

ОТЗЫВ

на диссертацию Хомидова Анвара Шериновича : "Геоэкологическая оценка формирования химического состава поверхностных вод и снегов бассейна трансграничной реки Пяндж", представленной на соискание учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Представленная на рассмотрение диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. 134 страниц текста содержат 12 таблиц, 40 рисунков и 167 названий использованной литературы, из которых 135 иностранных и 32 изданных в России. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В *Введении* (стр.4-12) соискатель отмечает актуальность проведенного исследования, которая обуславливается рядом факторов, важнейшие из которых:

- с нарастанием проблемы изменения климата дефицит водных ресурсов будет усугубляться и становиться все более серьезным препятствием в обеспечении устойчивого развития любой территории.

- изменения времени поступления (сезонности) и количества пресной воды могут иметь серьезные геоэкологические последствия для будущего управления орошаемым земледелием и производства энергии гидроэлектростанциями. Этот эффект будет наиболее ощутимым в больших ирригационных зонах Центральной Азии, но также и в потенциальных местах строительства гидроэлектростанций в верховьях рек, таких как Рогунская плотина в Таджикистане.

- выявлен высокий риск того, что таяние снега к середине столетия больше не будет удовлетворять летнюю потребность в воде в бассейнах Центральной Азии.

- учитывая и без того очень высокий уровень нехватки воды во многих частях Центральной Азии, наблюдаемое и прогнозируемое повышение температуры воздуха и уменьшение осадков в западной части Казахстана, Узбекистана и Туркменистана может усугубить проблемы нехватки и распределения воды.

- в Центральной Азии в результате неэффективного использования воды для орошения и деградации пахотных земель уже отмечается снижение урожайности на 30% по сравнению с показателями 90-х годов прошлого века, в связи с чем производительность сельского хозяйства может снизиться на 20–50% к 2050 г. (по сравнению с исходным уровнем 2000–2009 гг.) в Узбекистане и до 30% в Таджикистане, если не будут приняты соответствующие меры по адаптации.

- прогнозы показывают, что для бассейна Аральского моря пиковый расход воды может быть достигнут в 2030 и 2044 гг. с последующим устойчивым снижением стока ледников. В Таджикистане к 2030 году по сравнению с 1961-1990 гг., ежегодные средние температуры будут увеличиваться на 0,2°C-0,4°C и к концу 21-го века, по сценарию ожидается, что потепление превысит 5°C в южных районах Таджикистана, а также в горах центрального Таджикистана и западного Памира.

- наблюдаемые ныне увеличения речных стоков в реках Западного и Восточного Памира (бассейна реки Пяндж) вряд ли продолжатся до середины XXI века. Согласно прогнозам, при отсутствии адекватных превентивных мер, изменение климата может повысить среднюю температуру бассейна реки Пяндж от 0,7°C до 1,40°C к середине XXI века и уменьшить объем ледников на 50%-70%, что приведет к снижению поверхностного стока рек на 10%-20%. Более высокие уровни температуры и осадков будут иметь геоэкологические последствия на чувствительные к климату сектора, такие как водные ресурсы, энергетика, сельское хозяйство и транспорт.

- потепление климата и связанное с ним появление водного стресса может повлиять на качество воды, так как уменьшение речных стоков приводит к нехватке для разбавления нечистот и нагрузок сточных вод. В результате увеличивается концентрация патогенных микроорганизмов, что может вызвать более активное распространение инфекций.

- высокая зависимость Таджикистана от чувствительных к климату секторов делают страну крайне уязвимой к изменениям климата и экстремальным погодным явлениям.

Отмечая **степень изученности научной проблемы, теоретическая и методологическая основа исследования** соискатель пишет, что в настоящее время для реализации Целей Тысячелетия и решения проблемы разработки механизмов адаптации к изменениям климата требуется комплексный подход, рассматривающий компоненты экосистемы, геоэкологических рисков в их тесной взаимосвязи. Важным аспектом мероприятий, направленных на нейтрализацию геоэкологических рисков и факторов воздействия на экосистему и, тем самым, минимизацию ущерба, является разработка механизмов адаптации компонентов экосистемы к изменениям климата, основанных на научно обоснованных предложениях и рекомендациях. Это достигается путем обобщения, систематизации и критического подхода к метеорологическим, гидрологическим, гляциологическим архивным данным и последовательным мониторингом климатических условий, гидрологии водных артерий, состояния криосферы и физических характеристик ледников и снежных покров. Агентство по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан имеет широкую сеть наблюдательных станций 9 по всей территории республики и богатый архивный материал.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы заключалась в разработке информационной системы поддержки принятия управленческих решений, затрагивающих геоэкологическое состояние водной системы бассейна реки Пяндж.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- геоэкологический мониторинг динамики температуры и атмосферных осадков климатических зон и оценка геоэкологических последствий влияния изменения климата в бассейне реки Пяндж за период 1940-2020 гг.
- геоэкологический анализ влияния орографии на пространственное распределение атмосферных осадков по климатическим зонам бассейна реки Пяндж за период 1940-2020 гг.
- геоэкологическое исследование высотного распределения снежного покрова и изменения соотношений среднегодовых значений высот снежного покрова к среднегодовым осадкам в западном, центральном и восточном Памире (водосборной территории реки Пяндж).
- использование изотопных методов для определения основных источников обеспечения климатических зон бассейна реки Пяндж атмосферными осадками.
- геоэкологический мониторинг процессов формирования химического состава реки Пяндж и ее притоков.
- геоэкологическая оценка степени использования вод реки Пяндж и ее притоков для орошения сельскохозяйственных земель.

Объектом исследования явились бассейн реки Пяндж и ее притоки.

Предмет исследования заключался в геоэкологической оценке последствий влияния изменения климата на климатические характеристики бассейна реки Пяндж и гидрохимии реки Пяндж и ее притоков. Геоэкологическая оценка степени использования вод реки Пяндж и ее притоков для орошения.

Методы исследования. Исследования проводились путем систематизации и статистической обработки данных по температуре и атмосферным осадкам. Аналитические методы определения концентрации химических элементов и изотопные методы для оценки распределения осадков по бассейнам рек. Применение корреляции Пирсона для определения взаимосвязи метеорологических и гидрологических характеристик бассейнов реки Пяндж и ее притоков. Достоверность результатов обеспечивается использованием статистических и математических методов обработки данных наблюдений.

Научная новизна работы:

- геоэкологическим мониторингом метеорологических данных впервые установлено, что во всех климатических зонах Памира происходит потепление климата и данный процесс протекает в более ускоренном темпе на высокогорьях в зоне водосбора реки Пяндж.
- геоэкологическим анализом распределения атмосферных осадков по климатическим зонам водосбора реки Пяндж установлено, что влажная воздушная масса из

Средиземноморья является основным источником обеспечения Западной и Центральной части Памира влагой. Максимальное количество осадков в восточной части Памира в конце весны и летом вызвано проникновением воздушных масс из северной части Индийского океана.

- геоэкологическим мониторингом влияния орографии местности на формирования высоты снежного покрова установлено, что геоэкологическим последствием сложности проникновения влажных западных воздушных масс из Средиземноморья в Восточный Памир (Мургаб, Шаймак) является формирование незначительных глубин снежного покрова.

- геоэкологическим анализом установлен вклад выветривания горных пород в обогащении химического состава вод реки Пяндж и ее притоков. Предположено о существенном вкладе атмосферного диоксида углерода в выветривание горных пород и формирование химического состава реки Пяндж и ее притоков.

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

Научные результаты, выносимые на защиту:

- результаты геоэкологического мониторинга климатических характеристик и оценки геоэкологических последствий влияния изменения климата в бассейне реки Пяндж за период 1940-2020 гг.

- результаты геоэкологического анализа влияния орографии на пространственное распределение атмосферных осадков по климатическим зонам бассейна реки Пяндж за период 1940-2020 гг.

- результаты геоэкологических исследований высотного распределения снежного покрова и изменения соотношений среднегодовых значений высот снежного покрова к среднегодовым осадкам на водосборной территории реки Пяндж.

- результаты применения изотопных методов для определения основных источников обеспечения климатических зон бассейна реки Пяндж атмосферными осадками.

- результаты геоэкологического мониторинга процессов формирования химического состава реки Пяндж и ее притоков и геоэкологической оценки степени использования вод реки Пяндж и ее притоков для орошения сельскохозяйственных земель.

- результаты геоэкологического анализа химического состава снежного покрова и талых вод ледника Гармо.

Основные положения и результаты исследований докладывались на четырех международных конференциях, двух Республиканских конференциях и двух зарубежных.

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 3 публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Российской Федерации.

Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 1.6.21. “Геоэкология” по следующим направлениям: Природная среда и индикаторы ее изменения под влиянием природных процессов и хозяйственной деятельности человека (химическое и радиоактивное загрязнения биоты, почв, пород, поверхностных и подземных вод), наведенных физических полей, изменения состояния криолитозоны; Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, биологических, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли; Оценка состояния водного режима территорий и геоэкологические последствия его изменения в связи с изменениями климатических параметров. Геоэкологический анализ влияния регулирования речного стока на водные, прибрежно-водные и наземные экосистемы и обоснование путей сохранения и восстановления водных и наземных экосистем.

В Главе 1 "Метеорология и гидрология бассейна реки Пяндж и ее притоков в условиях изменения климата" (стр.13-30) определено современное состояние климатических зон, оледенения, гидрологии и водно-энергетических ресурсов бассейна реки Пяндж и ее притоков, выделено климатическое районирование бассейна реки Пяндж и особенность влияния горной орографии на метеорологические условия, определено управление рисками для устойчивого управления водными ресурсами, установлены этапы и элементы реализации будущего управления рисками в бассейне реки Пяндж.

Глава 2 "Материалы и методы проведения исследований" (стр.31-57) посвящена характеристике информационного массива, методике обоснования территорий мониторинга в бассейне реки Пяндж, методике отбор проб снежного покрова, определено изотопное исследование отобранных образцов.

В Главе 3 (стр. 57-83) "Пространственное распределение атмосферных осадков центрального и западного Памира и их влияние на формирование изотопного состава поверхностных вод" в условиях многообразия климатических условий Центральной Азии определены метеорологические условия климатических зон водосбора реки Пяндж за период 1940-2020 г.г., установлена динамика изменения атмосферных осадков в климатических зонах бассейна реки Пяндж за период 1940-2020 г.г., выявлено пространственное распределение атмосферных осадков по климатическим зонам бассейна реки Пяндж, определено количественное соотношение жидкой и конденсированных фаз в атмосферных осадках на верховье реки Пяндж, установлены изотопные (2H , 18O) методы для определения источников поступления влажных воздушных масс и атмосферных осадков в бассейнах рек, изучено состояние водных ресурсов притоков реки Пяндж-рек Гунт и Ванч в условиях изменения климата,

Глава 4 (стр.84-116) "Формирование и изменение химического состава вдоль русла трансграничной реки Пяндж (Таджикистан)" определяет процесс выветривания горных пород и формирование химического состава реки Пяндж, при этом установлено, что на верховьях и в бассейнах притоков трансграничной реки Пяндж отсутствует стационарные источники антропогенного характера загрязнения реки. Показано, что формирование химического состава реки Ванч главным образом происходит в результате выветривания горных пород. Сравнением соотношений катионов щелочноземельных к катионам натрия с диаграммой Гиббса установлено преобладающий вклад выветривания силикатных пород в обогащении реки Ванч химическими элементами. Разницу концентраций химических элементов между двумя рек можно принять в качестве индикатора вклада притоков в обогащении главной реки химическими элементами; определен вклад атмосферных осадков и CO_2 в выветривание горных пород и формирование химического состава рек,

В Заключение установлено, что проведенные исследования продемонстрировали, что геоэкологические последствия влияния климата проявляются в существенном изменении метеорологических условий бассейна реки Пяндж и ее притоков, гидрологических и гидрохимических характеристик рек за рассматриваемый период 1950-2020 гг. Степень водообеспеченности и объемы формируемых в регионе водных ресурсов являются геоэкологическими индикаторами влияния изменения климата на функционировании двух главных аспектов водопользования – сельского хозяйства и гидроэнергетики. С середины 20-го века до начала 21-го века (2003-2010 гг.) площадь ледников в бассейне реки Вахш, включая верховья реки в Кыргызстане, сократилась с 3700 км² до 3200 км² (от 7,5% до 10%). Прогнозируется, что площадь ледников может сократиться на 40- 50% в бассейне реки Вахш и на 60-70% в бассейне реки Пяндж. Согласно прогнозу, к 2050 году ожидается сокращения объема стока реки Пяндж на 7%. В последнее десятилетие проблема качества воды речных систем приобретает особую актуальность в связи с резким обострением геоэкологического риска появления и распространения инфекционных заболеваний водным путем и не менее острой проблемой загрязнения вод химическими загрязняющими веществами разного происхождения. Учитывая важное значение водных ресурсов, формируемых на высокогорьях Таджикистана, в орошении сельскохозяйственных земель стран низовья (Узбекистан,

Туркменистан) проводились комплекс исследований по определению основных геоэкологических индикаторов применимости вод для ирригации. Было установлено, что воды исследуемых рек и их притоков вполне отвечают всем требованиям использования вод для орошения сельскохозяйственных земель. Было также установлено, что концентрации химических составляющих вод реки Пяндж на верховьях значительно ниже установленных для них ПДК.

Обобщая все вышесказанное, можно утверждать, что для управления бассейнами рек, включая метеорологические и гидрологические наблюдения, необходимо расширение сети наблюдательных постов и расширение сети обмена информацией между странами региона.

В целом же, замечания (предложения) оппонента могли бы свестись к следующим:

- поскольку в работе определяется геоэкологическая оценка загрязненности поверхностных вод бассейна р. Пяндж следовало бы привести авторское понимание термина "геоэкология" столь неоднозначно трактуемого многими исследователями
- в введение на стр.4 соискатель пишет, что "Из-за полузасушливого и засушливого климата..." в связи с чем оппонент отмечает что в современной литературе обычно используются термины семиаридный и аридный
- оппонент считает, список литературы представленный соискателем следовало бы расширить за счет работ посвященных геоэкологическим исследованиям, например, озер Тянь-Шаня (озера Тянь-Шаня и их история. "Наука", Л., 1980, 230 с.) и другими исследованиями, обозначенными в списке литературы в этом издании.

Однако, оппонент полагает, что данные замечания не снижают научной ценности выполненных исследований и будут учтены при дальнейших исследованиях в рамках представленной тематике. Полученные автором результаты являются актуальными, новыми, имеют теоретическую и практическую значимость. При проектировании и строительстве будущих ГЭС в Республике Таджикистан и сопредельных государств использование результатов, полученных в рецензируемой диссертации, позволит избежать недостоверной оценки загрязненности бассейнов рек и учесть влияние водохранилищ на природные условия прибрежных районов.

На примере рецензируемой работы сложился достаточно высокий уровень современных научных исследований в Республике Таджикистан. Представленная на рассмотрение диссертация является законченной научно квалификационной работой и соответствует паспорту специальности 1.6.21 (геоэкология) Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. за Ns 842 от 24 сентября 2013 г. , а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 (геоэкология).

Егоров Александр Николаевич
доктор географических наук
ведущий научный сотрудник
Институт озероведения РАН-СПб ФИЦ РАН
СПб, ул. Севастьянова, д.9,
тел.8(812) 387-02-60,
E-mail: lake@limno.org.ru
Alex6-1@mail.ru

17.11.2023

Подпись руки
заверяю

Егорова А.Н.
Брига директор ИКОЗРАН-СПб
О.С. Тибко

