

Отзыв

Официального оппонента на диссертацию Абдурахимова Бозора Хабибуллаевича на тему «Метеорологические условия бассейнов рек Памиро-Алая и их вклад в формирование стока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.30. – Метеорология, климатология, агрометеорология

Существенное различие климата в различных географических широтах бассейна Аральского моря создает определенные трудности при создании единого сценария для описания перспектив развития гидрометеорологических процессов региона.

Ныне уже не вызывает сомнений факт существования глобальной проблемы – изменение климата с его последствиями. Согласно Всемирному кадастру ледников, подготовленному в середине XX века бассейны рек Пяндж (площадь оледенения 3913 км²) и Вахш (площадь 3675 км²) только за период с середины двадцатого столетия до 2003 года потеряли 8,2% и 7,5% площади своего оледенения, соответственно. Объемы ледников бассейнов сократились, соответственно, на 10,5% и 4,1%. По данным Региональной модели климата к 2050 году ожидается потепление климата на 2 °С и сокращение запасов льда на 75,5% в бассейне реки Пяндж и на 53% в бассейне реки Вахш.

Метеорологические и гидрологические условия бассейнов рек Памиро-Алая как объекты природной лаборатории привлекают интерес зарубежных и национальных научных школ. Результаты полевых работ и дистанционных исследований по мониторингу динамики климатических, гидрологических параметров высокогорья бассейнов рек Памиро-Алая вносили и будут вносить существенный вклад в калибровку и усовершенствование математических моделей по прогнозу изменения климата и гидрологии водных артерий на ближайшие сто и более лет. Водно-ледовые ресурсы, климат и другие компоненты экосистемы бассейнов рек Памиро-Алая являются объектом исследований многих международных и национальных научных проектов, финансируемых международными финансовыми, научными и экологическими организациями.

Глобальное изменение климата и его катаклизмы внесли ощутимые изменения в развитие природного тренда компонентов экосистемы. Для достижения Целей Тысячелетия и обеспечения экологической и продовольственной безопасности населения возникла необходимость в

разработке механизмов адаптации к изменению климата. В последние годы, благодаря ряду глобальных инициатив Президента Республики Таджикистан уважаемого Эмомали Рахмона, существенно активизировались исследования по комплексному изучению метеорологических условий бассейнов трансграничных рек и тесно связанных с ним состояния оледенения, гидрологии и гидрохимии рек, чрезвычайных природных явлений.

Диссертационная работа Абдурахимова Б.Х. посвящена изучению метеорологических условий бассейнов рек Памиро-Алая и их вклада в формирование стока бассейнов. Актуальность работы определяется тем, что горные водосборы являются источниками, жизненно важными для обеспечения народонаселения долин пресной водой. Ледники и снежные покровы в верховьях рек, обеспечивающих водность, тонко реагируют на малейшие колебания климатических условий.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и глоссария.

Диссертационная работа изложена на 129 страницах основного текста и включает 40 рисунков и 17 таблиц. Список использованных источников включает 181 наименование, в том числе 135 иностранных.

Глубоким анализом литературных источников *во введении* обоснована актуальность темы, кратко изложены предмет и объект исследований, структура диссертации, сформулированы цель и задачи работы, определена научная и практическая значимость проведенных исследований, приведены основные положения, выносимые на защиту, а также описан личный вклад автора.

В первой главе представлен результат аналитического обзора литературы по гидрометеорологическим условиям, состояниям оледенения и существующим ныне прогнозам изменения состояния к 2050 году ледников бассейнов рек Памиро-Алая. Подробно описаны физико-географические особенности объектов исследований бассейнов рек Зеравшан, Вахш, Пяндж и их притоков. Широко представлены материалы по гидрологическим характеристикам рек, гидроэнергетическим потенциалам и водным ресурсам бассейнов рек. Показано, что бассейн реки Зеравшан характеризуется вертикальной зональностью, проявляющейся в том, что декабрь и январь считаются самыми холодными месяцами года. Высотное распределение температуры в бассейне составляет $0,6-0,7\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ м}$. Более мягкая зима наблюдается на высотах более 1300 м.н.у.м. Бассейн реки Зеравшан, расположенный на высоте $(1-6) \cdot 10^3\text{ м}$ и площадью более $12 \cdot 10^3\text{ км}^2$ и

являющийся одним из наиболее селеопасных районов страны, может служить моделью для изучения климатических колебаний и вызываемых ими последствий. Сделано предположение, что западные влажные массы воздуха являются источниками атмосферных осадков долины Зеравшан.

Памиро-Алайские горы характеризуются обширной ледниковой зоной. Достаточно полная информация о размерах ледников в бассейнах рек Пяндж, Вахш и Зеравшан, а также южной части Ферганской долины и некоторых других, расположенных в пределах Памиро-Алайской системы, была получена по данным аэрофотосъемки 1957-1959 гг. и использована для составления кадастра ледников СССР. Кроме того, эти данные были использованы для определения средних значений ледникового питания рек Центральной Азии и их долгосрочных вариаций.

Установлено, в частности, что за период 1935-1989 гг. средний вклад стока с оледеневших территорий в основных бассейнах Памира и Гиссаро-Алая в общий сток за июнь-сентябрь в бассейнах рек Пяндж, Вахш и Зеравшан составлял 41% ($7,7 \text{ км}^3$), 44% ($5,7 \text{ км}^3$) и 43% ($1,5 \text{ км}^3$), соответственно.

В плане развития отраслей экономики, в особенности гидроэнергетики и сельского хозяйства Республики Таджикистан и региона Центральной Азии в целом, высокогорье Памира занимает достойное место как источник водообеспечения крупной трансграничной реки региона Амударьи.

Во второй главе диссертации представлены результаты корреляционных зависимостей стока реки Зеравшан от атмосферных осадков в климатических зонах бассейна реки с использованием данных метеорологических станций Анзоб, Дехавз, Мадрушкат, Сангистон, Пенджикент и Искандеркуль, а также в ущелье Фан-Ягноб, расположенных на разных высотах н. у. м.

Расход воды реки Зеравшан и атмосферные осадки зимнего (XII-II) и весеннего (III-V) сезонов имеют тесную связь. Так как при оценке корреляционных зависимостей принимался в расчет расход воды реки Зеравшан в летний сезон за вычетом весенних и осенних составляющих (период дождей), то можно считать, что в формирование летнего стока основной вклад вносит таяние снегов и ледников в верховье реки Зеравшан и ее притоков.

Корреляция расхода воды реки Зеравшан и осенних осадков (IX-XI) отрицательная, и характеризуется коэффициентом корреляции от 0 до -0.1. Почти незначительная корреляция с нулевым значением коэффициента корреляции наблюдается в зависимости расхода воды от осадков летнего (VI-VIII) сезона. Это, прежде всего, обусловлено тем, что незначительное количество осадков в соответствующих сезонах не в состоянии формировать

сток и его прилив к реке Зеравшан из-за расхода воды на увлажнение приповерхностных слоев почвы и подпитку резервуаров подземных вод.

В третьей главе описаны гидрометеорологические условия бассейна реки Вахш в условиях изменения климата, результаты мониторинга изменения температуры и атмосферных осадков за период 1950 – 2020 гг. Подробно описано также влияние атмосферных осадков на формирование и динамику стока рек Сурхоб, Обихингоу и Вахш в условиях изменения климата. Представлены корреляционные зависимости между расходами вод рек Сурхоб, Обихингоу и атмосферными осадками бассейнов.

Для мониторинга метеорологических условий бассейна реки Вахш использованы данные метеорологических станций Гарм (бассейн реки Сурхоб), Ляхш (бассейн реки Кызылсу) и Тавильдара (бассейн реки Обихингоу) за период 1950-2020 гг.

Изучение динамики изменения атмосферных осадков в бассейнах рек в условиях изменения климата важно с точки зрения прогнозирования перспектив развития гляциологических и гидрологических процессов непосредственно в зоне формирования рек.

Из сравнения сезонных распределений атмосферных осадков по бассейнам рек Сурхоб и Обихингоу выявлено, что бассейн реки Обихингоу характеризуется обильными осадками. Это, прежде всего, связано с тем, что бассейн реки Обихингоу находится на пути основных воздушных масс южного и юго-западных направлений, дающих интенсивные осадки в обширном высотном поясе гор. Кроме того, соотношение атмосферных осадков бассейна реки Обихингоу к соответствующим значениям бассейна реки Сурхоб в зимний, весенний и осенних сезонов колеблется в районе 1.20 – 1.35, а в летний сезон данное соотношение превышает 3.3.

С учетом существующей информации о том, что площадь оледенения на верховьях реки Сурхоб подвержена существенной деградации, происходит интенсивное таяние ледника Гармо, выдвинуто предположение, что возрастающий тренд стока реки Вахш и двух ее основных притоков (Сурхоб, Обихингоу) с 1950 по 2020 годы с большей вероятностью связан с изменением состояния оледенения.

В четвертой главе представлены результаты исследований по нахождению корреляционных зависимостей между среднегодовыми стоками рек Ванч, Гунг и метеорологическими параметрами речных бассейнов с использованием графических и аналитических методов (уравнение регрессии). Представлены результаты исследований гидрохимии притоков реки Пяндж по степени их применимости для орошения орошаемых земель и

механизмы влияния атмосферных условий на образование химического состава реки Шохдара и ее вклад в гидрохимию трансграничной реки Пяндж.

Из представленных результатов анализов следует, что между осадками в бассейнах рек Ванч и Гунт наблюдается тесная корреляция, означающая обеспечение бассейнов обеих рек одним и тем же источником атмосферных осадков – влажной воздушной массой из Средиземноморья.

Сильная корреляционная зависимость атмосферных осадков в бассейнах рек Ванч и Гунт, как видно из результатов, отражается на формировании стоков рек. Однако, тесная взаимосвязь стоков рек, главным образом, обусловлена влиянием потепления климата на оледенение бассейнов рек.

Помимо изучения корреляционных зависимостей речного стока в Центральном Памире, были найдены корреляции между стоком реки Вахш и рек Гунт и Ванч Западного Памира. Установлено, что между величинами стока реки Вахш и рек Ванч и Гунт почти не наблюдается корреляционная зависимость, хотя источником обеспечения атмосферной влаги бассейна реки Вахш также является воздушная масса из Средиземноморья.

Проведением комплекс химических анализов вод притоков теки Пяндж - рек Бартанг, Гунт, Шохдара, Ванч и Язгулем установлено, что почти все притоки реки Пяндж характеризуются высокими содержаниями катионов кальция и магния.

Показано, что обогащение речных вод катионами магния и кальция, прежде всего, обусловлено процессами вымывания горных пород. Наблюдаемый эффект может свидетельствовать о минералогических составах горных пород по руслам рек.

Ощутимое содержание катионов естественно отразится на изменении основных показателей речных вод, таких как возможность обмена (ESP) и растворимости (SSP) катионов натрия.

Выветривание горных пород, а также растворение эвапоритов являются основными факторами формирования химического состава вод горных рек. Условием выветривания карбонатных пород и их вклада в формирование химического состава речных вод являются высокие значения соотношения $Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^{+}+K^{+}$ (>6) и молярного соотношения Mg^{2+}/Ca^{2+} . Проведенными расчетами с использованием данных химического анализа воды реки Шохдара, автором показано, что для реки соотношения $Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^{+}+K^{+}$ и Mg^{2+}/Ca^{2+} составляют соответственно 3.69 и 0.15, что свидетельствуют о преобладании выветривания силикатных пород с определенной долей карбонатного выветривания.

Научная новизна работы.

- установлено, что расход воды реки Зеравшан тесно коррелирует с атмосферными осадками зимнего (XII-II) и весеннего (III-V) сезонов, что свидетельствует о существенном вкладе таяния снегов и ледников верховья реки Зеравшан и ее притоков в формировании стока;
- показано, что связь расхода воды реки Зеравшан с осенними осадками (IX-XI) характеризуется отрицательным коэффициентом корреляции от 0 до -0.1. Связь расхода воды реки Зеравшан с осадками летнего (VI-VIII) сезона характеризуется почти нулевым значением коэффициента корреляции;
- показано, что ледниковая подпитка реки Зеравшан ныне составляет 1.08 км^3 или 21% от общего стока;
- установлено, что за период 1950-2020 гг. среднегодовое увеличение температуры в бассейнах рек Сурхоб, Кызылсу и Обихингоу составляли $18 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}/\text{год}$, $9,4 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}/\text{год}$, $14 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}/\text{год}$, соответственно;
- рассчитаны коэффициенты корреляции атмосферных осадков бассейнов с расходом воды рек Сурхоб и Обихингоу со значениями в пределах 0.1 – 0.3, свидетельствующих о незначительной взаимосвязи стока рек и осадков;
- показано, что изменение среднегодовой температуры в бассейнах рек Ванч и Гунт с 1940 по 2020 годы составляет $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}/\text{год}$ и $1,1 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}/\text{год}$, соответственно.
- установлено, что между осадками в бассейнах рек Ванч и Гунт наблюдается тесная корреляция, указывающая на обеспечение бассейнов рек одним и тем же источником атмосферных осадков – влажной воздушной массой из Средиземноморья и существенным вкладом ледников бассейнов в формирование стоков рек;
- показано, что реки Бартанг, Гунт, Шохдара, Ванч и Язгулем характеризуются высокими содержаниями катионов кальция и магния. Обогащение речных вод катионами магния и кальция связано с составом горных пород русла рек и обусловлено процессами вымывания горных пород;
- установлено соответствие химического состава вод притоков реки Пяндж - рек Гунт и Ванч критериям применимости вод для полива сельскохозяйственных земель.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты диссертации могут быть широко использованы:

- в разработке модели циркуляции атмосферы и сценария распространения воздушных масс по горным территориям;
- в установлении механизмов влияния горной орографии на формирование атмосферных осадков;

- в планировании развития сельского хозяйства с учетом формируемого стока горных рек в условиях изменения климата;
- в мониторинге качества вод и выявлении локальных и стационарных источников загрязнения речных вод.

Практическая значимость работы.

Результаты исследований внедрены в тематические планы Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан и в Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Основные положения диссертационной работы включены в учебную программу дисциплины “Гидрология суши” и “Метеорология” кафедры Метеорологии и климатологии Таджикского национального университета.

Личный вклад автора заключается в участии в постановке проблемы исследования, методическом обеспечении ее решения и анализе полученных результатов мониторинга метеорологических условий, гидрологических характеристик бассейнов рек Зеравшан, Вахш, Пяндж и их притоков. В основе диссертации лежат результаты семилетних исследований автора по проблеме метеорологии и гидрологии бассейнов рек Памиро – Алая.

Опубликование результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и 1 публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Результаты диссертации прошли апробацию на международных и республиканских конференциях и семинаров.

По диссертации Абдурахимова Б.Х. имеются следующие замечания:

1. Не совсем четко сформулированы основные различия метеорологических условий бассейнов рек Зеравшан, Вахш и Пяндж.
2. Неясен смысл проведения корреляции метеорологических условий бассейнов рек Памиро – Алая.
3. Автор упоминает о влиянии орографии на распространении воздушных масс, однако из текста диссертации не совсем понятно, в чем заключается данное влияние.
4. Автору следовало более подробно объяснять процессы формирования химического состава рек вымыванием горных пород.
5. При определении основных индексов применимости речных вод для ирригации, автору следовало указать отрицательные и положительные роли катионов в развитии сельскохозяйственных культур.

Однако перечисленные замечания никак не умаляют актуальность, научную новизну и достоинство диссертации.

Заключение.

Проведённый анализ диссертационной работы и перечень публикаций по результатам диссертации позволяет сделать вывод о том, что Абдурахимов Б.Х. осуществил лично большой объем аналитических исследований, проявил несомненные способности к анализу и синтезу полученных материалов с точки зрения теоретических, практических и методологических обобщений и выхода на практические рекомендации.

Содержание диссертации, публикации по ней и автореферат соответствуют специальности 25.00.30. - Метеорология, климатология, агрометеорология

В целом диссертационная работа Абдурахимова Б.Х. представляет Законченное научное исследование. Научный, теоретический, методический и практический уровень работы достаточно высоки и соответствуют требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней и званий» ВАК при президенте Республики Таджикистан.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Абдурахимова Б.Х. на тему «Метеорологические условия бассейнов рек Памиро-Алая и их вклад в формирование стока» по содержанию, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016г. №505, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, несомненно, заслуживает присвоения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальностям 25.00.30 –Метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории физики атмосферы Физико-технического Института
им. С.У. Умарова НАНТ

В.А. Маслов

Подпись кандидата физико-математических наук В.А. Маслова заверяю:

Начальник ОК ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ

М.Д. Ёрова