

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 осадков $0,906$ между данными метеостанциями Сангистона и Искандеркуля наблюдалась в 1991-2020 гг., а наименьшая – между метеостанциями Пенджикента и Искандеркуля ($0,313$). Метеостатрасчёты 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 противоположны значениям температуры.

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. ($176,2 \text{ м}^3/\text{с}$) относительно выше среднего значения за 1961-1990 гг. составляет $153,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Установлена тесная корреляция температуры со среднемноголетним расходом воды реки между метеостанциями 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.

6. Теоретическая взаимосвязь таяния горных ледников с метеорологическими колебаниями по каждой декаде была рассчитана 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, Рама – 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. 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.

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 то же 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.

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 водо-снабжения»; 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

9. По результатам анализа качества воды из точек до (р. Ягноб) и после (р. Фондаря) 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 смыыванием водой прибрежных минеральных отложений, а также определено, что содержание NO₂, F, Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn и других химэлементов и химсоединения в воде р. Зерафшан гораздо ниже установленной для них ПДК.

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 учётом того, что показатель продолжительности солнечной радиации в Вешабе и Оббурдоне выше, чем в Пенджикенте, то выявлена наивысшее значение и целесообразность её использования.

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.

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 на период 2014-2020 гг. На основе полученных данных сделан вывод о том, что это связано 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%).

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.

Результаты практической значимости диссертации, включают следующие пункты: а) разработке модели циркуляции атмосферы и сценария распространения воздушных масс по горным и предгорным территориям; б) установлении механизмов влияния горной орографии на изменения гидрометеорологических условий; в) мониторинге качества вод с выявлением локальных и стационарных источников загрязнения; г) планировании развития энергетического сектора с учетом метеорологических и гидрологических параметров в условиях глобального потепления; д) разработке инженерно-экономических рекомендаций снижения стихийных бедствий, связанных с климатом и водой; е) разработке мер адаптации снижения стихийных бедствий, связанных с климатом и водой.

К социально-экономической значимости работы можно добавить следующие пункты: 1) повышение потенциала, устойчивости и адаптации к изменению климата, укрепление институционального сотрудничества, повышение уровня осведомленности заинтересованных сторон об изменении климата и совершенствование национальной системы метеорологического мониторинга в горно-предгорных районах; 2) использование результатов исследований по климатическим обусловленным природным ресурсам горно-высокогорных районов для широкого применения при планировании комплексного развития отдельных регионов этих территорий с учётом климатических зависимых секторов экономики.

Публикация результатов исследования по теме диссертации. Основные положения диссертации отражены в 70 научных работ, в том числе 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; а также получены 4 свидетельства на изобретения.

Соответствие диссертации требованиям Комиссии. Диссертационная работа Курбона Н.Б. на тему «Развитие теоретико-методологических основ исследования водных ресурсов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата» соответствует определённым областям паспорта специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия).

Автореферат диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267.

Замечание по диссертационной работе:

1. В чем заключается влияние орографии и циркуляционные процессы в атмосфере на пространственное распределение метеоусловий?
2. Непонятно, что почему изменения метеоусловий анализировались за определённые тридцатилетние периоды, а пыльные бури (рис. 1.14) и пыльные мглы (рис. 1.15) были показаны только начиная с 2000 года?
3. Географо-гидрометеорологическая оценка бассейна реки Зерафшан. В чем специфика?
4. На каком основаны для анализа метеоусловий бассейна реки Зерафшан использовалось 5 метеостанций (Пенджкент, Сангистон, Мадрушкат, Дехавз и Искандеркуль), а для изучения гидрологических параметров – только одна гидропост (Дупули)?
5. Автору следовало указать направление ветра в объяснение процессов влияния водохранилища на микроклимат местности.
6. Автор не показал, применима ли концептуальная модель управления водно-энергетической безопасности (рис. 4.12 диссертации; рис.21 автореферта) к бассейну реки Зерафшан, который является основной областью исследования диссертации?

7. В диссертации и её автореферата содержится огромные информации о ОЯ, СГЯ и ЧС природно-климатического характера, но различия между ними не показаны.

8. В тексте диссертации и автореферата имеются отдельные грамматические и стилистические ошибки.

Однако перечисленные замечания имеют рекомендательный характер и никак не умоляют актуальность, научную новизну и достоинство диссертационной работы.

В целом, диссертация Курбона Номвара Бойназара на тему «Развитие теоретико-методологических основ исследования водных ресурсов горно-предгорной зоны в условиях изменения климата», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности **2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия)**, выполнена на высоком научно-методическом уровне, соответствует требованиям п. 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённом постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

доктор географических наук, профессор,
профессор кафедры физической географии
Таджикского государственного педагогического
университета имени Садриддина Айни
« 27 » августа 2026 г.

 Муртазаев У.И.

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,
город Душанбе, район И. Сомони,
улица Сухайли Джавхаризод, д.13
Телефон: (+992) 919-05-60-10
E-mail: shoista_g_buh@mail.ru

Подпись доктора географических наук,
профессора Муртазаева У.И. подтверждаю
Начальник УК и ОД ТГПУ им. С.Айни



Кадырзода Сайвали

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,
город Душанбе, проспект Рудаки, 121
Телефон: (+992 37) 224-13-83
E-mail: info@tgpu.tj
« 27 » августа 2026 г.