

Орловский Николай Сергеевич,

доктор географических наук, профессор,
Институт изучения пустынь им. Блауштейна Университета Неgev
им. Бен-Гуриона, Израиль.
E-mail: nicolai@bgu.ac.il

Nicolai S. Orlovsky,

Doctor in Geography, Professor,
Blaustein Institute for Desert Research Ben-Gurion University of the Negev, Israel.
E-mail: nicolai@bgu.ac.il

Зонн Игорь Сергеевич,

доктор географических наук, профессор,
Московский Университет им. С.Ю. Витте, Москва.
E-mail: igorzonn@yandex.ru

Igor S. Zonn,

Doctor of Geography,
The Moscow Vitte S.Yu. University, Moscow.
E-mail: igorzonn@yandex.ru

Костяной Андрей Геннадьевич,

доктор физико-математических наук, профессор,
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва.
mailto:kostianoy@gmail.comkostianoy@gmail.com

Andrey G. Kostianoy,

Doctor in Physical Oceanography, Professor,
P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow.
mailto:kostianoy@gmail.comkostianoy@gmail.com

Жильцов Сергей Сергеевич,

доктор политических наук, профессор,
Дипломатическая академия МИД России, Москва.
E-mail: sergej-z71@yandex.ru

Sergey S. Zhiltsov,

Doctor of Political Sciences, Professor,
Diplomatic Academy of the Russian Foreign Ministry, Moscow.
E-mail: sergej-z71@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

CLIMATE CHANGE AND WATER RESOURCES IN CENTRAL ASIA

Аннотация: в статье представлены результаты исследований изменения климата в странах Центральной Азии и прогнозы изменения климата до 2100 года. Интенсивное потепление климата отмечается во всей Центральной Азии. Тенденция к более теплой зиме и засушливому лету во многих частях региона провоцирует отступление ледников и таяние вечной мерзлоты

в горах Памира и Тянь-Шаня. Изменение климата может повлиять на количество и качество водных ресурсов и их сезонную динамику, сельское хозяйство и здоровье человека; может усугубить уже существующие проблемы, такие как опустынивание и деградация экосистем и природных ресурсов. Для стран бассейна Аральского моря, испытывающих всё нарастающий дефицит водных ресурсов, проблемы, связанные с изменением климата и водных ресурсов, играют ключевую роль в экономическом развитии и обеспечении жизненных потребностей в будущем.

Ключевые слова: Центральная Азия, изменение климата, водные ресурсы, Межправительственная группа экспертов по изменению климата, Рамочная конвенция ООН об изменении климата.

Abstract: the results of climate change studies in Central Asia and climate change forecasts up to 2100 are presented. Intense climate warming is noted throughout Central Asia. The trend towards warmer winters and drier summers in many parts of the region provokes a retreat of glaciers and melting of the permafrost in the Pamir and Tien Shan mountains. Climate change can affect the quantity and quality of water resources and their seasonal dynamics, agriculture and human health; may exacerbate already existing problems, such as desertification and degradation of ecosystems and natural resources. For the countries of the Aral Sea Basin, which are experiencing ever-increasing water resources shortages, the problems associated with climate change and water resources play a key role in economic development and the provision of life needs in the future.

Key words: Central Asia, climate change, water resources, Intergovernmental Panel on Climate Change, UN Framework Convention on Climate Change.

Введение

В последние десятилетия происходят существенные изменения климата, имеющие глобальный характер. Они затрагивают не только атмосферу, но и биосферу, гидросферу, криосферу и оказывают заметное влияние на многие стороны жизнедеятельности человека. Это обусловило повышенное внимание к этой проблеме со стороны мирового сообщества, что побудило Всемирную метеорологическую организацию и ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде) учредить в 1988 г. Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК), которой было поручено анализировать научную информацию, относящуюся к проблеме изменения климата и его последствий. Результатом ее работы явились пять оценочных докладов (IPCC, 1990, 1995, 2001, 2007, 2014) [19–21; 39]. Представленные выводы свидетельствуют о продолжающемся глобальном потеплении, которое, по мнению авторов доклада, является неоспоримым фактом.

Изменение климата происходит на фоне ряда стремительных общемировых тенденций, включая быстрый демографический рост, увеличение спроса на энергию и продовольствие, развитие новых технологий, уменьшение водных ресурсов, истощение подземных вод, истощение почв, урбанизацию и изменение структуры потребления [11].

На глобальном уровне изменение климата сопровождается не только изменением погодных показателей, но и увеличением числа экстремальных погодных явлений, которые повлияли на миграционные потоки, продовольственную безопасность, здравоохранение и другие секторы. 2017 год был особенно неблагоприятным с точки зрения бедствий с высокими эко-

номическими последствиями. Компания «MunichRe» оценила общие потери от стихийных бедствий, связанных с погодой и климатом в 2017 году на сумму 320 млрд долл. США, что является самым крупным суммарным годовым ущербом [45].

С 1980 г. общий риск связанных с жарой заболеваний или смертности неуклонно растет, причем около 30% населения мира в настоящее время проживает в климатических условиях, при которых 20 дней в году наблюдаются смертельно опасные температуры [45].

Одним из неблагоприятных последствий изменчивости и изменения климата является миграция населения. Большая часть таких перемещений имеет внутренний характер и связывается с внезапным развитием экстремальных погодных явлений. В 2016 г. 23,5 млн человек оказались перемещенными по причине бедствий, связанных с погодой. Как и в предыдущие годы, большая часть этих внутренних перемещений была связана с паводками или штормами [18].

Ожидается, что последствия изменения климата будут наблюдаться во всех регионах планеты, и Центральная Азия не является исключением в этом отношении. Центральная Азия охватывает территорию пяти стран – Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. Она расположена в центре Евразийского континента на территории общей площадью 3 882 000 км² с населением около 72 млн человек. Она граничит с Афганистаном и Ираном на юге, с Китаем – на востоке и с Россией – на западе и севере.

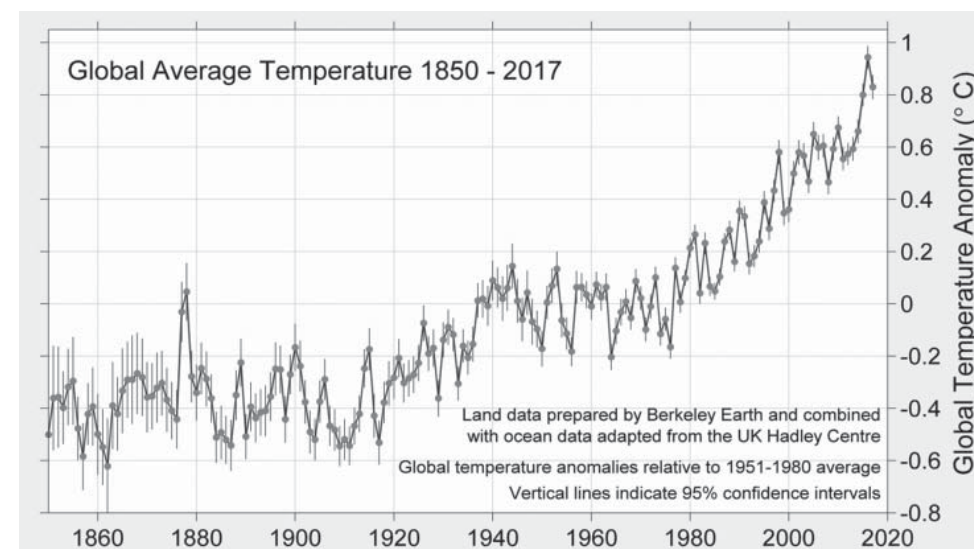
Территория Центральной Азии, за исключением высокогорных районов, имеет недостаточное, а на большей части – крайне недостаточное увлажнение. С этим связана разреженность гидрографической сети. Густота речной сети на пространствах пустынных равнин Центральной Азии составляет порядка 2 м на 1 км², в то время как, например, в северной половине Русской равнины она достигает 300–350 м на 1 км². Только в горных районах, начиная с 700 м, количество осадков заметно увеличивается, соответственно, увеличивается и сток. Здесь густота речной сети в некоторых горных районах превышает 600 м на 1 км².

Интенсивное потепление климата отмечается во всей Центральной Азии [16]. Тенденция к более теплой зиме и засушливому лету во многих частях региона провоцирует отступление ледников и таяние вечной мерзлоты в горах Памира и Тянь-Шаня. Так, повышение средней годовой температуры воздуха за последнее столетие менее чем на 1°C уменьшило горное оледенение Центральной Азии более чем на треть [2]. Возрастает риск сильных осадков, засух, наводнений и селевых потоков. Очевидно, что изменение климата может повлиять на количество и качество водных ресурсов и их сезонную динамику, сельское хозяйство и здоровье человека; может усугубить уже существующие проблемы, такие как опустынивание и деградация экосистем и природных ресурсов. Для стран бассейна Аральского моря, испытывающих всё нарастаю-

щий дефицит водных ресурсов, проблемы, связанные с изменением климата и водных ресурсов, играют ключевую роль в экономическом развитии и обеспечении жизненных потребностей в будущем.

Глобальное потепление

С 1950-х гг. происходит повышение температуры приземного воздуха и океана. Многие наблюдаемые изменения беспрецедентны по интенсивности. Так, в Северном полушарии последние 40 лет, вероятно, были самыми теплыми за 1400 лет. Например, в 950–1250 гг. в отдельных регионах было так же тепло, как и сейчас, но не на всем земном шаре [19]. С 1880 по 2012 г. повышение температуры приземного воздуха на континентах и океанах составило 0,85°C (от 0,65 до 1,06°C). Эту величину принято называть повышением глобальной температуры с доиндустриальной эпохи [19]. При этом в последние 50 лет наблюдается тенденция к более быстрому потеплению (рис. 1). Каждое из пяти последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли по сравнению с любым предыдущим десятилетием, начиная с 1850 г.



Source: Berkeley Earth. Global Temperature Report for 2017.

Рис. 1. Средние глобальные аномалии температуры за период 1850–2017 гг.

Средняя глобальная температура в 2017 г. была на $0,46 \pm 0,1^\circ\text{C}$ выше среднего значения за 1981–2010 гг. и примерно на $1,1^\circ\text{C}$ выше аналогичного показателя доиндустриальной эпохи (1850–1900 гг.). Это означает, что мы уже более чем на половину достигли максимального предельного уровня повышения температуры, составляющего 2°C , закрепленного в Парижском соглашении. Хотя 2017 год был более прохладным, чем рекордный 2016 год,

тем не менее он вошел в число трех самых теплых лет в истории наблюдений и стал самым теплым годом, не подвергавшимся воздействию явления Эль-Ниньо [45].

Глобальное потепление – это всего лишь один из аспектов глобально-го изменения климата. Помимо потепления происходит также *разбалансировка всех геосистем на планете*, которая проявляется в росте числа и силы всех опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ): наводнений и засух, волн жары и резких заморозков, шквальных ветров, сильных снегопадов и т.п. По оценкам ученых, всего за 15–20 лет количество и сила разрушительных гидрометеорологических явлений удваивается. Всё это приводит ежегодно к тысячам смертей и наносит многомиллиардный ущерб.

Уже сейчас заметны последствия изменения климата. Основные *негативные воздействия изменения климата* с оценкой вероятности их проявления согласно Пятому оценочному докладу МГЭИК [19] следующие:

- наблюдаются изменения гидрологических систем, затрагивающие водные ресурсы в плане их количества и качества (средняя степень достоверности);

- многие наземные, пресноводные и морские виды изменили свои географические ареалы, сезонную активность, характер миграции, численность и взаимодействие с другими видами (высокая степень достоверности);

- негативные воздействия изменения климата на урожайность культур были скорее более распространенным явлением по сравнению с позитивными воздействиями (высокая степень достоверности);

- в настоящее время в целом в мире нагрузка, связанная с ухудшенным здоровьем людей в результате изменения климата, является относительно небольшой по сравнению с эффектами других факторов стресса и не является четко определенной количественно;

- различия в уязвимости и подверженности влиянию изменения климата возникают также вследствие неклиматических факторов и неравенства во многих аспектах, которое часто является результатом неравномерности процессов развития (весьма высокая степень достоверности). Эти различия формируют различные риски, возникающие из-за изменения климата;

- экстремальные климатические явления, такие как волны тепла, засухи, паводки, циклоны и стихийные пожары, свидетельствуют о значительной уязвимости и подверженности некоторых экосистем и множества антропогенных систем текущей изменчивости климата (весьма высокая степень достоверности).

Социальные и экономические последствия изменения климата стали настолько тяжелыми, что в докладе Всемирного экономического форума о глобальных рисках 2018 г. [14] экстремальные погодные явления обо-

значены как наиболее значимый риск, с которым сталкивается человечество.

Причины изменения климата

Климат нашей планеты за миллиарды лет ее существования, включая последние сотни миллионов, десятки миллионов, миллионы лет неоднократно менялся [15]. Наступали эпохи оледенений, которые сменялись субтропическими условиями в средних широтах. Однако эти изменения имели более медленный характер и были вызваны природными факторами, не зависящими от деятельности человека. Основная особенность современных изменений климата – их скорость. В прошлом изменения происходили в течение тысячелетий, а нынешнее антропогенное изменение климата происходит на протяжении одного столетия.

В данный момент не наблюдается мощных извержений вулканов, не меняются резко параметры орбиты Земли, Солнце светит на том же уровне, однако в климатической системе происходят резкие изменения. В Пятом оценочном докладе IPCC (2014) названа главная причина глобального потепления – парниковые газы антропогенного происхождения. Деятельность человека приводит к выбросам в атмосферу четырех долгоживущих парниковых газов (ПГ): углекислого газа CO_2 , метана CH_4 , закиси азота N_2O и галогеносодержащих газов (группа газов, содержащих фтор, хлор или бром). Вклад парниковых газов в глобальное потепление климата оценивается в следующей пропорции: углекислый газ CO_2 – 65%, метан CH_4 – 20%, галогеносодержащие газы – 10%, закись азота N_2O – 5% [10; 20].

Самый последний анализ данных наблюдений, полученных в рамках Программы Глобальной службы атмосферы ВМО [2], показывает, что глобально усредненная молярная доля CO_2 достигла в 2016 г. $403.3 \pm 0,1$ млн⁻¹ (ppm), CH_4 – 1853 млрд⁻¹, N_2O – 328.9 млрд⁻¹. Эти значения составляют соответственно 145, 257 и 122% по отношению к доиндустриальному периоду (WMO, 2018). Рост концентрации CO_2 превысил 40%, прежде всего из-за сжигания ископаемого топлива; вторым по важности фактором стало сокращение лесов и деградация земель. В апреле 2018 г. концентрация CO_2 достигла рекордно высокого уровня 410 ppm.

При текущей экономической активности, то есть без соблюдения Парижского соглашения, концентрация CO_2 в атмосфере достаточно быстро достигнет критических 450 млн⁻¹, а в следующем веке – уже от 700 млн⁻¹ до 900 млн⁻¹. С одной стороны, примерно столько, сколько 50 млн лет назад, когда на Крайнем Севере водились крокодилы и росли пальмы. Но, с другой стороны, человечество и впрямь окажется на грани тотальной катастрофы.

Изменение климата происходило, происходит и будет происходить независимо от человеческой деятельности. Вопрос сегодня заключается в определении и оценке человеческой роли в ускорении этого процесса. Ученые

продолжают спорить о том, насколько человек причастен ко всем этим изменениям. Определенно можно сказать лишь одно: своей деятельностью человек, действительно, оказывает определенное влияние на климат. Однако при этом важно не столько это, сколько то обстоятельство, что климатические изменения с каждым годом происходят всё более интенсивно.

Текущие изменения климата в Центральной Азии

Регион Центральной Азии особенно подвержен влиянию изменения климата, что усугубит и без того сложную ситуацию, характеризующуюся низким уровнем осадков, засушливостью, резким колебанием погодных условий и неравномерным распределением ресурсов.

В последние десятилетия закономерности изменения климата были оценены в Национальных сообщениях республик по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) и отражены в других публикациях, как по республикам отдельно, так и по территории Центральной Азии. Согласно региональным исследованиям изменения температуры в Центральной Азии можно сделать вывод о том, что в целом в регионе произошло потепление климата. Это подтверждается также данными, свидетельствующими об увеличении температуры во всех пяти странах региона. Сопоставление температур поверхности в течение двух периодов – 1942–1972 гг. и 1973–2003 гг. – показывает, что среднегодовая температура увеличилась на 0,5°C [7]. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) отмечает, что за последнее столетие средняя температура воздуха в Центральной Азии увеличилась на 1–2°C [9].

Как уже отмечалось выше, рост температуры на суше и в Северном полушарии несколько выше, чем на водной поверхности и в Южном полушарии [6; 29]. Поэтому темпы изменения климата на территории Центральной Азии значительно превышают средние темпы, наблюдаемые в глобальном масштабе.

Кратко рассмотрим данные национальных сообщений по РКИК по отдельным государствам Центральной Азии. Общее представление о характере текущих изменений температуры и атмосферных осадков, по данным седьмого Национального сообщения Республики Казахстан в секретариат РКИК ООН [22], сформировано на основе временных рядов за период с 1940 по 2015 г., рассчитанных по сравнению с базовым периодом 1961–1990 гг. и пространственно усредненных по территории Казахстана. Среднегодовой темп прироста температуры в *Казахстане* за этот период составляет 0,28°C каждые 10 лет; температура в *Казахстане* растет быстрее весной и осенью – на 0,30 и 0,31°C/10 лет, зимой – на 0,28°C/10 лет, тогда как самый медленный темп роста температуры регистрируется летом – на 0,19°C/10 лет [17; 22]. В соответствии с линейным трендом аномалий температуры воздуха (против базового периода 1961–1990 гг.) за год все тенденции в серии годовых и сезонных значений температуры приземного

воздуха являются положительными и статистически значимыми, что свидетельствует о неуклонном повышении температуры воздуха в *Казахстане* с 1941 по 2015 год.

Самый быстрый среднегодовой прирост температуры наблюдался в Западно-Казахстанской области (на 0,38°C каждые 10 лет), самый медленный – в Южном *Казахстане*, Алматы, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Атырауской, Актюбинской, Карагандинской, Акмолинской областях – на 0,22–0,29°C/10 лет. Другие области показали увеличение среднегодовой температуры на 0,30–0,31°C/10 лет.

Метеорологические данные по двум горным странам – Кыргызстану и Таджикистану – также показывают четкую тенденцию потепления. За последние 50–70 лет температура в горных районах этих стран увеличилась в среднем на 0,3°C–1,2°C [17; 23]. Следует отметить, что скорость изменения температуры в *Кыргызстане* имеет нелинейный характер и в последние десятилетия существенно увеличилась. Если за весь период наблюдений скорость роста среднегодовой температуры составляла по Республике 0,0104°C/год, то за период 1960–2010 гг. скорость возросла более чем вдвое и составила 0,0248°C/год, а за период 1990–2010 гг. скорость уже составила 0,0701°C/год. Возрастание среднегодовой температуры наблюдается во всех климатических зонах и регионах Республики. Практически одинаковое возрастание среднегодовой температуры наблюдается также и на всех высотах [3; 23].

За период 1940–2012 гг. прирост температуры для равнинной территории *Таджикистана* [20] составил 0,1–0,2°C за 10-летие. Наибольшее повышение температуры отмечено в г. Дангаре и г. Душанбе, по остальной территории – на 0,5–0,8°C, в г. Худжанде – на 0,3°C (малый прирост обусловлен влиянием орошения и наличием водохранилища). В горных районах прирост годовой температуры составил 0,3–0,5°C, за исключением обособленных районов, где тенденции менее выражены. В высокогорной зоне (выше 2500 м) повышение температуры составило 0,2–0,4°C.

В современный период, 1976–2012 гг., тренд потепления в *Таджикистане* составил: +0,15°C зимой, +0,3°C и выше весной, незначительное потепление и похолодание (нулевой тренд) летом, +0,2°C осенью за 10 лет. По высотным зонам тренд потепления для долин и горных районов в современный период составил 0,2°C за 10 лет, в высокогорных районах тренд неопределенный.

В *Туркменистане* период 1961–2017 гг. оказался теплее базового (1961–1990 гг.) на 0,5°C, при этом тренд за этот период составил около 0,43°C/10 лет. В западной и южной частях территории температура воздуха за период 1961–2017 гг. выше базового в среднем на 0,5°C, в северной и восточной частях – на 0,4°C, в центральной части – на 0,6°C. В зимний период температура на всей территории *Туркменистана* выросла на 0,6°C, весной – на 0,5°C, летом и осенью – на 0,4°C [24; 46].

Ежегодная тенденция показывает увеличение максимальной температуры, в то время как показатель минимальной температуры снижается. В зимний период наблюдались самые высокие показатели повышения температуры, которое составило 2,0°C [40; 41]. Количество атмосферных осадков в Туркменистане за период 1961–2017 гг. по сравнению с базовым периодом (1961–1990 гг.) уменьшилось; закономерность наиболее ярко просматривается в весенний и осенний сезоны. В зимний период наблюдается уменьшение выпадения твердых осадков [29].

Повышение среднегодовых температур воздуха в *Узбекистане* происходит на фоне высокой естественной изменчивости, которая обуславливает значительные межгодовые колебания. Наибольшие темпы потепления отмечаются на севере Республики и в больших городах (0,30–0,43°C за 10 лет), наименьшие – в горной зоне (0,10–0,14°C за 10 лет). Умеренные темпы потепления отмечаются в районах, где в рассматриваемый период времени создавались орошаемые массивы. В среднем по Узбекистану темпы потепления составили 0,27°C за 10 лет [44].

Во все сезоны года отмечается значительное повышение температур воздуха, однако темпы потепления в зимний период на территории Узбекистана замедлились. Средние темпы повышения температур воздуха с 1950 по 2013 г. зимой составили 0,13°C, весной – 0,39°C, летом – 0,25°C, осенью – 0,31°C за 10 лет [44].

Наблюдения за изменением атмосферных осадков на территории Центральной Азии являются более расходящимися, чем данные по температуре, и МГЭИК не зафиксировала какой-либо ясной региональной тенденции осадков [26]. Осадки значительно варьируются в целом по региону, в том числе и в горных зонах. Согласно данным национальных сообщений по РКИК ООН, имеется небольшое увеличение количества осадков в северном Тянь-Шане, Западном Памире и на горных территориях Узбекистана, а в центральных частях Тянь-Шаня и Восточном Памире зафиксировано уменьшение осадков. В отличие от температуры воздуха изменение режима атмосферных осадков на территории Казахстана за исследуемый период представляет собой неоднородную картину. В некоторых районах Казахстана наблюдается небольшое увеличение количества осадков, а в других – уменьшение. При этом увеличение тенденции наблюдается в зимнее время, а уменьшение наблюдается в другие сезоны [11].

Не существует четких тенденций, указывающих на увеличение или уменьшение количества осадков на территории всего Кыргызстана. На северо-западе страны наблюдается тенденция к увеличению осадков, в юго-западном регионе страны показатели годового количества осадков в основном снизились [23].

По данным третьего Национального сообщения Республики Таджикистан по РКИК ООН, с 1940 по 2012 г. годовое количество осадков увеличилось на 5–10% [37]. Однако, как и в Кыргызстане, тенденция изме-

нения количества выпадающих осадков варьируется по всей территории страны.

Сведения об осадках на территории Туркменистана ограничены, но отмечено, что годовое количество осадков незначительно увеличилось, в особенности в весенний период, а в летние месяцы были замечены наименьшие изменения [46]. Однако это увеличение наблюдается в полупустынных равнинах, в то время как снижение количества осадков наблюдалось в южных и восточных районах Туркменистана – там, где расположены горные зоны страны [47].

Наблюдения по изменениям осадков на территории Узбекистана также ограничены, но они указывают, что климат стал более влажным и отмечается больше интенсивных осадков. С 1950 г. число дней с осадками более 10 мм увеличилось в равнинных и предгорных районах. Относительно небольшое увеличение количества дней с осадками более 20 мм наблюдалось в горных районах [1; 44].

Таким образом, по данным национальных сообщений в секретариат РКИК ООН, в большей части региона увеличение температуры было более выраженным в зимний период, чем в летний. Наблюдения по количеству осадков показывают большие различия по сравнению с данными о температуре, которые значительно варьируют по всему региону, в том числе и в горных районах.

Важно отметить, что сравнение и обобщение данных изменения температур и осадков для всего региона Центральной Азии крайне затруднительно в связи с тем, что оценки изменений произведены за разные периоды наблюдений, по различным методикам и разным базовым периодам (иногда это не заметно пользователям или не указывается авторами). Это отмечают и эксперты МГЭИК (2013): данные по наблюдаемым климатическим изменениям и их последствиям в Центральной Азии являются недостаточными, и необходимы дополнительные исследования для получения более точной картины изменения климата в регионе, включая его горные территории.

С учетом различий в охватываемых периодах и подходах к анализу тенденций изменения климата, применявшихся странами Центральной Азии и международными исследователями [43], данные Северо-Евразийского климатического центра (NEACC) базируются на однородном периоде наблюдений и единой методике. Для характеристики интенсивности изменения климата NEACC использует значение величины наклона линейного тренда за период с 1976 г. [29].

По данным NEACC–2018, в среднем по территории Центральной Азии скорость повышения среднегодовой температуры воздуха изменяется в пределах 0,18 (Таджикистан) – 0,35°C (Казахстан, Туркменистан) каждые 10 лет, наибольший рост температур происходит весной (0,33–0,70°C за 10 лет) и осенью – на 0,18 и 0,34°C/10 лет. Зимой линейный тренд изменения температуры воздуха несколько уменьшается: до 0,13 (Казах-

стан) – 0,37°C/10 лет (Туркменистан), – а летом наблюдается (за исключением Туркменистана) наименьшая скорость повышения температуры: 0,03–0,06°C/10 лет для горных республик (Таджикистан и Кыргызстан соответственно) и 0,19°C/10 лет (Казахстан) – 0,26°C/10 лет (Узбекистан) (табл. 1). Абсолютный максимум температуры наблюдался в Казахстане в 2013 г., когда аномалия составила 1,94°C, тем самым превысив рекорд 1983 г. с аномалией в 1,86°C, который 30 лет оставался самым теплым годом на территории Казахстана за всю историю инструментальных наблюдений. Аномалия температуры воздуха в 2016 г. составила +1,66°C по сравнению со средними температурами в период с 1961 по 1990 г. [22].

Таблица 1

Линейный тренд осредненных по территориям государств средних годовых и сезонных температур воздуха (°C) за период 1976–2017 гг.

Страна	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Казахстан	0,35	0,13	0,70	0,19	0,34
Кыргызстан	0,22	0,21	0,43	0,06	0,18
Таджикистан	0,18	0,18	0,33	0,03	0,18
Туркменистан	0,35	0,37	0,51	0,34	0,30
Узбекистан	0,31	0,24	0,58	0,26	0,26

Источник: NEACC, 2018 [29].

По данным сводного годового отчета об изменении климата на территориях государств – участников СНГ за 2018 г., начиная с середины 1970-х гг., глобальные и региональные температуры повысились [47]. В Центральной Азии самое быстрое повышение среднегодовой температуры происходит вблизи Каспийского моря и во внутренних районах. В районе Аральского моря и южных пустынных районах Центральной Азии – на юге Казахстана, Узбекистана и Туркменистана – количество осадков снизилось более чем на 5% за 10 лет. Наиболее интенсивное повышение температуры в регионе наблюдается весной, особенно во внутренних районах Центральной Азии – между Аральским морем и озером Балхаш. Летние температуры значительно повысились в Каспийском регионе, а также по всему Туркменистану и Узбекистану. Летнее потепление в восточных районах Казахстана, Таджикистана и Кыргызстана незначительное. Тенденция повышения осенних температур наблюдалась по всей Центральной Азии, в частности в районе Каспийского моря и в северных регионах.

В южных частях Центральной Азии, например в Туркменистане и Приаралье, наблюдается уменьшение количества осадков. Некоторое увеличение их количества произошло в горах. Уменьшение количества осадков в зимний период было зарегистрировано в Туркменистане, а также в некоторых районах Северного Казахстана. В противоположность этому ко-

личество осадков в высокогорных районах Центральной Азии увеличивается.

Весной количество осадков сократилось в южных пустынных районах Центральной Азии, увеличившись в то же время в северных степных районах. Количество осадков в летний период снизилось в некоторых областях, но увеличилось в других, особенно в горных районах. На большей территории центральной и северной частей Казахстана наблюдается уменьшение количества осадков в осенний период более чем на 5% за 10 лет. В этом районе более высокие температуры поверхности в сочетании с меньшим количеством осадков привели к увеличению испарения и снижению влажности почвы, повышая риск засухи и уменьшения растительности.

Следует отметить, что значительное потепление, даже в сочетании с незначительным увеличением количества осадков, приводит к расширению зоны засушливости в пустынных и полупустынных районах Центральной Азии. Эти тенденции были подтверждены данными 60% станций мониторинга в Казахстане.

Уже сейчас заметны последствия изменения климата. Список возможных последствий глобального потепления довольно велик. Так, изменение климата ведет к изменениям в частоте, интенсивности, пространственных масштабах, продолжительности и сроках стихийных гидрометеорологических явлений (СГМЯ), и его результатом могут быть беспрецедентные экстремальные явления. В Казахстане в среднем за год отмечается 148 случаев с СГМЯ [5]. Здесь наиболее часто повторяются следующие СГМЯ:

- сильный ветер;
- наводнения (половодья и паводки);
- сильный дождь, сильная метель, сильный снег и сильный туман;
- аномальный холод, аномальная жара;
- засуха и пыльные бури.

Суммарная повторяемость этих явлений составляет 94,3%. За период 2003–2015 гг. по сравнению с периодом 1990–2002 гг. среднее годовое число случаев с сильным дождем (49,3%) возросло почти в 2,5 раза, с сильным снегом (24,9%) также возросло в 2,7 раза. Чаще стали случаи с сильным ветром и градом (увеличение на 20 и 30% соответственно). Напротив, в последние годы уменьшились следующие СГМЯ: сильная метель (в 1,8 раза), сильный туман (в 2,7 раза) и сильная пыльная буря (в 3,4 раза).

Воздействие изменения климата в Центральной Азии наиболее очевидно в горных районах, где за последние 100 лет площадь, покрытая ледниками, уменьшилась примерно на 1/3 [1]. Самые большие площади, покрытые ледниками, находятся в Таджикистане и Кыргызстане, хотя имеются также в Казахстане и Узбекистане. Ледники в этом регионе, площадь которых составляет 27 677 км² (Тянь-Шань – 15 417 км², Памир – 12 260 км²) [7], сохраняют огромное количество водных ресурсов и тают на 0,6–0,8% в годовом исчислении [42].

За последние 50–60 лет ледники Тянь-Шаня и Памира, которые тянутся по всей территории Казахстана, Таджикистана и Кыргызстана, сократились от 6 до 40%. Интенсивность таяния ледников Тянь-Шаня, как правило, выше на малых высотах и во влажных внешних диапазонах и ниже в восточных хребтах Тянь-Шаня [34]. В Северном Тянь-Шане, расположенном в Казахстане, ледники тают с особой скоростью, а годовая амплитуда потери массы льда колеблется от 0,36 до 0,75% [35].

Судя по прогнозам, таяние ледников, исчезновение зон вечной мерзлоты и уменьшение снежного покрова приведут к сокращению водных ресурсов Центральной Азии. Более того, высокие температуры и интенсивные осадки также приведут к возникновению более частых и интенсивных стихийных бедствий, таких как засухи, жара, наводнения, оползни, сели и лавины [12]. Паводки характерны для всей Центральной Азии. За период 1990–2011 гг. на их долю пришлось 48% от всех зарегистрированных стихийных бедствий в регионе. Только в Казахстане произошло 300 случаев наводнения за период между 1994 и 2003 г. В основном паводки происходят из-за аномально сильных и продолжительных дождей наряду с таянием снежного покрова и ледниковой массы в горных зонах, а также из-за прорыва ледниковых озер [12]. За последние 10 лет жертвами стихийных бедствий стали более 2500 человек, и около 5,5 млн человек, или 10% населения Центральной Азии, стали жертвами негативного влияния природы [12].

**Будущие климатические изменения.
Глобальные изменения климата в XXI веке**

Согласно Пятому оценочному докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата [19] в результате прошлых, настоящих и будущих антропогенных эмиссий ПГ климат будет продолжать изменяться, и последствия будут сохраняться в течение многих веков, даже если антропогенные эмиссии ПГ полностью прекратятся. Будущий климат будет определяться неизбежным потеплением, вызванным предыдущими антропогенными выбросами, а также будущими антропогенными выбросами и естественной изменчивостью климата [19].

Достоверная оценка ожидаемых изменений является более трудной задачей в силу значительной неопределенности, возникающей в основном вследствие сильной зависимости от уровня эффективности глобальных действий по сокращению эмиссий, тогда как климатические модели в настоящее время более точно воспроизводят ряд важных климатических явлений. Поэтому оценка ожидаемых изменений обычно представляется в виде набора сценариев антропогенных воздействий.

Сценарий – это последовательное, внутренне-закономерное и вероятное описание возможного будущего состояния мира. Это не прогноз; скорее, каждый сценарий – это один альтернативный образ того, как может обернуться будущее. Климатический сценарий не должен рассматриваться

как прогноз будущего климата. Он предоставляет собой скорее средство понимания потенциальных воздействий изменения климата и определения потенциальных рисков и возможностей, созданных неопределенным будущим климатом.

Прогнозы (сценарии) будущих уровней выбросов парниковых газов основаны на предположениях относительно ожидаемого уровня социально-экономического развития, а также масштабов мер, принимаемых для снижения уровня выбросов.

Ожидаемые изменения климата определены в сценариях, представленных в Пятом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата [21]. Так называемые сценарии RCP (Representative Concentration Pathways, Репрезентативные траектории концентраций – РТК) основаны на выбросах и концентрациях полного набора парниковых газов, аэрозолей и химически активных газов, а также на влиянии землепользования и изменения в растительном покрове. Слово «репрезентативный» (представительный) означает, что каждый RCP обеспечивает только один из многих возможных сценариев действий мирового сообщества, которые могли бы привести к конкретным изменениям характеристик радиационного воздействия. Термин «траектории» подчеркивает, что учитываются не только уровни концентрации в конкретное время, но и траектории их изменения во времени.

Четыре основных сценария используются в качестве основы для оценки ожидаемых изменений климата:

- RCP8.5 – самый неблагоприятный сценарий, для которого радиационное воздействие достигает >8,5 Вт м⁻² к 2100 г. и продолжает расти в течение некоторого промежутка времени даже после 2250 г.;
- RCP6.0 и RCP4.5 – два промежуточных сценария, в которых радиационное воздействие стабилизируется на уровнях приблизительно 6 Вт м⁻² и 4,5 Вт м⁻² после 2100 г.;
- RCP2.6 – единственный сценарий, для которого радиационное воздействие достигает пика в примерно 3 Вт м⁻² до 2100 г., а затем снижается.

Каждый сценарий характеризуется разными уровнями выбросов парниковых газов (табл. 2).

Таблица 2

Глобальные выбросы CO₂ для разных сценариев

Сценарий	Выбросы CO ₂ за 2012 – 2100 гг., Гт	
	среднее	диапазон
RCP2.6	990	510–1505
RCP4.5	2860	2180–3690
RCP6.0	3885	3080–4585
RCP8.5	6180	5185–7005

Источник: Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 1-я рабочая группа, 2013 [6].

РТК охватывают более широкий диапазон, чем сценарии из Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ), использованные ИРСС в предыдущих оценках. Основное отличие сценариев РТК от ранее используемых заключается в различных определяющих признаках [27].

С точки зрения пользователей, легче выбирать из четырех новых сценариев, чем из 40 прежних, тем более с очень нечетким множеством социально-экономических предпосылок. Однако фактически в новые сценарии уже в неявном виде включены элементы вариантов развития (или, точнее, результаты развития).

С точки зрения общего воздействия РТК8.5 в целом сопоставима со сценарием А2/А1FI СДСВ, РТК6.0 – с В2, а РТК4.5 – с В1. Для РТК2.6 какой-либо эквивалентный сценарий в СДСВ отсутствует. В результате разность между абсолютными значениями климатических перспективных оценок, приведенными в Четвертом оценочном докладе [39] и Пятом оценочном докладе [21], по большей части вызвана включением в оценку более широкого диапазона выбросов.

В кратком виде результаты расчетов, выполненные в рамках 5-й фазы Проекта сравнения совместных моделей (CMIP5 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) Всемирной программы исследований климата, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Изменение средней глобальной приземной температуры по ансамблю моделей CMIP5, в °C относительно периода 1986–2005 гг.

Сценарий	2046–2065 гг.		2081–2100 гг.	
	среднее	вероятный диапазон	среднее	вероятный диапазон
RCP2.6	1,0	0,4–1,6	1,0	0,3–1,7
RCP4.5	1,4	0,9–2,0	1,8	1,1–2,6
RCP6.0	1,3	0,8–1,8	2,2	1,4–3,1
RCP8.5	2,0	1,4–2,6	3,7	2,6–4,8

Источник: Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. МГЭИК [6].

Приведенные в таблице 3 показатели являются глобальными. Фактически ожидается значительная дифференциация ожидаемых климатических показателей для разных регионов. Согласно перспективным оценкам, приземная температура воздуха возрастет в течение XXI века при всех рассмотренных сценариях выбросов.

Изменение средней глобальной приземной температуры за период 2016–2035 гг. по сравнению с 1986–2005 гг. одинаково для четырех РТК и будет, вероятно, находиться в диапазоне 0,3–0,7°C (средняя степень достоверности). Согласно перспективным оценкам, изменение глобальной приземной температуры в конце XXI века (2081–2100 гг.) по сравнению

с периодом 1850–1900 гг. превысит, вероятно, 1,5°C по сценариям РТК4.5, РТК6.0 и РТК8.5 (высокая степень достоверности). Потепление превысит, вероятно, 2°C по сценариям РТК6.0 и РТК8.5 (высокая степень достоверности); скорее вероятно, чем нет, что оно превысит 2°C по сценарию РТК4.5 (средняя степень достоверности); но маловероятно, что оно превысит 2°C по сценарию РТК2.6 (средняя степень достоверности) [21].

Последние сценарии изменения климата в Центральной Азии [6; 25] указывают на повышение температуры к 2050-м годам на 1–3°C. Но если выбросы парниковых газов не будут снижены в ближайшее время, к концу столетия температура может превысить сегодняшнюю на 4–6°C.

Наибольшее повышение температуры и увеличение количества осадков ожидается в зимний период в северных районах Центральной Азии, а также в горах Таджикистана и Афганистана [25]. Летом и осенью климат, вероятнее всего, станет более засушливым на большей территории Центральной Азии, в то время как наибольшее повышение летних температур ожидается в южных районах [25]. Согласно данным (Nogues-Bravo et al., 2007), к 2055 г. температура воздуха на значительной территории горной зоны Центральной Азии повысится в худшем случае на 4–5°C, а согласно самому оптимистичному сценарию – на 3–4°C.

В горных и предгорных районах Узбекистана ожидается увеличение количества осадков в зимний период и сокращение летом, хотя годовой их объем вряд ли изменится. Усиливается уверенность в прогнозах о том, что изменение климата приведет к сокращению количества осадков по всему Средиземноморскому региону вплоть до Ирана, включая южные районы Центральной Азии [6]. Однако исключением могут стать горы Тянь-Шаня и Памира, в отношении которых глобальные климатические модели отражают общее сокращение количества осадков над этими горами, в то время как климатические модели региона показывают тенденцию повышения влажности. В отличие от сведений МГЭИК данные, представленные в работе Singh et al. (2011) [33], указывают на то, что весь центральноазиатский регион будет испытывать снижение количества осадков на 3%.

Изменения климата в Центральной Азии в XXI веке

Оценочные доклады республик Центральной Азии Рамочной Конвенции ООН, выполненные в течение 2014–2017 гг., показывают большое разнообразие оценок изменений климата в Центральной Азии в XXI веке. По некоторым географическим зонам имеется консенсус, тогда как по другим сценарии разнятся и остаются неопределенными.

Для Центральной Азии ожидаемые изменения климата будут проявляться более резко (как уже наблюдаются), так как потепление в северном полушарии происходило и будет происходить более быстрыми темпами, чем в среднем на планете.

В целом в Казахстане климат станет более теплым и влажным [22]. Результаты расчетов будущего климата (изменение температуры воздуха и количества осадков) в периоды 2016–2035, 2046–2065 и 2081–2099 гг. проведены по двум сценариям антропогенного воздействия на глобальную климатическую систему: RCP4.5 и RCP8.5. По обоим сценариям средняя годовая температура воздуха по всей территории Казахстана будет продолжать расти до конца рассматриваемого века. Причем в северной половине Казахстана рост среднегодовой температуры воздуха будет интенсивнее, чем в южной половине. Так, в конце XXI века в северных зерносеющих районах Казахстана рост температуры по более «мягкому» сценарию (RCP4.5) может составить 2,8–3,2°C, а по «жесткому» сценарию (RCP8.5) рост среднегодовой температуры воздуха может составить 4,7–5,4°C по отношению к периоду 1986–2005 гг.

Ожидаемое изменение количества осадков в Казахстане в XXI веке неоднозначно, т.е. как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Причем эти изменения в большинстве случаев не превышают 10–15% от нормы. Учитывая незначительность осадков на большей части Казахстана, изменчивостью осадков в будущем можно пренебречь, в связи с чем в расчетах можно применить их существующие климатические нормы.

По Кыргызстану [23] прогнозируется потепление климата, но сценарии по осадкам пока остаются неопределенными. Модели изменения климата для Кыргызстана указывают на продолжение текущей тенденции потепления с наиболее выраженными изменениями в течение летних месяцев и меньшими изменениями в зимний период. Согласно двум сценариям, сравнивающим увеличение температуры при низкой и высокой концентрации углекислого газа, температуры увеличатся от 2,0°C и 2,7°C к 2040 г. и от 4,6°C до 6,2°C к 2100 г. по сравнению с базовым периодом (1961–1990 гг.). К 2100 г. ожидается, что летняя температура увеличится на величину от 5,3°C до 7,0°C.

Из-за низкого разрешения имеющихся глобальных моделей циркуляции недостаточно учитывается разнообразная топография Кыргызстана, что создает трудности в проецировании изменения осадков в стране. Однако предполагается, что на всей территории страны произойдет небольшое увеличение – от 1,3 до 3,1% – по сравнению с базовым периодом, за исключением самой южной части, где количество осадков может уменьшиться – от 2,0 до 3,1%. В целом ожидается, что в зимний период климат будет более влажным, а летом более сухим [4].

Данные по анализу будущих изменений климата в Таджикистане [37] ограничены, но текущая тенденция потепления продолжится. Температура в горах Памира и Гиндукуша может возрасти более быстрыми темпами, чем в равнинных и засушливых районах. Согласно климатической модели при сравнении с периодом 1961–1990 гг. к концу века в южной области Таджикистана, а также в горах Центрального Таджикистана и в западной части Памира, вероятно, будет отмечено наиболее резкое повышение температу-

ры – около 5°C по сравнению с базовым периодом 1961–1990 гг. Сведения о влиянии горных районов Таджикистана на климат трудно включить в общую климатическую модель. Следовательно, среди прогнозов, которые показывают разные тенденции для будущих осадков, не существует консенсуса. Однако ожидается продолжение нерегулярного выпадения осадков и увеличения их интенсивности. Помимо этого летние и зимние периоды будут более влажными, а весенние и осенние – более сухими [2].

По всей территории Туркменистана [41] ожидается потепление и уменьшение количества осадков. Обе климатические модели, учитывающие низкие и высокие уровни выбросов углекислого газа, прогнозируют повышение температуры к 2040 г. примерно на 2°C. К 2100 г. ожидается, что температура будет продолжать расти в пределах от 2–3°C до 6°C. К 2020 г. количество осадков несколько возрастет, но затем сократится, а к 2100 г. количество осадков может снизиться на 8–17%.

Данные для Узбекистана [44] показывают, что среднегодовая температура в стране будет продолжать расти. Согласно самому «мягкому» сценарию к 2030 г. температура увеличится на 1,0–1,4°C. «Умеренный» сценарий приведет к повышению глобальной температуры на 3°C к 2100 г., а согласно «экстремальному» сценарию к 2100 г. повышение температур достигнет 4,9°C. Тем не менее эти данные изменяются в зависимости от сезона и места. В предгорной зоне температура в летний период может увеличиться на 4–5°C. Сценарии выпадения осадков являются более неопределенными, чем сценарии тенденций изменения температуры. В то время как сценарий «высокого воздействия» прогнозирует снижение количества осадков, сценарий «низкого воздействия» прогнозирует их увеличение. Сценарий же «среднего» воздействия прогнозирует увеличение осадков от 40 до 50 мм для пустынных, степных и предгорных зон и их уменьшение на 10 мм для горной зоны [36]. Выводы, представленные в национальных сообщениях Республики Узбекистан по РКИК ООН, показывают уменьшение осадков в течение летних месяцев и их небольшое увеличение в зимний период. Прогнозируется также увеличение их интенсивности и количества дней с проливными дождями [44].

Приведенные выше результаты оценочных докладов республик Центральной Азии по оценке изменения климата в будущем несравнимы. Во многом прогностические оценки разнятся ввиду различной разрешающей способности применяемых климатических моделей, учета местных условий, диапазона сценариев выбросов парниковых газов, от которых зависит будущее климатической системы всей планеты.

По нашему мнению, сравнимые результаты по оценке изменений климата в XXI веке приведены в работе SEAKS [32], которые выполнены по единой методике. Ниже приводятся результаты расчетов будущих региональных изменений климата с помощью ансамбля глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана нового поколения (CMIP3 – Coupled Model

Intercomparison Project – Проект сравнения объединенных моделей (общей циркуляции атмосферы и океана)) [26; 31].

Будущие изменения климата рассматриваются для трех сценариев SRES («Special Report on Emission Scenarios» – Emissions Scenarios. IPCC, 2000): A2, A1B и B1 (Nakicenovic et al., 2000) и для трех временных периодов: для начала (2011–2030 гг.), середины (2041–2060 гг.) и конца (2080–2099 гг.) XXI века по отношению к базовому климатическому периоду 1990–1999 гг. Приводимые ниже оценки будущих изменений климата регионов Центральной Азии следует рассматривать как предварительные, подлежащие дальнейшему уточнению.

Все без исключения модели CMIP3 дают потепление климата стран Центральной Азии в XXI веке для всех трех рассматриваемых сценариев. Уже в начале XXI века потепление климата превышает стандартное отклонение, характеризующее межмодельный разброс оценок. Изменения температуры значительно превышают стандартные отклонения на всей рассматриваемой территории, даже в холодное время года, когда собственная, не связанная с антропогенным воздействием изменчивость температуры особенно велика.

Глобальное изменение климата повлечет за собой серьезные последствия для всех стран Центральной Азии. Эти страны, расположенные в аридных зонах, можно отнести к странам, наиболее подверженным изменениям климата. Несмотря на особенности территориально-климатической специфики и экономического развития каждой из пяти стран, им присущи общие экологические и социально-экономические проблемы, связанные с изменением климата, в числе которых:

- увеличение дефицита существующих водных ресурсов и ухудшение их качества, включая ускоренное таяние ледников и сокращение снежного покрова, изменение гидрографического режима поверхностных вод, уменьшение доступа населения к качественной питьевой воде, ускорение процесса опустынивания, деградации и засоления земель, потеря биоразнообразия, увеличение обезлесивания, а также негативные последствия для таких основных секторов национальной экономики, как сельское хозяйство и энергетика;

- создаваемая угроза для орошаемого земледелия, прогнозируемое снижение урожайности используемых видов сельскохозяйственных культур, снижение продуктивности пастбищ, сокращение кормовой базы и, соответственно, животноводства, изменение структуры занятости сельского населения, угроза продовольственной безопасности стран;

- возникновение источника напряженности между соседними государствами в вопросах координации и регулирования ирригационного и энергетического режима водных ресурсов региона, негативное влияние на гидроэнергетику, что может создать угрозу для энергетической безопасности стран;

- увеличение риска опасных и экстремальных гидрометеорологических явлений, таких как град, засуха, экстремально высокие или низкие температуры и т.д., что вызовет учащение чрезвычайных ситуаций, включая ливневые осадки, селявые паводки, оползни, сход снежных лавин, наводнения и засухи;

- увеличение опасности для существующих экосистем и угроза биоразнообразию, включая смещение климатических зон и изменение мест обитания флоры и фауны, изменение в землепользовании и земном покрове;

- увеличение рисков для здоровья населения, включая тепловые стрессы, увеличение риска распространения инфекционно-паразитарных болезней, что может привести к увеличению смертности населения.

Благодарности: А.Г. Костяной выполнял работу в рамках темы Госбюджета № 0149-2019-0004.

Список литературы

1. Второе национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата / Узгидромет, 2008. – Режим доступа: http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/1_0124.php (дата обращения: 04.10.2018).
2. Жолдошева Э. и др. Адаптация к изменению климата в горных районах Центральной Азии // Серия обзоров по адаптации в горных районах. ООН – окружающая среда, ГРИД-Арендал, РГЦЦА. Найроби, Вена, Арендал, Бишкек, 2017. – Режим доступа: www.unep.org, www.grida.no (дата обращения: 04.10.2018).
3. Ильясов Ш.А. Изменение климата: мир, Центральная Азия и Кыргызстан в фактах и цифрах. Бишкек. 2016. – 40 с.
4. Ильясов Ш. и др. Климатический профиль Кыргызской Республики. Программа развития Организации Объединенных Наций. Бишкек, 2013. – Режим доступа: http://www.kg.undp.org/content/dam/kyrgyzstan/Publications/envenergy/kgz_Kyrgyzstan%20 (дата обращения: 04.10.2018).
5. Кожаметов П.Ж., Никифорова Л.Н. Погодные стихии в Казахстане в условиях глобального изменения климата. Астана, 2016. – 36 с.
6. МГЭИК. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA, 2013. 1535 p. – Access mode: <http://www.climatechange2013.org/report/full-report/> (date of treatment: 06.11.2018).
7. Aizen V. and Co-authors. Climate and Snow Glacier Water Resources Changes in Central Asia in the last 50 years based on remote sensed and in-situ data. NASA poster. 2009. – Access mode: http://lcluc.umd.edu/sites/default/files/lcluc_documents/aizen_lcluc_apr2009_poster_0.pdf (date of treatment: 06.11.2018).
8. Berkeley Earth, 2018. Global Temperature Report for 2018. – Access mode: <http://berkeleyearth.org/global-temperature-2017> <http://berkeleyearth.org/global-temperature-2017> (date of treatment: 04.10.2018).
9. Cruz R.V. and Co-authors. Asia. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007. P. 469–506. – Access mode: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf. (date of treatment: 04.10.2018).

10. EEA. Annual Report 1998. Copenhagen, 1998. 80 p. – Access mode: https://www.eea.europa.eu/publications/corporate_document_1998_1 (date of treatment: 06.11.2018).
11. EEA. Annual report 2010 and Environmental Statement 2011. Copenhagen, 2017. – 100 p.
12. ESCAP. Compendium on Water-related Hazards and Extreme Weather Events in Central Asia and Neighbouring Countries. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. 2012. – Access mode: <http://www.unescap.org/sites/default/files/Compendium%20report.pdf>. (date of treatment: 06.11.2018).
13. *Genina M.* and Co-authors. Gap Analysis on Adaptation to Climate Change in Central Asia. Priorities, recommendation, practices. Almaty, 2011. – 155 p.
14. Global Risks Report, 2018. – Access mode: <http://reports.weforum.org/global-risks-2018/global-risks-2018-fractures-fears-and-failures> (date of treatment: 23.12.2018).
15. *Gornitz V.* (Ed.) Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments. Dordrecht: Springer, 2009. – 1049 p.
16. *Hijioka Y.* and Co-authors. 2014: Asia // Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA. – P. 1327–1370.
17. *Ibatullin S., Yasinsky V., Mironenkov A.* The Impact of Climate Change on Water Resources in Central Asia. EDB, Almaty, 2009. – 44 p.
18. IDMC (Internal Displacement Monitoring Centre): Global Report on Internal Displacement. 2017. – Access mode: <http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-GRID.pdf>. (date of treatment: 06.11.2018).
19. IPCC. Изменение климата. Воздействия, адаптация и уязвимость. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. 2015. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/> (дата обращения: 06.11.2018).
20. IPCC. Climate Change 1995. The Science of Climate Change Contribution of Working Group 1 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: University Press, 1996.
21. IPCC. Summary for Policymakers // Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA, 2013.
22. Kazakhstan. Kazakhstan's Seventh National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change (KAZ TSNC). Ministry of Environment and Water Resources. 2017. – Access mode: [http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc_kazakhstan_engl\[1\].pdf](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc_kazakhstan_engl[1].pdf) (date of treatment: 06.11.2018).
23. Kyrgyzstan. Kyrgyzstan's Third National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change (KYR SNC) / State Agency for Environmental Protection and Forestry under the Government of the Kyrgyz Republic. 2016. – Access mode: <http://unfccc.int/re-source/docs/natc/kyrnc2e.pdf>. (date of treatment: 06.11.2018).
24. *Liubimtseva E., Kariyeva J., and Henebry G.M.* Climate Change in Turkmenistan // I.S. Zonn and A.G. Kostianoy (eds.). The Turkmen Lake Altyn Asyr and Water Resources in Turkmenistan, 28. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2014. – P. 39–58.
25. *Mannig B.* and Co-authors. 2013. Dynamical Downscaling of Climate Change in Central Asia. J. Global and Planetary Change (110 A). 2013. P. 26–39. – Access mode: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09218181/110/part/PA> (date of treatment: 06.11.2018).
26. *Meehl G.A.* and Co-authors. Global Climate Projections // Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA, 2007. – Access mode: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm. (date of treatment: 06.11.2018).
27. *Naki enovi N.* and Co-authors. IPCC Special Report on Emission Scenarios. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, N.Y., USA, 2000.
28. NEACC. Institute of the global climate and ecology under the Russian Federal Service on Hydrometeorology and Environmental Monitoring and Russian Academy of Sciences. WMO's North Eurasia Climate Centre (NEACC). 2015. Annual Summary Report on Climate Features and Change in 2014 for the Territory of the Commonwealth of Independent States. – Access mode: <http://seakc.meteoinfo.ru/climatemonitoring> (date of treatment: 23.12.2018). Uzbekistan. Uzbekistan's Third National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UZB SNC) / Centre of Hydrometeorological Service under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan. 2016. – Access mode: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/uzbnc2e.zip> (date of treatment: 06.11.2018).
29. NEACC. Institute of the global climate and ecology under the Russian Federal Service on Hydrometeorology and Environmental Monitoring and Russian Academy of Sciences. WMO's North Eurasia Climate Centre (NEACC). 2018 // Annual Summary Report on Climate Features and Change in 2017 for the Territory of the Commonwealth of Independent States. 2018. – Access mode: <http://seakc.meteoinfo.ru/climatemonitoring> (date of treatment: 06.11.2018).
30. *Nogues-Bravo D., Araujo M.B., Errea M.P., Martinez-Rica J.P.* Exposure of Global Mountain Systems to Climate Warming During the 21st Century. Global Environmental Change. 2007. No. 17. P. 420–428. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/306095539_Future_ecosystem_services_from_European_mountain_forests_under_climate_change (date of treatment: 06.11.2018).
31. *Randall D.A.* and Co-authors. Climate Models and Their Evaluation // Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, N.Y., USA, 2007.
32. SEAKS: The Climate Change of the CIS Countries in the 21st Century. – Access mode: <http://www.Seaks.meteoinfo.ru/images/stories/change-climat21/ru-vers/tab-1-climat21.gif>. (date of treatment: 06.11.2018).
33. *Singh N.P.* and Co-authors. Climate Change Impact in Agriculture: Vulnerability and Adaptation Concerns of Semiarid Tropics in Asia // Yadav S.S., Reden R.J., Hatfield J. (Eds.). Crop Adaptation to Climate Change. John Wiley&Sons, 2011. P. 107–130. – Access mode: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470960929> (date of treatment: 06.11.2018).
34. *Sorg A.* and Co-authors. Climate change impacts on glaciers and runoff in Tien Shan (Central Asia) // Nature Climate Change. 2012. Vol. 2. P. 725–731. – Access mode: <https://www.researchgate.net/publication/257847385>.
35. *Sorg A., Huss M., Rohrer M., and Stoffe M.* The Days of Plenty Might Soon Be Over in Glaciated Central Asian Catchments. Environmental Research Letters. 2014. – Access mode: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/10/104018> (date of treatment: 06.11.2018).
36. *Sutton W.R.* and Co-authors. Reducing the Vulnerability of Uzbekistan's Agricultural Systems to Climate Change. Impact Assessment and Adaptation Options. A World Bank Study. The World Bank, Washington, D.C., 2013. – Access mode: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16200> (date of treatment: 06.11.2018).
37. Tajikistan. Tajikistan's Third National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change (TJK SNC) / Agency on Hydrometeorology, the Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan. 2014. – Access mode: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/tainc2.pdf> (date of treatment: 06.11.2018).
38. The greenhouse effect and climate change, 2003. Bureau of Meteorology of Australia. – 23 p.
39. *Trenberth K.E.* and Co-authors. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change // Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working

- Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)] / IPCC, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA, 2007.
40. Turkmenistan. Turkmenistan's National Climate Change Strategy. Government of Turkmenistan. Ashgabat, 2012.
 41. Turkmenistan. Turkmenistan's Third National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change (TKM SNC) / Ministry of Nature Protection of Turkmenistan. 2015. – Access mode: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/tkmnc2.pdf> (date of treatment: 06.11.2018).
 42. UNDP. The Glaciers of Central Asia: Disappearing Resource. United Nations Development Programme. 2011. – Access mode: <https://www.scribd.com/document/153349210/The-glaciers-of-Central-Asia-A-disappearing-resource> (date of treatment: 06.11.2018).
 43. Unger-Shayesteh K. and Co-authors. What do we know about past changes in the water cycle of Central Asian headwaters? A review. J. Global and Planetary Change (110 A). 2013. – P. 4–25. – Access mode: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09218181/110/part/PA> (date of treatment: 06.11.2018).
 44. Uzbekistan. Uzbekistan's Third National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UZB SNC) / Centre of Hydrometeorological Service under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan. 2016. – Access mode: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/uzbnc2e.zip> (date of treatment: 06.11.2018).
 45. WMO. WMO Statement on the State of the Global Climate in 2017. 2018. No. 1212. – 40 p.
 46. World Bank, 2015. Climate portal – Turkmenistan Dashboard. – Access mode: http://sdwebx.worldbank.org/climateportalb/home.cfm?page=country_profile&CCCode=TKM&ThisTab=ClimateBaseline (date of treatment: 04.10.2018).
 47. Zoi. Climate change and security in Central Asia. Regional assessment. Bishkek, 2016. – 60 p.
 48. Zoi. Climate Change in Central Asia. – A Visual Synthesis. Zoi Environment Network, Geneva, 2009. – Access mode: <http://www.preventionweb.net/publications/view/12033> (date of treatment: 04.10.2018).

Макилова Айдана Макиловна,

аспирант,
Дипломатическая академия МИД России, Москва.
E-mail: Aidanka2382@mail.ru

Aidana M. Makilova,

postgraduate student,
Diplomatic Academy of the Russian Foreign Ministry,
Moscow.
E-mail: Aidanka2382@mail.ru

ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

WATER AND ENERGY SECURITY OF CENTRAL ASIA

Аннотация: нехватка водных ресурсов трансграничных рек, прежде всего для орошения сельского хозяйства, и угроза продолжения таяния ледников Тянь-Шаня и Памира обострили конфликт ирригационных и гидроэнергетических интересов стран низовья и верховья, расположенных на трансграничных реках. Это привело к обострению межгосударственных отношений стран Центральной Азии. Причиной обозначенных процессов является отсутствие механизмов совместного использования водно-энергетической инфраструктуры и системы компенсации затрат на содержание гидротехнических объектов, построенных на трансграничных реках стран Центральной Азии.

Ключевые слова: Центральная Азия, Сырдарья, Амударья, водные ресурсы, трансграничные реки, водно-энергетический сектор, топливно-энергетические ресурсы.

Abstract: the shortage of water resources of the cross-border rivers, first of all for irrigation of agriculture and threat of continuation of thawing of glaciers of Tien Shan and Pamir have aggravated the conflict of irrigational and hydropower interests of the countries of the lower reach and the upper course located on the cross-border rivers. It has led to aggravation of the interstate relations of the countries of Central Asia. The lack of mechanisms of sharing of hydro-electric infrastructure and the system of compensation of charges of the hydrotechnical objects constructed on the cross-border rivers of the countries of Central Asia is the reason of the designated processes.

Key words: Central Asia, Syr Darya, Amudarya, water resources, cross-border rivers, water and energy sector, fuel and energy resources.

Введение

Центрально-азиатский регион занимает особое географическое положение. Республика Казахстан, Республика Узбекистан и Туркменистан располагаются на равнинной части в большей степени в аридной, пустынной территории региона и находятся в низовьях трансграничных рек региона. Кыргызская Республика и Республика Таджикистан являются странами верховья и располагаются в горной местности, где формируются стоки двух крупнейших трансграничных рек Центрально-азиатского региона – Сырдарья и Амударья.