

ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ВАНДЖ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Шарофиддинов С.С.^{1,2}, Гулахмадов А.А.^{2*}, Рахимзода А.С.³, Азизов З.Б.²

¹Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан

²Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

³Национальный университет Таджикистана

*Автор-корреспондент. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрена динамика изменения водного стока р. Вандж за период 1940–2023, обнаружен убывающий тренд стока за весь срок наблюдения. Исторические гидрометеорологические наблюдения показали, что сток формируется за счёт таяния снежного покрова в июне и таяния ледников в августе. Период температурного наблюдения за 1951–2023 гг. показал изменяющийся тренд температуры с возрастающим характером со скоростью 0,3–1,3°C. По многолетним данным метеостанций Дарвоз и Хумроги за период 1951–2023 гг. среднегодовое количество атмосферных осадков сохранялось на уровне около 498 мм. Однако, анализ показал, что с 2000 по 2023 гг. наблюдается снижение осадков по сравнению с периодом 1951–1990 гг., что свидетельствует о наличии убывающего тренда. В настоящее время формирование стока реки Вандж в основном зависит от снежного покрова и небольших ледников, расположенных в бассейне. Зимний сток, в свою очередь, в значительной мере определяется поступлением подземных вод, что подчеркивает важность их роли в водоснабжении региона в зимний период.

Ключевые слова: Бассейн реки Вандж, верховья бассейна реки Пяндж, снег, температура, осадки, расход воды.

Введение

Изучение климатических изменений и их использование в водных ресурсах стало одной из важнейших тем научных исследований последних лет. Климатические изменения влияют на гидрологический цикл, доступность воды, качество и распределение водных ресурсов. Климатические изменения действительно играют ключевую роль в трансформации гидрологического цикла, что оказывает влияние на доступность, качество и распространение водных ресурсов. Основные аспекты, связанные с климатическими изменениями в водных ресурсах, включают изменение направления ветра, увеличение частоты и амплитуды волн в некоторых регионах может приводить к наводнениям, тогда как в других регионах — к засухам. Это обеспечивает баланс между притоком и расходом воды [1].

Гидрологический режим рек представляет собой закономерное чередование и изменение уровня воды, расходов, тем-

пературы и других характеристик реки в течение года. Эти изменения обусловлены климатическими условиями, географическим положением бассейна реки, а также человеческой деятельностью [2].

Водность года — это характеристика общего количества воды, проходящего через речное русло в течение года, обычно измеряемая в виде годового стока. Этот показатель отражает климатические, гидрологические и антропогенные факторы, влияющие на водный баланс реки [3]. Аналоговый метод в гидрометеорологии — это подход, при котором используется рассмотрение текущих или будущих климатических условий с историческими аналогами для оценки изменения параметров, таких как температура воздуха, осадки и сток. Этот метод основан на предположении, что в будущем могут повториться климатические условия, нынешние живущие с уже существовавшими в прошлом [4].

Статистические методы оценки многолетнего ряда наблюдений применяются для анализа временных данных, чтобы выявить закономерности, тенденции, сезонные колебания, изменения структуры, а также для прогнозирования и оценки вероятностей событий [5].

Река Вандж — одна из рек, расположенных в восточной части Таджикистана, на территории Горно-Бадахшанской автономной области. Она является притоком реки Пяндж (Пандж), которая, в свою очередь, входит в бассейн Амударьи. Река протекает через Ванджскую долину, окружённую высокими горами Памира. Эта долина известна своими живописными видами и суровой природой. Вдоль реки расположено несколько населённых пунктов, включая районный центр Вандж, который является административным центром одноимённого района. Вниз по течению разветвлённость уменьшается, и на 9 последних 17 км река протекает в одном русле. Пороги и водопады отсутствуют. В верхнем течении поймы нет, между селами Тахарн и Рохарв пойма имеется. Во время паводков почти вся пойма затопляется [6].

Половодье на реке Вандж, как и на большинстве рек с ледниково-снежным питанием в регионе Памира, наблюдается в летний период. Это связано с активным таянием снегов и ледников. Начало половодья обычно приходится на май, когда начинается интенсивное таяние снегов в горах. Пик половодья: июнь и июль, когда температура достигает максимума, что вызывает активное таяние ледников [7].

Ледовые образования на реке Вандж, как и на других реках в горных районах, образуются в зимний период, особенно в высокогорных частях Таджикистана, через которые течёт Вандж. В холодное время года в верховьях реки и её притоках могут образовываться ледяные покровы, которые постепенно расширяются по мере понижения температуры. Такие

ледяные образования особенно характерны для рек, протекающих в горных районах, где зимы суровы, а температура воздуха может значительно опускаться ниже нуля. Такие ледовые образования имеют важное значение для экосистемы региона, влияя на уровень воды в реке, а также на жизнь местных жителей и животных. Лёд может создавать препятствия для навигации и повседневного использования реки, а также может привести к наводнениям, если зимой ледяные заторы нарушаются с наступлением весны, когда начинается таяние льдов [8]. Задачами данного исследования является выявление изменения температуры, осадков и снежного покрова в бассейне реки Вандж за несколько десятилетий.

Материалы и методы исследования

Мутность реки Вадж меняется в зависимости от времени года, климатических условий и активности в верховьях реки. В начальных горных районах, где берётся река, она обычно имеет сравнительно чистую воду, однако в период сильных дождей или таяния снега в верховьях мутность может значительно рассеиваться. Это связано с тем, что в горных реках часто наблюдается большое количество взвешенных частиц, таких как песок, гравий и ил, которые поступают в воду при интенсивных осадках или водоотводах с тающим снегом.

Мутность воды действительно сильно зависит от сезонных изменений, таких как таяние снега в горных районах и сильных дождей, особенно весной и летом. Во время этого изменения мутность может значительно изменить свою прозрачность, становясь более мутной из-за большого количества взвешенных частиц, таких как песок, гравий, ил и другие осадочные материалы.

Таким образом, несмотря на то, что в начале пути река Вандж может иметь относительно чистую воду, её мутность увеличивается в периоды активного та-

яния снега или дождевых паводков. Эти природные процессы влияют на качество воды и могут влиять на экосистему, а так-

же на использование водных ресурсов в сельском хозяйстве [6].

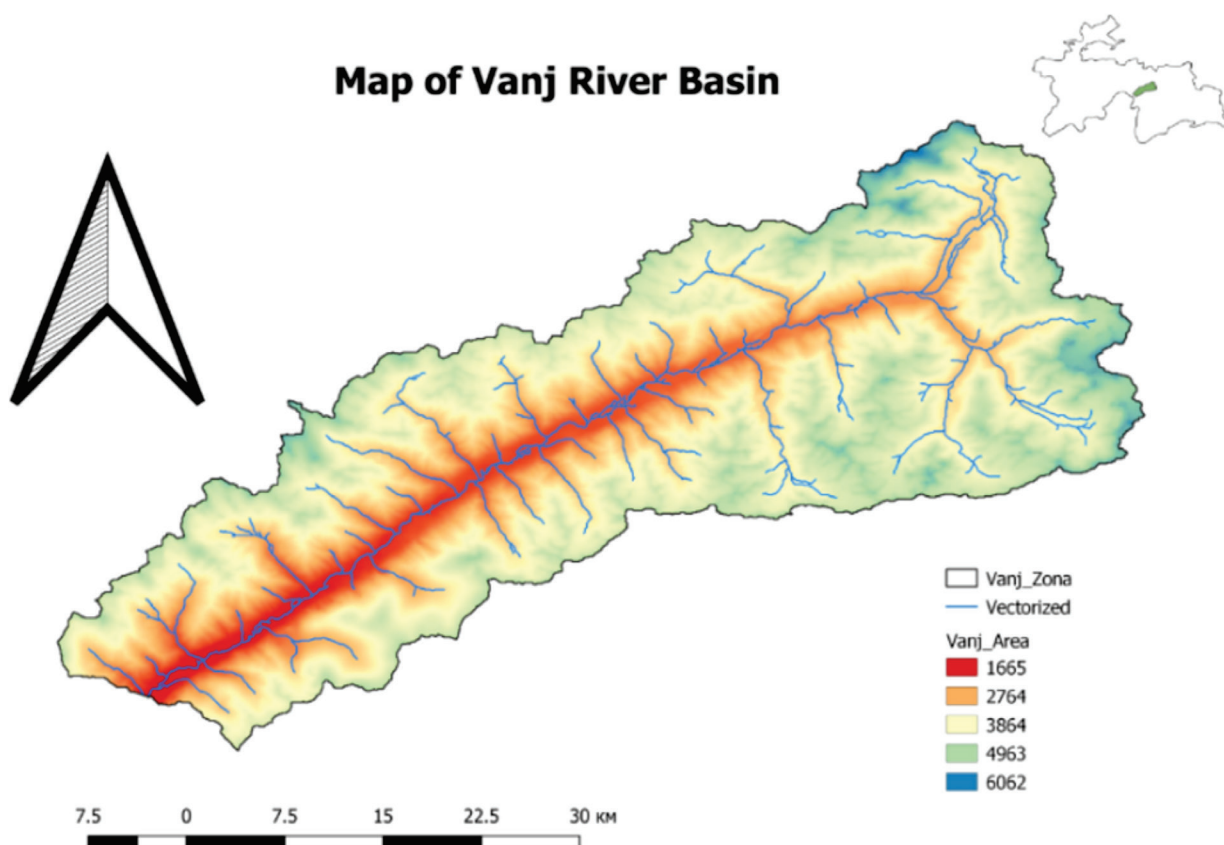


Рисунок 1. Бассейн реки Вандж в верховье бассейна реки Пяндж.

Для проведения анализа были использованы программное обеспечение MODSNOW и также статический метод анализа тренда в программе Excel. В работе получены и использованы несколько гидрометеорологических параметров, включая температуры, осадки, расходы воды и снежного покрова за исторический период (1940-2023).

Результаты исследования и их обсуждение

На основании данных станции бассейна Вандж наблюдается тенденция к повышению среднегодовых значений темпе-

ратуры воздуха за период с 1951 по 2023 годы. За последние 70 лет температура воздуха увеличилась на 0,3– 0,7°C. Это подтверждает устойчивое изменение климатических условий, особенно заметное в последние десятилетия.

Анализ данных метеостанции Дарвоз указывает на то, что наиболее значительное повышение температуры началось с середины 1990-х годов. За последние 30 лет температура на этой метеостанции выросла на 0,8 °C. Этот тренд подтверждает глобальное потепление, которое оказывает влияние на региональный климат.



Рисунок 2. Динамика многолетних значений температуры воздуха по данным метеостанции Дарвоз.

Как видно из рисунка 2 по данным метеостанции Дарвоз средние значения температуры воздуха за период 1951–

1970 гг. составляла 13,9°C. Рост температуры в период 1971–1990 гг. среднегодовая температура выросла до 14,2 °C.

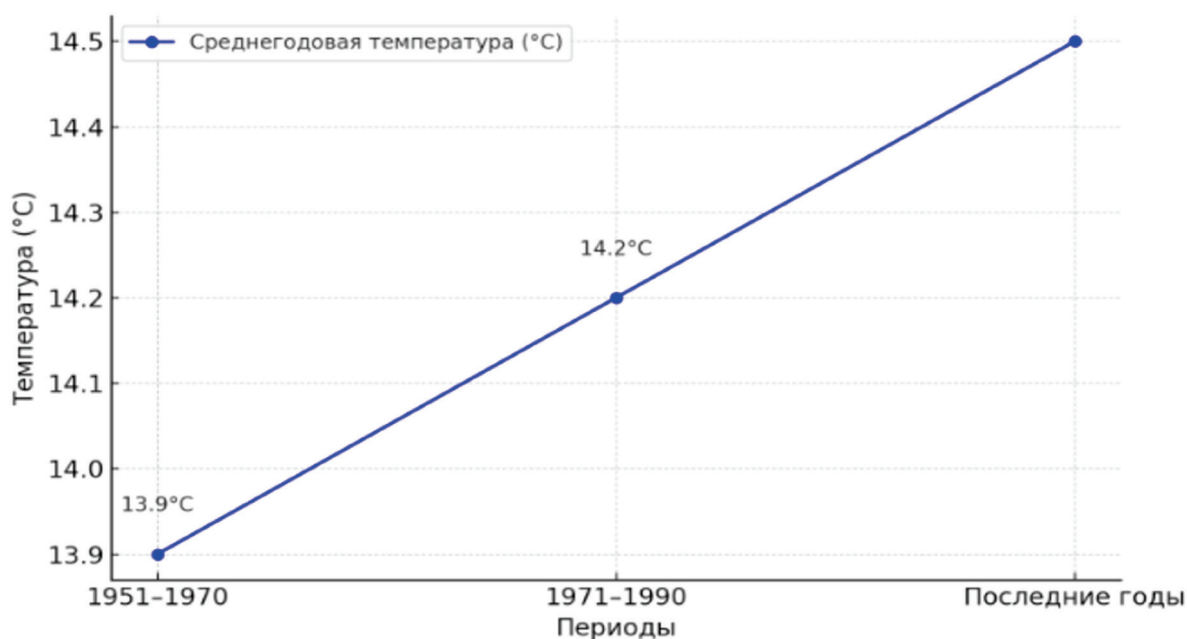


Рисунок 3. Среднегодовая температура станция Дарвоз.

Это свидетельствует об увеличении средней температуры на 0,3°C по сравнению с предыдущим периодом.

Текущая ситуация (последние годы), среднегодовая температура достигла 14,5°C и более. По сравнению с 1971–1990 гг. разница составила 0,3°C, а относительно 1951–1970 гг. — 0,6°C. Динамика

изменений температуры демонстрирует устойчивую тенденцию к росту, что может быть связано с глобальными изменениями климата. По метеостанции Хумроги изменение среднегодовых значений температуры воздуха за период с 1956 по 2023 годы было более значительно, чем по метеостанции Дарвоз (Рисунок 4).

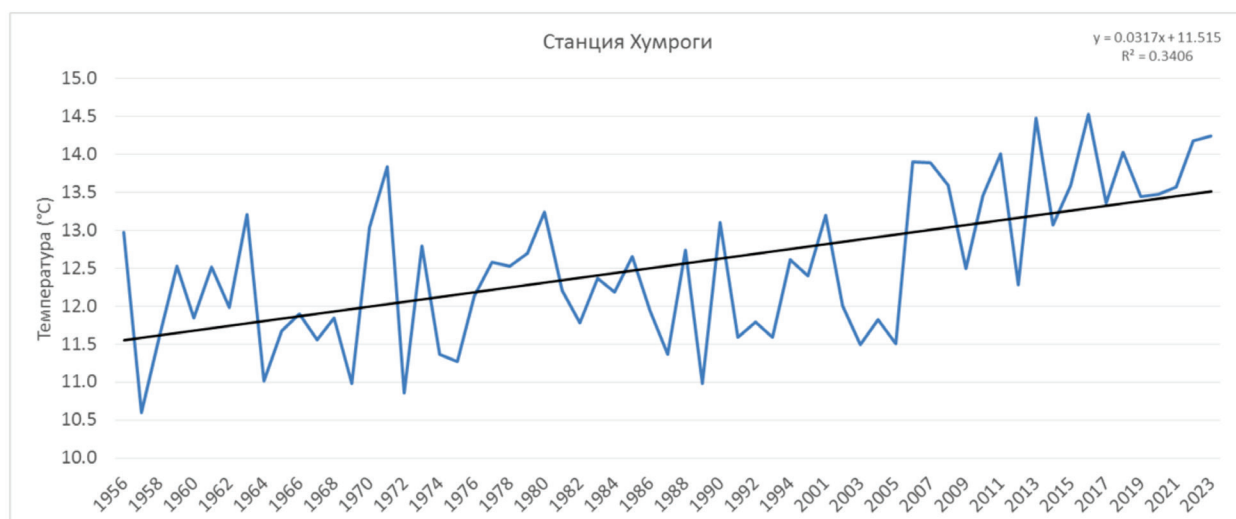


Рисунок 4. Динамика многолетних значений температуры воздуха по метеостанции Навабад.

На основании данных метеостанции Хумроги, в период с 1956 по 1976 гг. среднегодовая температура воздуха составляла 12°C. В последующие годы, с 1976 по 2002 гг., этот показатель увеличился до 12,3 °C, что свидетельствует о росте средней температуры на 0,3 °C по сравнению с предыдущим периодом.

В последние годы (2003–2023 гг.) среднегодовая температура продолжила увеличиваться, достигнув 13,3 °C и выше. Это означает рост на 1,0 °C относительно периода 1976–2002 гг. и на 1,3 °C по сравнению с базовым периодом 1956–1976 гг.

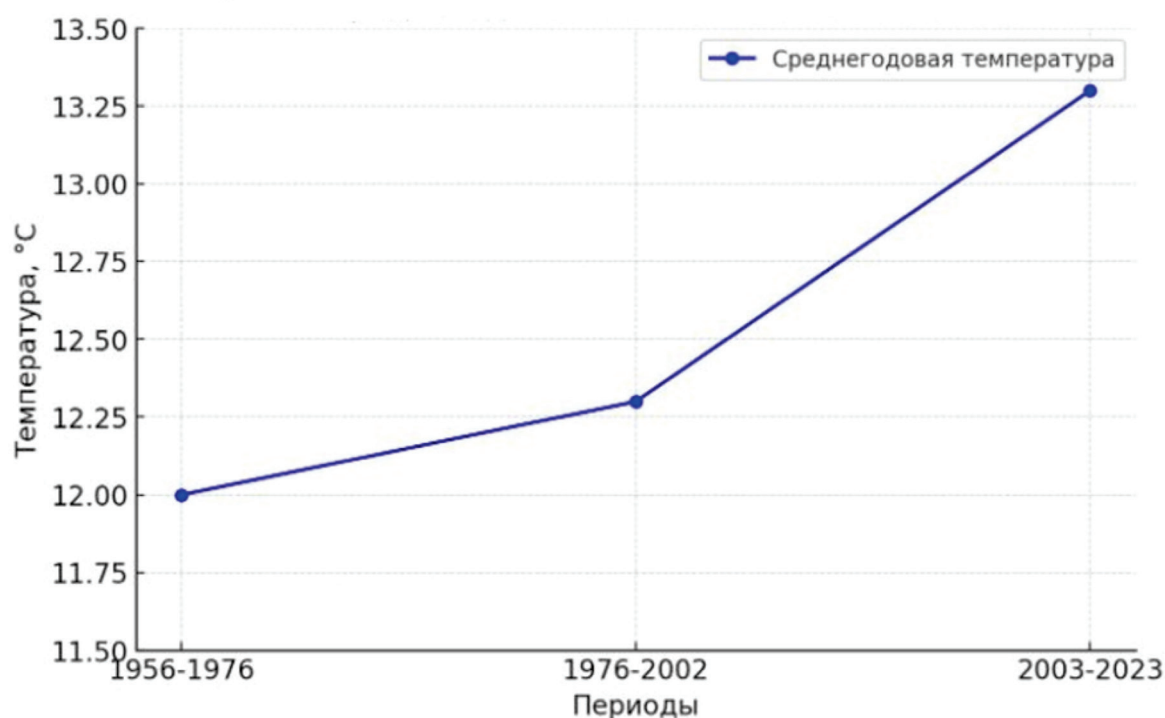


Рисунок 5. Среднегодовая температура станции Дарвоз.

График построен с использованием точки за каждый период, соединённых линиями для наглядности изменения. Кроме того, отметки на осях и сетка облегчают чтение данных. На рисунке 4. график, который отображает изменения среднегодовой температуры воздуха в течение трёх периодов: 1956–1976, 1976–2002 и 2003–2023 гг. Это может быть график, на котором видно, как температура увеличивалась за каждый из этих периодов. Период 1956–1976 гг. в этом периоде среднегодовая температура составляла 12,0°C. Этот показатель служит базовой точкой для дальнейшего сравнения. Период 1976–2002 гг. В течение этого периода произошло небольшое повышение температуры до 12,3°C, что на 0,3°C выше по сравнению с первым периодом. Это указывает на начало заметного потепления. Период 2003–2023 гг. за последние два десятилетия среднегодовая температура значительно увеличилась и достигла значения 13,3 °C. Это означает рост на 1,0 °C по сравнению с периодом 1976–2002 гг. Увеличение на 1,3 °C по сравнению с

базовым периодом 1956–1976 гг. График наглядно демонстрирует, что темпы потепления усилились в последние годы. Если в первые 46 лет наблюдалось увеличение температуры на 0,3 °C, то за последующие 20 лет прирост составил уже 1,0 °C. Эти данные подчеркивают ускоряющийся характер изменения климата в данном регионе.

Для изучения изменений режима влагообеспеченности в период с 1951 по 2023 годы были использованы данные по осадкам с метеостанций Дарвоз и Хумроги, расположенных на территории бассейна реки Вандж. На основе проведённого анализа были построены графики (рис. 6–7) и составлены таблицы. На графиках наглядно представлены изменения количества осадков за исследуемый период. В таблице 1 приведены рассчитанные значения линейного уравнения (коэффициенты тренда), нормы среднего количества осадков за базовый период (1951–2023 гг.), а также величина тренда, выраженная в процентах от нормы.

Таблица 1. Изменение количества осадков в бассейне реки Гунт на территории Памира за базовый период (1940-2022гг.) по сравнению от нормы (1961-1990).

№	Название станции	Высота м.н.у.м.	Коэффициент тренда период (1951-2023гг.)	Величина тренда за период (1951-2023гг.) мм	Норма осадков, мм период (1961 – 1990гг.)	в процентах от нормы, %
1	Дарвоз	1288	$y = -1.4541x + 549.12$	498	468	6
2	Хумроги	1736	$y = -0.4323x + 221.72$	216	205	5

Дарвоз – (высота 1288 м.н.у.м.) Осадки снижаются на 1.4541 мм в год (тренд). Снижение за период 1951-2023 гг. составляет 498 мм, норма осадков 1961-1990 гг. - 468 мм, осадки составляют только 6% от нормы, что свидетельствует о значительном дефиците осадков. Хумроги – (высота 1736 м.н.у.м.). Осадки уменьшаются на

0.4323 мм в год, снижение за период 1951-2023 гг. - 216 мм, Норма осадков (1961-1990 гг.) - 205 мм, Осадки составляют 5% от нормы, что также указывает на дефицит осадков. Оба региона испытывают больше осадков, с более выраженным в Дарвозе.

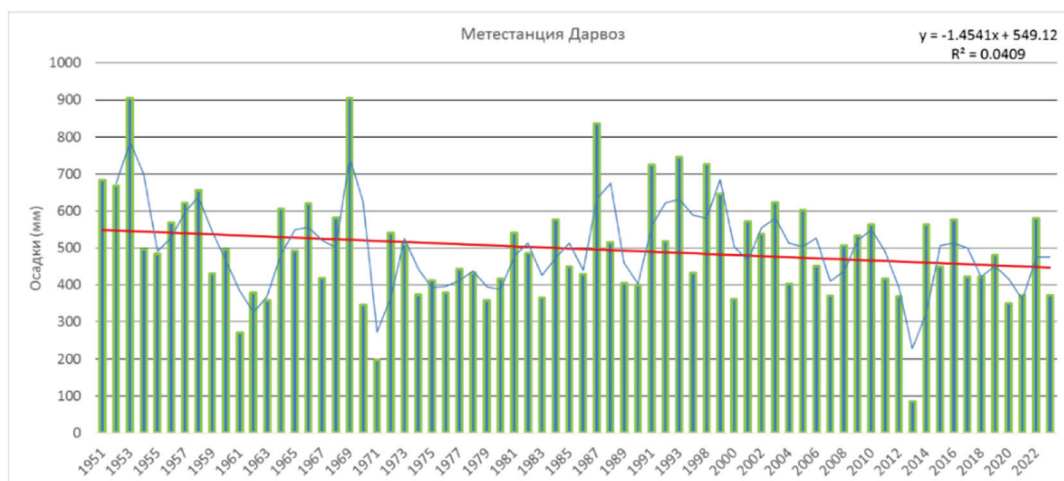


Рисунок 6. Динамика многолетних значений атмосферных осадков (мм) по метеостанции Дарвоз.

В представленных данных делается вывод о том, что за период наблюдений с 1951 по 2023 год на метеостанции Дарвоз в целом не наблюдается значительных изменений в количественном отношении годовых осадков, несмотря на определенные колебания и снижение линии тренда средних значений. Снижение линии тренда средних значений указывает на возможное уменьшение средней величины осадков в последние годы.

Резкие колебания значений, начиная с 1990-х годов до 2023 года фиксируются

значительные колебания между максимумами и минимумами годовых осадков, что может свидетельствовать о повышенной изменчивости климатических условий.

Отсутствие выраженной тенденции, несмотря на колебания и снижение тренда, в количественном отношении суммы годовых осадков остаются относительно стабильными, без выраженной тенденции к увеличению или уменьшению.



Рисунок 7. Динамика многолетних значений атмосферных осадков (мм) по метеостанции Хумроги.

Оценка многолетней динамики атмосферных осадков по данным метеостанции Хумроги выявила определённые изменения в их количестве. В последние годы наблюдается тенденция к постепенному уменьшению осадков. Средние значения атмосферных осадков за весь период наблюдений увеличились на 11,0 мм. Однако анализ колебаний максимальных и минимальных значений среднегодовых осадков показывает, что с 1991 по 2023 годы наблюдается уменьшение среднегодовых значений на 8,0 мм по сравнению с периодом 1960–1990 годов. Эта тенденция подтверждается данными, представленными на рисунке 7.

Снеготаяние играет ключевую роль в формировании стока в реке Вандж и других реках, находящихся в высокогорных регионах. Снег и лёд служат важным источником водных ресурсов, особенно в районах, где осадки преимущественно выпадают в виде снега. Когда снежный покров тает весной или летом, вода по-

ступает в реку, что способствует обеспечению притока воды в водоёмы и поддержанию водного баланса. Однако изменение климата оказывает серьезное влияние на снежный покров. Потепление приводит к более раннему таянию снега и ледников, что может изменять сезонный режим стока. Например, реки могут столкнуться с более быстрым, но более краткосрочным пиком стока в начале весны, что может снизить общий объём воды, доступной в течение летних месяцев. Это имеет последствия для водоснабжения, сельского хозяйства и экосистем в регионе [9].

Исследование изменений снежного покрова в условиях изменения климата важно для разработки эффективных стратегий управления водными ресурсами в таких районах. Такие исследования могут включать анализ долгосрочных метеорологических данных, моделей снеготаяния и изменения ледников, а также использование спутниковых технологий для мониторинга снежного покрова [10].



Рисунок 8. Анализ изменения снежного покрова в бассейне реки Вандж (1990–2023 гг.).

Спутниковые снимки и данные дистанционного зондирования позволяют получать информацию о распределении снега, его объёме, а также о том, как эти параметры изменяются со временем. Спутники, оснащённые радарами и инфракрасными сенсорами, могут выявлять изменение площади снежного покрова, а также отслеживать его таяние в реальном времени. Это особенно важно для удалённых и труднодоступных горных регионов, где традиционные методы наблюдения могут быть ограничены [11].

В результате исследования динамики снежного покрова в бассейне реки Вандж за период 1990–2023 гг. были выявлены следующие особенности: годовая вариативность снежного покрова за рассматриваемый период наблюдалась как в многоснежные, так и в малоснежные

годы. Минимальное количество снега зафиксировано в 2008 году. Максимальное накопление снежного покрова отмечено в 1992 году. Анализ данных показывает снижение средней высоты снежного покрова. Уменьшение накопления снега в последние годы отражается на красной трендовой линии, демонстрирующей спад высоты снежного покрова. Частота дней с меньшей высотой снежного покрова возрастает, что может свидетельствовать о влиянии климатических изменений на гидрометеорологические условия региона.

Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего изучения климатических процессов в бассейне реки Вандж для понимания их влияния на гидрологический режим и разработку адаптационных стратегий в условиях изменения климата.

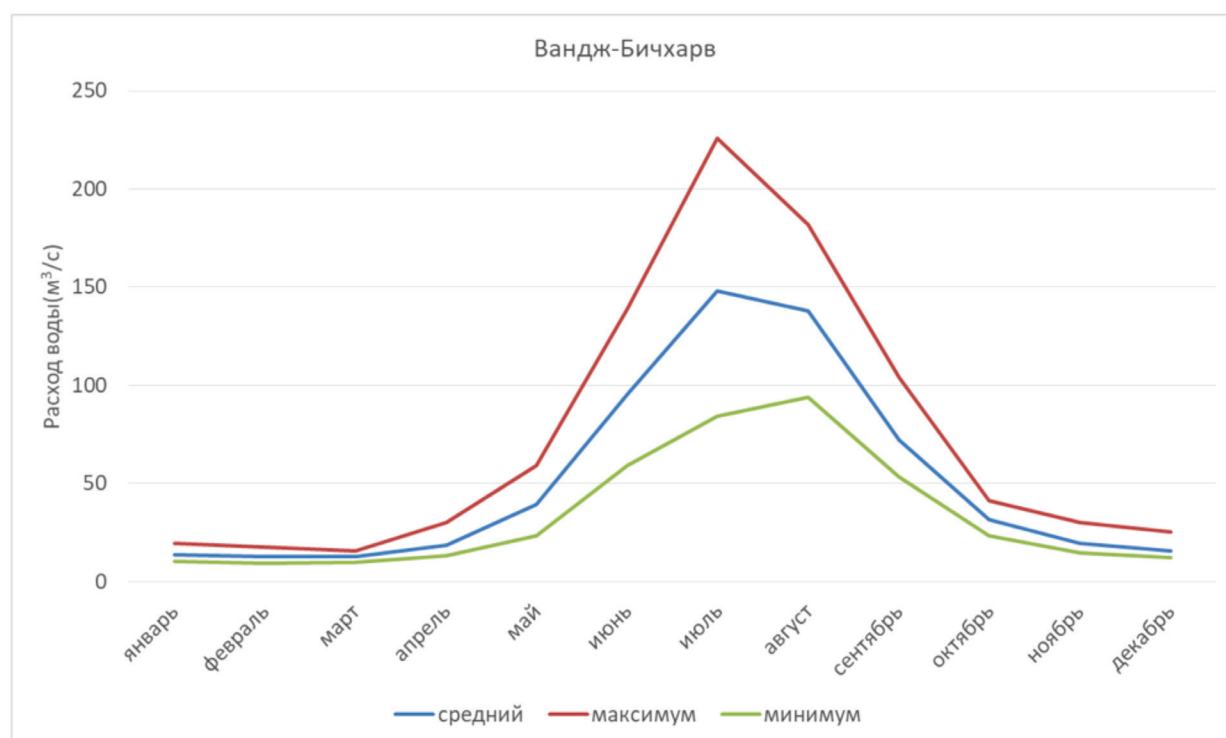


Рисунок 9. Средний, максимальный и минимальный расход воды по многолетним данным р. Вандж – Бичхарв.

Для определения изменчивости годового стока реки Вандж использованы годовые данные гидропоста Бичхарв, расположенного на самой реке, по которым имеются материалы наблюдений за про-

должительный период. Среднегодовой сток реки Вандж – Бичхарв составляет 51,1 м³/с, средний максимальный годовой расход воды 67,1 м³/с. Для определения изменчивости годового стока реки Ван-

дж, основываясь на предоставленных данных, можно рассчитать несколько показателей, характеризующих изменчивость стока, таких как: коэффициент вариации (C_v): это относительная мера изменчивости, которая помогает понять, насколько варьируется годовой сток по сравнению с его средним значением. Он рассчитывается как отношение стандартного отклонения к среднему значению.

Формула коэффициента вариации:

$$C_v = \frac{v}{\bar{X}} \times 100$$

где:

v — стандартное отклонение,

$\bar{X}$ — среднее значение.

Сезон паводка реки Вандж начинается с начала апреля до начала октября. Пик расхода воды наблюдается в июль месяц. Максимальный расход воды в р. Вандж составляет $1800 \text{ м}^3/\text{с}$, зарегистрирован 04.07.1973 г. Самый низкий расход воды, наблюдаемый 27.02.1978 г. снизился до $7.61 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис 7.).

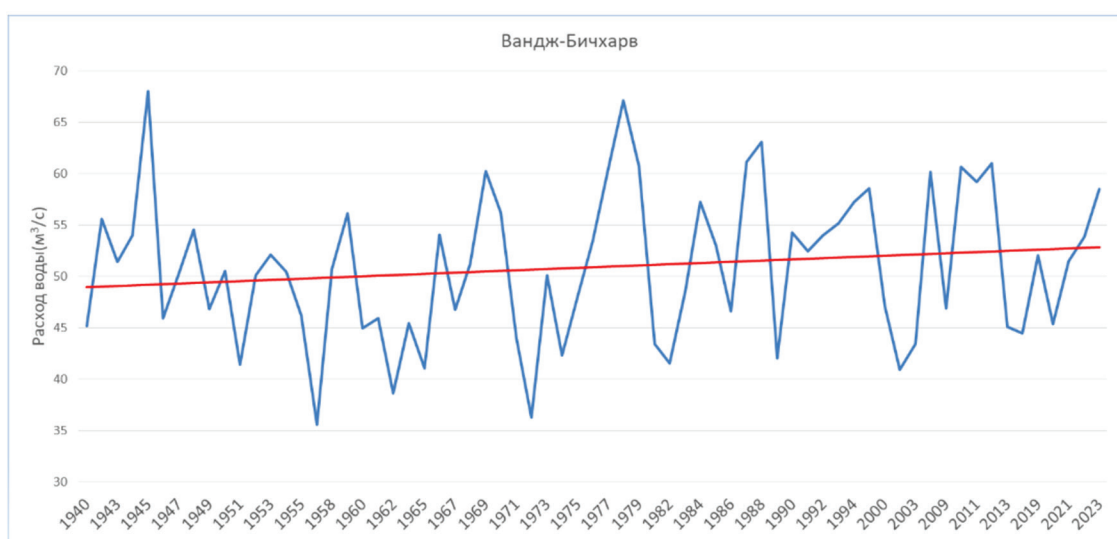


Рисунок 10. Изменение расходов воды ($\text{м}^3/\text{с}$) на р. Вандж – Бичхарв.

Анализ изменения расходов воды на реке Вандж за 80 лет показывает, что наблюдается увеличение на $2,98 \text{ м}^3/\text{с}$ в год, что приводит к увеличению расхода воды в среднем на 1% от нормы. Средний расход воды в 1961–1990 годы составлял $51,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Это значение служит в качестве нормы для сравнения. Следовательно, увеличение на $2,98 \text{ м}^3/\text{с}$ в год указывает на долгосрочную тенденцию роста водного потока на реке Вандж. Это изменение может быть связано с несколькими факторами:

Климатические изменения: Потепление климата, особенно повышение температуры воздуха, может привести к более раннему таянию снега и льда, увеличивая количество воды, поступающей в реку.

Изменения в структуре осадков: Изменения в типе осадков (например, увеличение количества дождей в зимний период) также могут влиять на уровень рек.

Ледниковое питание рек: В районах с ледниковыми источниками стока увеличение температуры воздуха может привести к более интенсивному таянию ледников, что непосредственно повышает расходы воды [12]. Колебания расходов воды и изменения в их характере (Рисунок 10) показывает, что хотя расходы воды увеличиваются, существует также заметное изменение в характере колебаний этих расходов. Периодических изменениях: Колебания могут быть сезонными (летние паводки, весеннее таяние снега), но изменение их характера указывает на

изменения в длительности или интенсивности этих циклов.

Интервальных изменений: Эти изменения могут быть связаны с климатическими факторами, такими как изменение дождевых циклов или температурных режимов. Например, более частые или интенсивные осадки могут приводить к резким пикам расхода воды, в то время как их уменьшение может вызвать затухание колебаний и снижение уровня воды в реках или водоёмах. Повышение температуры в результате глобального потепления может влиять на таяние снега и льда в высокогорных районах и на полюсах. Это таяние, в свою очередь, увеличивает поток воды в реки и озера, что может вызывать изменения в гидрологическом цикле и частоты экстремальных событий, таких как наводнения или засухи [13].

Выводы

Проведённые исследования в бассейне реки Вандж по изменению метеорологических показателей и гидрологического режима рек показали, что за последние годы отмечается тенденция повышения температуры воздуха. Оценка динамики среднегодовых значений температуры воздуха за период с 1951 по 2023 годы показывает повышение его значений в последние годы. Температура воздуха за последние 70 лет повысилась на 0,3-1,3°C. В представленных данных делается вывод о том, что за период наблюдений с 1951 по 2023 год на метеостанции Дарвоз в целом не наблюдается значительных изменений в количественном отношении годовых осадков, несмотря на определенные колебания и снижение линии тренда средних значений. Снижение линии тренда средних значений, это указывает на возмож-

ное уменьшение средней величины осадков в последние годы.

Литература

1. Гельфан, А., и др., Влияние изменения климата на годовой и максимальный сток рек России: оценка и прогноз. *Фундаментальная и прикладная климатология*, 2021. 7(1): p. 36-79.
2. Догановский, А.М., Гидрология суши (общий курс). 2012.
3. Михайлов, В.Н., М.В. Михайлова, and Д.В. Магрицкий, Основы гидрологии устьев рек. 2018.
4. Обязов, В., Влияние изменения климата на гидрологический режим рек Забайкалья. 2015, Забайкальский государственный университет.
5. Макаров, И.А., Глобальное изменение климата как вызов мировой экономике и экономической науке. *Экономический журнал Высшей школы экономики*, 2013. 17(3): p. 479-496.
6. Шульц, В., Реки Средней Азии. САНИГМИ. Л.: Изд. ГИМИЗ, 1965.
7. Мирзохонова, С. and Д.Б. Ниязов, Влияние изменения климата на гидрологический режим бассейна реки Пяндж. 2021.
8. Abdullaev, I., Transboundary water management in Central Asia. *Climate Diplomacy in Perspective: From Early Warning to Early Action*, Berlin, 2011.
9. Фазылов, А. and Н. Лавров, Управление твердым стоком реки Вахш в условиях изменения климата. in *Проблемы управления речными бассейнами при освоении Сибири и Арктики в XXI веке: Сборник докл. XIX Междунар. науч.-практ. конф. Тюмень: ТИУ*. 2017.
10. Шикломанов, И. and В. Георгиевский, Влияние изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек России. *Hydrological impact of climate change*, 2007: p. 143.
11. Gafurov, A., et al., MODSNOW-Tool: an operational tool for daily snow cover monitoring using MODIS data. *Environmental Earth Sciences*, 2016. 75: p. 1-15.
12. Gafurov, A., et al., Snow cover reconstruction methodology based on historic in situ observations and recent remote sensing data. *The Cryosphere Discussions*, 2014. 8(5): p. 4645-4680.
13. Brooks, K.N., P.F. Ffolliott, and J.A. Magner, *Hydrology and the Management of Watersheds*. 2012: John Wiley & Sons.

ТАҒЙИРЁБИИ БУЗУРГИҲОИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ҲАВЗАИ ДАРЁИ ВАНЧ ДАР ШАРОИТИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ

Шарофиддинов С.С.^{1,2}, Гулахмадов А.А.^{2*}, Раҳимзода А.С.³, Азизов З.Б.²

¹Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

³Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

*Муаллифи масъул. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Шарҳи мухтасар. Дар ин мақола динамикаи тағйирёбии маҷрои оби дарёи Ванч дар давраи солҳои 1940-2023 мавриди таҳлил қарор гирифта, қоҳиши тамоюли маҷро дар тамоми давраи мушоҳидаҳо ошкор шудааст. Мушоҳидаҳои таърихӣ гидрометеорологӣ нишон медиҳанд, ки қараёни об асосан аз ҳисоби обишавии қабати барф дар моҳи июн ва обишавии пирахҳо дар моҳи август ташаккул меёбад. Давраи мушоҳидаҳои ҳароратӣ барои солҳои 1951-2023 тамоюли тағйирёбандии ҳароратро бо афзоиши суръат дар ҳудуди 0,3-1,3°C нишон дод. Тибқи маълумоти бисёрсолаи шабакаҳои метеорологии Дарвоз ва Ҳумроғӣ барои солҳои 1951-2023, миқдори миёнаи солонаи боришоти атмосферӣ дар сатҳи тақрибан 498 мм боқӣ мондааст. Аммо, таҳлил нишон дод, ки дар солҳои 2000-2023 нисбат ба солҳои 1951-1990 миқдори боришот қоҳиши ёфтааст, ки аз мавҷудияти тамоюли қоҳишёрӣ шаҳодат медиҳад. Дар айни замон, ташаккули қараёни дарёи Ванч асосан аз қабати барф ва пирахҳои хурде, ки дар ҳавза ҷойгиранд, вобаста аст. Қараёни зимистона бошад, то андозае аз воридишавии обҳои зерзаминӣ муайян мегардад, ки аҳамияти нақши онҳоро дар таъмини оби минтақа дар давраи зимистон таъкид мекунад.

Калидвожаҳо: ҳавзаи дарёи Ванч, шохобҳои ҳавзаи дарёи Панҷ, барф, ҳарорат, боришот, харҷи об.

CHANGES IN HYDROMETEOROLOGICAL PARAMETERS OF THE VANJ RIVER BASIN UNDER CLIMATE CHANGE

Sharofiddinov S.S.^{1,2}, Gulakhmadov A.A.^{2*}, Rakhimzoda A.S.³, Azizov Z.B.²

¹Agency for hydrometeorology of the Committee of Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan

²Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan

³Tajik National University

*Corresponding author. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Abstract. This article discusses the dynamics of changes in the streamflow of the Vanj River from 1940–2023; a decreasing trend in runoff was found over the entire observation period. Historical hydrometeorological observations have shown that the runoff is formed due to the melting of snow cover in June and the melting of glaciers in August. The temperature observation period for 1951–2023 showed a changing temperature trend with an increasing character at a rate of 0.3–1.3 °C. According to long-term data from the Darvoz and Humrogi meteorological stations for the period 1951–2023, the average annual amount of precipitation remained at a level of about 498 mm. However, the analysis showed that from 2000 to 2023 there is a decrease in precipitation compared to the period 1951–1990, which indicates the presence of a decreasing trend. Currently, the formation of the Vanj River runoff mainly depends on the snow cover and small glaciers located in the basin. Winter runoff, in turn, is largely determined by the inflow of groundwater, which emphasizes the importance of their role in the water supply of the region in winter.

Keywords: Vanj River basin, upper reaches of the Panj River basin, snow, temperature, precipitation, water consumption.

Маълумот оид ба муаллифон. Шарофиддинов Сафархон Саломович - Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, сардори шуъбаи пешгуии обшарошии Маркази пешгуии обуҳавосанҷӣ. Тел.: (+992) 91 857 0918, E-mail: safar-hush@mail.ru; Гулахмадов Аминджон Абдуджабборович - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, муовини директор, доктори илмҳои техникаӣ. Тел.: (+992) 88 547 1616, E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Раҳимзода Амрулло Сикадаршо - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, доктор-

анти соли сеюми кафедраи гидрогеология ва геологияи мухандисии факултети геология. Тел.: (+992) 98 797 6175, E-mail: amrullorahimzoda98@gmail.com; Азизов Зуршо Бобохонович – унвонҷӯи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 98 581 80 80, E-mail: zursho_a@gmail.com.

Сведения об авторах. Шарофиддинов Сафархон Саломович - начальник отдела гидропрогнозов Центра гидрометеорологического прогнозирования Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 91 857 0918, E-mail: safar-hush@mail.ru; Гулахмадов Аминджон Абдуджабборович - доктор технических наук, заместитель директора по науке и образованию Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана. Тел.: (+992) 88 547 1616, E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Рахимзода Амрулло Сикадаршо – докторант третьего курса кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 98 797 6175, E-mail: amrullorahimzoda98@gmail.com. Азизов Зуршо Бобохонович – соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана. Тел.: (+992) 98 581 8080, E-mail: zurshoa@gmail.com.

Information about the authors. Sharofiddinov Safarkhon Salomovich - Agency for Hydrometeorology of the Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan, Head of the Hydrometeorological Forecasting Department of the Center for Hydrometeorological Forecasting. E-mail: safar-hush@mail.ru, Gulakhmadov Aminjon Abdudjabborovich - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Deputy Director, Doctor of Technical Sciences. E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Rakhimzoda Amrullo Sikadarsho - Tajik National University, third year doctoral student of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Faculty of Geology. Tel.: (+992) 98 797 6175, E-mail: amrullorahimzoda98@gmail.com; Azizov Zursho Bobokhonovich – researcher at the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Tel.: (+992) 98 581 8080, E-mail: zursho_a@gmail.com.

УДК 504.4.062.2:631.67

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ (ИУВР)

Пулатов Я.Э.^{1*}, Пулатов Ш.Я.², Умарова Л.Д.², Азизов Д.Н.¹,
Исаев Д.А.¹, Рахматов Э.Н.¹, Эшонкулова З.У.¹, Абдуллаева П.Н.¹

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

²Таджикский аграрный университет им. Ш.Шотемур

*Автор-корреспондент. E-mail: tj_water@mail.ru

Аннотация. В статье излагаются результаты анализа теории и практики реализации принципов интегрированного управления водными ресурсами. Излагается история концепции и развитие ИУВР, описываются его основные принципы, а также вертикальная и горизонтальная иерархия взаимосвязи управления водными ресурсами. В заключительной части статьи описываются выгоды от реализации принципов ИУВР.

Ключевые слова: интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР), водные ресурсы, принципы, история ИУВР, теория, практика, взаимосвязь.

Введение и обоснование

Вода является фундаментальным ресурсом для выживания, охраны здоровья, достойной жизни и развития человечества. В настоящее время мир сталкивается с надвигающимся водным кризисом:

- водные ресурсы испытывают всё большее антропогенное давление от прироста населения, экономической деятель-

ности и усиливающейся конкуренции за воду среди пользователей;

- водозабор увеличился более чем в два раза, соответствуя приросту населения, при этом, одна треть населения планеты живёт в странах, которые в различной степени испытывают дефицит воды;