

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Джуманазарова Алтынгиль Тенгеловна

Кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедры “Водное хозяйство и землепользования” Институт сельского хозяйства и агротехнологий Каракалпакстана.

Email: ftga_info@edu.uz

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15287601>

Аннотация. В статье приведены влияние глобальных изменений климата на водные ресурсы Центральной Азии, оценка состояния водных ресурсов ЦА в условиях климатических изменений. Проведен анализ эволюции различных форм регулирования ВЭК ЦА начиная с советского периода и до наших дней, а также рассмотрен вопрос о темпах сокращения объема ледников в ЦА. Приведены материалы по принципам эффективного регулирования водно-экологического комплекса комплексной модернизации Международного фонда спасения Арала (МФСА), направленной на укрепление координации между водным и энергетическим секторами; схема создания под эгидой МФСА Международного водно-энергетического консорциума Центральной Азии в различных ее формах и др.

Ключевые слова: регулирование, энергетика, водные ресурсы, трансграничные водные бассейны, Центральная Азия, многосторонние банки развития, международные организации.

IMPACT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES

Abstract. The article presents the impact of global climate change on water resources of Central Asia, assessment of the state of water resources of Central Asia in the context of climate change. The analysis of the evolution of various forms of regulation of the water-ecological complex of Central Asia from the Soviet period to the present day is carried out, and the issue of the rate of reduction of glaciers in Central Asia is considered. The materials on the principles of effective regulation of the water-ecological complex of the comprehensive modernization of the International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS), aimed at strengthening coordination between the water and energy sectors, the scheme of creation under the auspices of IFAS of the International Water and Energy Consortium of Central Asia in its various forms, etc.

Keywords: regulation, energy, water resources, transboundary water basins, Central Asia, multilateral development banks, international organizations are provided.

Влияние глобальных изменений климата на водные ресурсы Центральной Азии ЦА характеризуется многообразием климатических условий, однако при этом климат на всей ее территории высококонтинентальный, то есть характеризуется большой амплитудой колебаний температуры воздуха в году и малым количеством осадков.

В условиях текущих глобальных климатических изменений засушливый климат проявляется через высокие темпы повышения средней температуры в регионе ЦА, которые были зафиксированы в течение всего XX века. Более того, начиная с 1970-х гг. среднегодовой ритм потепления ускорился с $0,18^{\circ}\text{C}$ до $0,42^{\circ}\text{C}$ за десятилетие, что практически в два раза превышает средние глобальные значения.

Увеличение температуры в регионе происходило неравномерно. Наиболее высокие темпы повышения средней годовой температуры воздуха отмечены в равнинных районах.

В горных районах темпы потепления слабее, в некоторых случаях наблюдалось даже некоторое похолодание. На большей части территории ЦА самыми высокими темпами температура повышалась зимой. Антропогенные факторы, специфические для ЦА, становятся причиной наблюдаемых изменений как температуры, так и осадков в регионе. В частности, высыхание Аральского моря и усиление ветровой эрозии поверхности высохшего дна считаются одной из существенных антропогенных причин местных климатических изменений и деструкции оледенения в горных районах региона, оказывая воздействие на формирование водных ресурсов и режим питания рек [5]. В этой связи одним из основных индикаторов изменения климата в ЦА, специфических для региона, выступает состояние ледников и снежных покровов, рост опустынивания в странах региона.

Темпы сокращения объема ледников в ЦА составляют $0,2\text{—}1\%$ в год. За последние 50—60 лет растаяло 14—30% ледников Тянь-Шаня и Памира. Продолжается сокращение ледника Федченко в горах Центрального Памира (Таджикистан), а также другого крупнейшего ледника Иньльчек в Восточном Кыргызстане. Ледник Федченко, длина которого превышает 70 км, ширина — 2 км, а толщина льда составляет 1 км, в течение XX века отступил на 1 км. Почти все его правые притоки в настоящее время отделены от основной массы ледника, а нижняя часть покрыта многочисленными трещинами и озерами.

Площадь ледников массива Акшийрак (насчитывающего около 170 ледников и занимающего площадь 300 км^2) в Центральном Кыргызстане, где расположен

крупнейший золотой рудник в стране — Кумтор, уменьшилась на 4% с 1943 по 1977 г. и на 9% с 1977 по 2003 г. Общий объем льда в массиве Акшийрак уменьшился на 10 км³, а толщина ледников значительно сократилась.

Ледник Петрова (площадь 69 км²) в северной части массива Акшийрак отступил на 1,8 км с 1957 по 2007 г. Поверх его конечной морены образовалось крупное ледниковое озеро, которое продолжает увеличиваться. К 2006 г. площадь озера превысила 3,8 км², а объем воды в нем достиг 60 млн м³. Ледник Абрамова (один из контрольных ледников Всемирной службы мониторинга ледников), находящийся на Алайском хребте на юге Кыргызстана у границы с Таджикистаном, отступил не менее чем на 500 м и потерял 20% массы своего льда с 1970-х гг.

Зеравшанский ледник, дающий начало реке Зеравшан, которая снабжает водой 500 тыс. га орошаемых земель в густонаселенных оазисах у Пенджикента, Самарканда и Бухары, отступил с 1927 по 2009 г. на 2,5 км. В Казахстане площадь поверхности и объем ледника Центральный Туюксу (еще один контрольный ледник Всемирной службы мониторинга ледников) в горах Заилийского Алатау на северо-западе Тянь-Шаня сократились за последние 50 лет более чем на 30%. При этом ледник отступил на 1 км и потерял свыше 40 млн м³ льда [10].

Одной из причин таяния ледников в ЦА является загрязнение пылью (за год на ледники оседает до 20 г/м² пыли), которая переносится пыльными бурями из Ирана, Афганистана, Китая и других пустынных районов, а в последние годы — и с осушенной территории Аральского моря [2]. Так, за счет загрязнения снежного покрова эоловым мелкоземом (пылью и солями) интенсивность таяния снега повышается на 20% [4]. При этом порядка 94% черного углерода, который входит в состав пыли и обуславливает 60% потемнения ледников и снега в регионе ЦА, имеет антропогенное происхождение.

В ЦА отмечается повсеместное отступление ледников: мелкие ледники исчезают, а крупные распадаются. За период с 1957 по 1980 г. ледники бассейна Аральского моря потеряли 115,5 км³ льда (≈ 104 км³ воды), что составляет почти 20% запасов льда на 1957 г.

За весь период наблюдений, начиная с 1930 г., общая площадь оледенения Памиро-Алая сократилась примерно на одну треть. Изменения площади оледенения особенно значительны в бассейнах с обширным оледенением (Бартанг, Муксу, система ледника Федченко) в центре и на юге региона и не столь заметны в бассейнах с меньшим

оледенением (юг Ферганской долины, реки Сурхандарья и Кашкадарья) — на севере и западе. За прошлое столетие ледники Таджикистана в среднем сократились на 20—30%.

Ледники Афганистана, левобережье реки Пяндж, уменьшились на 50—70%. В долгосрочной перспективе все пять стран ЦА остаются уязвимыми к глобальным климатическим изменениям. В течение XXI века в ЦА ожидается сохранение опережающих темпов увеличения температуры по сравнению с глобальными значениями [9].

К 2100 г. средняя медианная годовая температура для 36 моделей может увеличиться на 2,6% (рост до 3,3 °С в летний период) по сравнению с доиндустриальным уровнем в наиболее оптимистичном и на 6,8 °С (до 8,7 °С в летний период) в наиболее пессимистичном из четырех сценариев, используемых сегодня в мире при моделировании глобальных климатических изменений (IPCC, 2021a).

Ожидается, что во всех стандартных сценариях глобальных изменений климата (IPCC, 2021a) среднегодовое количество осадков в ЦА будет увеличиваться: в среднем на 14,4% (от 9,6 до 21,3%) в наиболее пессимистичных сценариях SSP3—7,0 и SSP5—8,5. В двух других сценариях ожидается более скромное увеличение средней температуры и, соответственно, количества осадков [9]. Наибольшее увеличение осадков ожидается над Тянь-Шаньским хребтом и в северных регионах ЦА.

Черный углерод с недавних пор стал одним из основных факторов глобального изменения климата, возможно, уступая только CO₂ в качестве основной движущей силы изменений. Частицы ЧУ поглощают солнечный свет и придают саже черный цвет. ЧУ образуется как в природе, так и в результате деятельности человека как продукт неполного сгорания ископаемого топлива, биотоплива и биомассы.

Первичные источники включают выбросы от дизельных двигателей, кухонных плит, сжигания древесины и лесных пожаров. Природно-географическая характеристика водных ресурсов Центральной Азии Одновременно с повышением температуры на большей части территории ЦА и увеличением среднегодовых осадков ожидается усиление межгодовой изменчивости стока и изменение его внутригодового распределения в течение года по сравнению с текущей ситуацией [8].

Повышение температуры и осадков ожидается в большей степени в зимние периоды, чем в летние. Можно ожидать роста повторяемости и усиления глубины гидрологической засухи [6], а также усиления процессов опустынивания.

Площадь оледенения в ЦА будет и дальше сокращаться. Ожидается, что тьян-шаньские ледники потеряют до 50% массы уже к 2050 г. [7]. К примеру, в Таджикистане при сохранении существующих темпов деградации оледенения в ближайшие 30—40 лет полностью исчезнут многие мелкие ледники, но крупные ледники и узлы оледенения сохранятся.

Ледниковый сток рек Пяндж, Вахш и в целом Амударьи вследствие активного таяния ледниковых запасов вначале может увеличиться, однако далее, напротив, сократиться в связи с истощением их запасов. Водные ресурсы горных районов сократятся на 10—12%, в том числе в результате ожидаемой в последних десятилетиях XXI века деградации горного оледенения. По мере сокращения запаса воды в ледниках сток летнего периода (июль — сентябрь) будет сокращаться, а сток весенне-летнего периода будет увеличиваться. В дальнейшем, по мере сокращения запасов воды в ледниках и увеличения потерь в освободившихся ото льда поверхностях речных бассейнов, поступление воды в реки за счет деградации горного оледенения будет сокращаться [2]. в совокупности климатические изменения будут способствовать изменению гидрологического режима рек бассейна Аральского региона. При этом динамика изменений пойменных и дельтовых экосистем и ландшафтов, максимально зависящих от гидрологического режима рек, может иметь несколько иные тенденции, которые возникают от совокупного воздействия изменений климата и антропогенной деятельности — зарегулирования стока рек [3].

Происходящие изменения климатической системы региона многообразны, и их последствия проявляются в широком диапазоне во всех аспектах социальных условий проживания населения и хозяйственной деятельности. Они оказывают существенное воздействие на экосистему региона и сферы, связанные с использованием водно-земельных ресурсов [4]. Во многих районах увеличивается изменчивость и интенсивность осадков. Изменения в количестве осадков происходят неравномерно по территории и по сезонам года. Возросшая неравномерность выпадения осадков в течение года, когда ливневые дожди сменяются периодом засухи, негативно отражается на урожайности сельскохозяйственных культур и усиливает эрозионные процессы в почве. Современные и будущие климатические изменения будут сопровождаться ростом межгодовой изменчивости и приведут к увеличению частоты и глубины гидрологической засухи. Изменение климата и криосферы влияет на водный цикл, включая таяние ледников и снега и пополнение подземных вод, а также способствует повышению уровня моря.

По мере сокращения ледников и изменения снежного покрова пресная вода становится менее доступной, что приводит, в частности, к усилению конкуренции за водные ресурсы, особенно в засушливых регионах.

Таяние ледников и изменение стока рек, усугубляя многие водно-экологические проблемы, могут также оказать дестабилизирующее воздействие на продовольственную безопасность и водоснабжение населения качественной питьевой водой и на режим работы ГЭС.

Таким образом климатические изменения тесно связаны с засухой и процессами опустынивания территории государств бассейна Аральского моря, вызывающими деградацию сельскохозяйственных земель и ухудшающими их мелиоративное состояние.

Деградация земель препятствует устойчивому развитию, снижая продовольственную безопасность и повышая социальную напряженность [11].

REFERENCES

1. Алибеков, Л., Алибекова, С. (2007) Социальноэкономические последствия процесса опустынивания в Центральной Азии. Вестник Российской академии наук, 77 (5), с. 420—425.
2. Ибатуллин, С., Ясинский, В., Мироненков, А. (2009) Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии. Отраслевой обзор, август. Алматы: Евразийский банк развития // <https://eabr.org/upload/iblock/9bf/Vliyanie-izmeneniya-klimata-na-vodnye-resursy-vTSentralnoy-Azii.pdf>.
3. Кузьмина, Ж., Шинкаренко, С., Солодовников, Д. (2019) Основные тенденции в динамике пойменных экосистем и ландшафтов низовьев Сырдарьи в современных изменяющихся условиях. Аридные экосистемы, 25, № 4 (81), стр. 16—29.
4. ООН (2011) Совещание высокого уровня 2011 года по борьбе с опустыниванием, деградацией земель и засухой в контексте устойчивого развития и искоренения нищеты. // <http://www.un.org/ru/ga/desertification2011>.
5. Рахимов, А. (ред) (2020) Аральское море и Приаралье. Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу социально-экономической ситуации в данном ареале с 1994 г. по 2018 г. Ташкент: «Complex Print». <http://www.cawater-info.net/library/rus/aryl-sic-icwc-2020.pdf>

6. Mannig, B., Pollinger, F., Gafurov, A., Vorogushyn, S., Unger-Shayesteh, K. (2018) Impacts of Climate Change in Central Asia. In: DellaSala, D., Goldstein, M. (eds.) Encyclopedia of the Anthropocene, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Amsterdam: Elsevier, pp. 195–203.
7. Farinotti, D., Longuevergne, L., Moholdt, G., Duethmann, D., Mölg, T., Bolch, T., Vorogushyn, S., Güntner, A. (2015) Substantial Glacier Mass Loss in the Tien Shan over the Past 50 Years. *Nature Geoscience* 8, pp. 716–722.
8. Huang, A., Zhou, Ya., Zhang, Ya., Huang, D., Zhao, Yo., Wu, H. (2014) Changes of the Annual Precipitation over Central Asia in the Twenty-First Century Projected by Multimodels of CMIP5. *Journal of Climate*, 27 (17), pp. 6627–6646.: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00070>.
9. Jiang, J., Zhou, T., Chen, X., Zhang, L. (2020) Future Changes in Precipitation over Central Asia Based on CMIP6 Projections. *Environmental Research Letters* 15 (5): <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab7d03>
10. Zoi Environment Network (2009) Изменение климата в Центральной Азии в картах и диаграммах. Zoi Environment Network. Женева.
11. Djumanazarova A. Djaksymuratov K., Kurbaniyazova B. Changes In The Regime And Use Of Fresh Groundwater In The Southern Aral Sea Region// *Solid State Technology* Volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020. Pages: 15884-15887. <http://solidstatetechnology.us/index.php/JSST/article/view/7188>