

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА РЕК ГОРНО-ПРЕДГОРНЫХ ЗОН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Фазылов А.Р.¹, Эргешов А.А.², Кобулиев З.В.¹

¹ *Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан, г. Душанбе, Республика Таджикистан*

² *Кыргызский аграрный университет имени К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызская Республика*

e-mail: alijon53@rambler.ru

Аннотация. Одним из ограничивающих факторов развития стран Центральной Азии (ЦА) является дефицит водных ресурсов. Для территории ЦА отмечается интенсивное потепление климата, ведущее к таянию ледников - основных хранилищ пресной воды для речных бассейнов, формирующих водные ресурсы. Совместная выработка адаптационных мер с учетом интересов стран региона в условиях влияния изменения климата на формирование стока является важной задачей.

Ключевые слова: водные ресурсы, формирование, климат, изменение, температура

GLOBAL CLIMATE CHANGE INFLUENCE ON WATER FLOW FORMATION IN RIVERS OF CENTRAL ASIA MOUNTAIN AND FOOTHILL AREAS

Fazilov A.R.¹, Ergeshov A.A.², Kobuliev Z.V.¹

¹ *Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan*

² *Kyrgyz Agrarian University named after K.I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyz Republic*

e-mail: alijon53@rambler.ru

Abstract. One of the limiting factors of development of the countries of the Central Asia (CA) is deficiency of water resources. In Central Asia, an intensive climate warming takes place that leads to the melting of glaciers, which are the main fresh water storage for river basins, which form water resources. Joint development of adaptation measures taking into account the interests of the Central Asia countries under the influence of the global climate change on the runoff formation is an important task.

Keywords: water resources, formation, climate, change, temperature

Одним из важнейших составляющих окружающей среды, обеспечивающих благополучие населения, существование животного и растительного мира является возобновляемый, но вместе с тем ограниченный и уязвимый природный ресурс – вода. За последние десятилетия водопотребление и водопользование постоянно повышается, увеличивается воздействие хозяйственной деятельности на гидрологический режим водотоков, существенно увеличиваются потребности ирригации, населения и промышленности, в частности, и в странах Центральной Азии.

С точки зрения географической науки Центральная Азия- это крупный регион, включающий, помимо Средней Азии, также Монголию и западную часть Китая. В данной статье рассмотрение водно-ресурсной тематики ограничено территориями Кыргызстана, Туркменистана, Таджикистана, Узбекистана и Казахстана, основная часть которого расположена в этом регионе.

ЦА расположена в центре Евразийского материка, ее площадь 3882000 км², численность населения более 68 млн человек (на 2015 г.), причем более 82% населения проживает в бассейне Аральского моря. Она граничит с Афганистаном и Ираном на юге, с Китаем – на востоке и с Россией – на западе и севере. Практически на всей территории ЦА господствует резко континентальный засушливый климат и преобладают пустынные ландшафты, кроме горных районов, где восходящие потоки воздушных масс охлаждаются. Формирование поверхностных и подземных вод региона зависит от горных систем Тянь-Шаня, Алтая, Памира, обеспечивающих поддержание баланса водных ресурсов в Центральной Азии.

Таджикистан и Кыргызстан – это страны с достаточными водными ресурсами, расположенные в зоне формирования водного стока, а Казахстан, Туркменистан и Узбекистан – страны с недостаточными водными ресурсами, находящиеся в зоне рассеивания стока. При этом для Таджикистана и Кыргызстана использование воды осуществляется в основном для развития гидроэнергетики, а для Казахстана, Туркменистана и Узбекистана – для орошаемого земледелия.

В частности, ежегодно вода в объеме 30–35 км³, проходя через гидроэлектростанции Таджикистана, вырабатывает в целом 16–17 млрд. кВт часов электроэнергии [7].

Водные ресурсы Казахстана формируются во многом за границами государства, что говорит о степени важности проблемы водных ресурсов для страны, в том числе крупнейшие реки Казахстана: Иртыш, Сырдарья и Или берут начало, или протекают частью на территории других государств. Формируемые же на территории Казахстана водные ресурсы главным образом включают: озера (190 км³), подземные воды (41–42 км³) и ледники (95 км³).

Ресурсы поверхностных вод Казахстана в средний по водности год составляют 100,5 км³, из которых только 56,5 км³ формируется на территории республики. Остальной объем – 44,0 км³ – поступает из сопредельных государств: Китая – 18,9 км³, Узбекистана – 14,6 км³, Кыргызстана – 3,0 км³, России – 7,5 км³ [2].

Распределение поверхностных вод по территории Узбекистана крайне неравномерно. В стране 17 777 естественных водотоков, 600 из которых относятся к бассейну Аральского моря. Основной областью формирования стока является горная часть территории страны. Основные реки Узбекистана - Сырдарья и Амударья, берут свое начало в высокогорьях Кыргызстана и Таджикистана. По территории страны протекают также их притоки и составляющие: Нарын, Карадарья, Сох, Чирчик. Зеравшан, Сурхандарья. В Республике 505 озер, в основном малые водоемы с площадью менее 1 км², а горное оледенение (малые формы) сосредоточено в верховьях рек Пскем, Сурхандарья и Кашкадарья. При этом собственный речной сток составляет 9,7 км³, а с учетом использованного стока, сформировавшегося за пределами Узбекистана – 57,8 км³. Утвержденные запасы подземных вод составляют 7,8 км³ [1].

Кыргызстан – единственная страна ЦА, водные ресурсы которой полностью формируются на собственной территории. Огромные объемы водных ресурсов Кыргызстана сконцентрированы в 6580 ледниках, запасы которых составляют около 760 млрд м³. Общая площадь всех ледников превышает 8 тыс. м², и занимают 4.1% всей территории КР. В летний период за счет ледникового стока формируется значительная часть водных ресурсов рек высокогорных районов.

На территории республики насчитывается около 5 тыс. рек и 2 бессточных озера – Иссык-Куль и Чатыр-Куль. Два озера являются внутренними бассейнами, величина их речного стока составляет около 3,5% от речного стока на территории республики. Суммарный многолетний средний годовой речной сток на территории республики по состоянию на 2010 г. оценивается в 47,8 км³. Потенциальные эксплуатационные запасы пресных подземных вод КР оцениваются в 13 км³ [9]. Годовой сток поверхностных вод составляет 50 км³/год. На территории республики находится значительное количество озер и других природных водоемов с общей площадью около 6697 км² с общим годовым объемом воды порядка 1745 млрд м³.

В Таджикистане имеется 947 рек, постоянных и сезонных водотоков (саи), возобновляемый водный сток которых в среднем составляет 64 км^3 в год, в том числе $1,1 \text{ км}^3$ /в год в бассейне реки Сырдарьи и $62,9 \text{ км}^3$ /в год в бассейне реки Амударьи. Порядка 55% среднегодовых водных ресурсов бассейна Аральского моря формируются в Таджикистане. Специфическая орография и климат способствовали тому, что Таджикистан является центром крупного современного оледенения в ЦА. В Таджикистане формируется около 90% поверхностного стока, при этом здесь также формируется 55,4% среднегодового стока Центральной Азии. Общая площадь ледников составляет 11,146 тыс. км^2 или 8% территории страны. Водные ресурсы, содержащиеся в ледниках, составляют порядка 845 км^3 . В Таджикистане имеется 1300 природных озёр с акваторией 705 км^2 . Общий объём водных ресурсов в этих озёрах составляет $46,3 \text{ км}^3$, из которых 20 км^3 являются пресными. Общее количество водохранилищ в Таджикистане составляет 11 единиц с общим полезным объёмом порядка $7,5 \text{ км}^3$ [7].

Хранилищами воды, а также регуляторами климата и стока называют ледники, являющиеся, вместе с вечными снегами, источником питания рек Аральского бассейна и формирующие огромные запасы пресной воды. Ледники Таджикистана и Кыргызстана играют важную роль в формировании рек Амударьи и Сырдарьи – крупнейших водных артерий Центральной Азии и бассейна Аральского моря. Зона формирования стока реки Сырдарьи расположена на территории Кыргызстана.

Следует отметить, что водные ресурсы Афганистана также вносят значительный вклад в общий бассейн Аральского моря и содержит часть бассейна Амударьи ($166,000 \text{ км}^2$ или 16,2%), а также $80,000 \text{ км}^2$ (44%) бассейна Теджен – Мургаб, что в общей сложности составляет $246,000 \text{ км}^2$ в бассейне Аральского моря в целом (14,2%).

Общий объём водных ресурсов Туркменистана, используемых отраслями экономики, складывается из поверхностного стока рек Амударья, Мургаб, Теджен, Атрек и мелких водотоков северо-восточных склонов Копетдага и незначительных объёмов подземных и коллекторно-дренажных вод. В водохозяйственном балансе на поверхностные водные ресурсы

приходится порядка 87,5–98,2% от объема всех водных ресурсов. Все поверхностные водные ресурсы, участвующие в водохозяйственном балансе Туркменистана формируются за его пределами и по своей сути являются трансграничными. Общий объем водных ресурсов Туркменистана составляет 25–26 км³. Однозначно можно заявить, что Туркменистан, обладая огромным климатическим потенциалом и земельными ресурсами, испытывает существенный дефицит водных ресурсов [3]. В таблице 1 приведены данные оценке речного стока стран ЦА.

Таблица 1 – Краткая характеристика и оценка речного стока стран Центральной Азии (по состоянию на 2006г.) [8]

Страна	Речной сток, в среднем за год			Водообеспеченность на одного жителя в среднем за год				Водообеспеченность территории на 1 км ² в среднем за год			
	местного формирования	суммарные водные ресурсы		водные ресурсы местного формирования		суммарные водные ресурсы		водные ресурсы местного формирования		суммарные водные ресурсы	
		км ³	км ³	место	тыс. м ³	место	тыс. м ³	место	тыс. м ³	место	тыс. м ³
Казахстан	56,5	100,5	2	3,34	3	5,95	3	20,7	4	36,8	5
Кыргызстан	50	50	3	8,93	1	8,93	1	251,2	2	251,2	2
Таджикистан	58,9	64	1	7,46	2	8,1	2	411,6	1	447,2	1
Туркменистан	1,41	23,94	5	0,21	5	3,57	4	2,9	5	48,7	4
Узбекистан	9,5	63,02	4	0,32	4	2,11	8	21,2	3	140,4	3

Из стока реки Сырдарья Узбекистан получает 50,5%, Казахстан 42%, Таджикистан 7% и Кыргызстан 0,5%. Сток реки Амударья распределяется следующим образом: Узбекистану 42,2%, Туркмении 42,3%, Таджикистану 15,2%, Кыргызстану 0,3%.

Одним из основных зон формирования водных ресурсов Центрально-Азиатского региона являются Таджикистан и Кыргызстан, на долю которых выпала нелегкая миссия. Народному хозяйству этих стран наносится большой ущерб из-за ежегодных стихийных бедствий, характерные для этой зоны: наводнения, селевые потоки, оползни и т.д. В результате разрушаются дороги, мосты, линии электропередач и связи, дамбы, административные и жилые дома, слои глины накрывают пашни и поля.

Дефицит водных ресурсов в Центральной Азии является одним из главных ограничивающих факторов развития стран региона как в современных условиях так и в перспективе. Прогнозируемое

увеличение водопотребления ведёт к возникновению конкуренции за воду между секторами экономики и в частности между ирригацией и энергетикой, как на региональном так и на локальном уровнях. Потребность орошаемого земледелия реализуется за счет более чем 90% водозабора из бассейнов рек региона. Немаловажным фактором является также и изменение климата, вынуждающее активно изучать проблемы, связанные с уязвимостью экономики и населения, разрабатывая при этом, различные сценарии последствий его изменения и способы, позволяющие реально к ним адаптироваться. По утверждению специалистов, отмечаемое во всей Центральной Азии интенсивное потепление климата и перспективная оценка водных ресурсов региона, с учетом изменения климата, не предполагает увеличения имеющихся водных ресурсов.

Согласно инструментальным наблюдениям, основной причиной изменения климата в ЦА является значительное повышение приземной температуры воздуха. В таблице 2 приведены данные повышения осредненной среднегодовой температуры воздуха по странам ЦА.

Таблица 2 – Повышение осредненной по территории стран ЦА среднегодовой температуры воздуха за период инструментальных измерений [4]

Страна	Годы измерений	Повышение температуры, °С/10лет
Казахстан	1936–2005	0,26
Кыргызстан	1883–2005	0,08
Узбекистан	1950–2005	0,29
Таджикистан	1990–2005	0,10
Туркменистан	1961–1995	0,18

Как известно, основным резервом питания рек и важнейшим источником чистой пресной воды являются ледники горных районов ЦА. Дефицит оросительной влаги в самый жаркий период года, когда запасы сезонного снега уже истощаются и потребность в ней наиболее велика, восполняется продуцируемыми ледниками талой водой.

Влияние изменения климата ведет к повсеместному отступанию ледников, сокращению их запасов и водности рек, ограничивают доступность воды для стран низовья, угрожая не только балансу системы водных ресурсов Центральной Азии, но также и на взаимоотношения между странами региона.

Значительное воздействие на водные ресурсы РТ оказывает изменение климата. В последнее десятилетие повышение средней температуры воздуха в Таджикистане на $0,7-1,9^{\circ}\text{C}$, привело к таянию тысячи малых ледников, что в средне и долгосрочной перспективе может привести к уменьшению водности рек. В дополнение к этому наблюдается воздействие этих изменений на гидрологическую уязвимость, наносящие отрицательные воздействия на управление и использование водных ресурсов, что требует срочных мер по обеспечению устойчивости и адаптации к ним, включая улучшение прогнозирования, повышение внимания вопросам уменьшения ущерба от наводнений, оползней, селей, совершенствования управления верховьями бассейнов.

Изменение климата имеет прямое влияние на распределение водных ресурсов. В Кыргызстане за 20 лет средняя температура повысилась с $4,8^{\circ}\text{C}$ до 6°C . По самым пессимистичным прогнозам, за это столетие средняя температура в Кыргызстане может повыситься на 8°C от сегодняшней средней температуры [10].

Следует отметить, что повышение темпов образования наносов и их стока, происходит в основном из-за изменения климата и связано непосредственно с количеством осадков и значением водостока. Изменение климата увеличивает частоту экстремально интенсивных осадков, существенно влияет на фракционный состав наносов.

На основе анализа существующих данных по изменению стока наносов, обусловленных изменением климата, для рек Гунт, Муксу (приток Вахша) и Кафирниган, можно сделать вывод о том, что к 2050-ым годам предполагается повышение годовой температуры на $1,5^{\circ}\text{C}$ и увеличение годовой суммы осадков на 22%. Результатом такого сценария может быть (табл. 3) увеличение стока наносов Гунтом (+62%) и Муксу (+11%) и соответственно увеличение стока наносов в рр. Вахш и Пяндж, что, соответствует прогнозируемому повышению температуры (ведущему к таянию ледника) и увеличению количества осадков.

Таблица 3 – Предварительный анализ влияния изменения климата на сток наносов по рекам в РТ [6]

Река	Положение на октябрь месяц 2011 г.			Сценарий изменения климата: повышение температуры на 1,5 ⁰ С и увеличение количества осадков на +22% к 2050 году		
	Площадь гляциации, км ²	Доля, в %, твердых осадков в совокупных годовых осадках	Сток наносов тонна/год	Площадь гляциации км ²	Доля, в %, твердых осадков в совокупных годовых осадках	Сток наносов тонна/год
Гунт	609	94	37	380	89	60
Муксу	2085	100	2000	1680	100	2220

Изменение климата ведет к изменению средних значений типичных климатических переменных, таких как температура и количество осадков, а также к смене частоты, интенсивности, пространственных рамок и продолжительности экстремальных погодных явлений. В Центральной Азии это проявляется засухой, периодами аномально жаркой погоды и чрезмерными осадками.

По сравнению со значениями стока второй половины XX века к 2020 году объем речного стока в бассейне Амударьи (**Таджикистан**) сократится на 3%, к 2035 году – на 5% и к 2050 году – на 6%, для территории **Кыргызстана** ожидается увеличение поверхностного стока в период до 2020–2025 года за счет увеличения ледниковой составляющей, и уменьшение стока приблизительно до 42,4–20,4 км³. Для территории **Казахстана** в ближайшие 30 лет водные ресурсы в горных бассейнах Казахстана увеличатся, в среднем от 0,8–4,5% до 14,0–22,5%. В равнинных же бассейнах рек они уменьшатся соответственно на 7,0–10,3%. В бассейне реки Сырдарьи (для территории **Узбекистана**) к 2030 году существенных изменений ресурсов не произойдет.

В результате предстоящих антропогенных изменений климата, водные ресурсы северной равнинной части Центрально-Азиатского региона в первой половине XXI века будут уменьшаться до 2030 года от 6% до 10%, а до 2050 года – 4-8%. Это связано с тем, что в равнинных бассейнах при повышении температуры воздуха будет уменьшаться глубина промерзания, вследствие

чего увеличатся потери стока на инфильтрацию, а также произойдет уменьшение периода снегонакопления перед началом весеннего половодья [5].

Устойчивое развитие экономик стран Центральной Азии, связанное с водными ресурсами, требует разработки стратегии по решению проблем климатических изменений негативно влияющие на их формирование и принятия безотлагательных адаптационных мер, как на национальном, так и на региональном уровнях. Меры адаптации должны разрабатываться общими усилиями стран ЦА, с учетом совместного использования водных ресурсов.

Литература

1. Агальцева Н. Воздействие изменения климата на водные ресурсы Узбекистана. https://www.unecce.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/Assessment/Almaty%20workshop/pdf/day1/Agaltseva_UZ_Climate_Change.pdf
2. Водные ресурсы Республики Казахстан. <http://www.carecnet.org/assets/files/May%202009/vodnie%20resursi%20rk.pdf>
3. Вольмурадов К.М. Водные ресурсы Туркменистана: потенциал, использование, технология и экология. <http://www.cawater-info.net/library/rus/almaty/volmuradov.pdf>
4. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии. Евразийский Банк Развития. ИК МФСА. Сводный доклад РГЦ. – Ташкент, 2009. – С.4.
5. Ибатуллин С.Р., Ясинский В.А., Мироненков А.П. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии // Отраслевой обзор. Евразийский банк развития, 2009 г. – Алматы, 2009. – С. 5. http://www.cawater-info.net/library/rus/eabr_1.pdf].
6. Пилотная программа повышения устойчивости к изменениям климата (ППУИК): Таджикистан. Проект А4 этапа I ППУИК: Повышение устойчивости гидроэнергетического сектора Таджикистана к изменениям климата. – 2011. – С. 24.
7. Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 гг. – 50 с. http://www.cawater-info.net/bk/water_law/pdf/tj_791_2015.pdf
8. Современные тенденции в совершенствовании управления водными ресурсами в государствах – участниках СНГ. Отраслевой обзор №19. ЕАБР. – Алматы, 2013. – с. 16.
9. Третье национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2016. – С. 42-43. https://unfccc.int/files-/national_reports/non-annex_i_natcom/application/pdf/nc3_kyrgyzstan_russian_24jan2017.pdf
10. ЮНИСЕФ: Кыргызстан является одной из самых уязвимых стран к изменению климата в регионе Центральной Азии. – <http://knews.kg/2017/03/yunisef-kyrgyzstan-yav-lyaetsya-odnoj-iz-samyh-uyazvimyh-stran-k-izmeneniyu-klimata-v-regione-tsentralnoj-azii/>