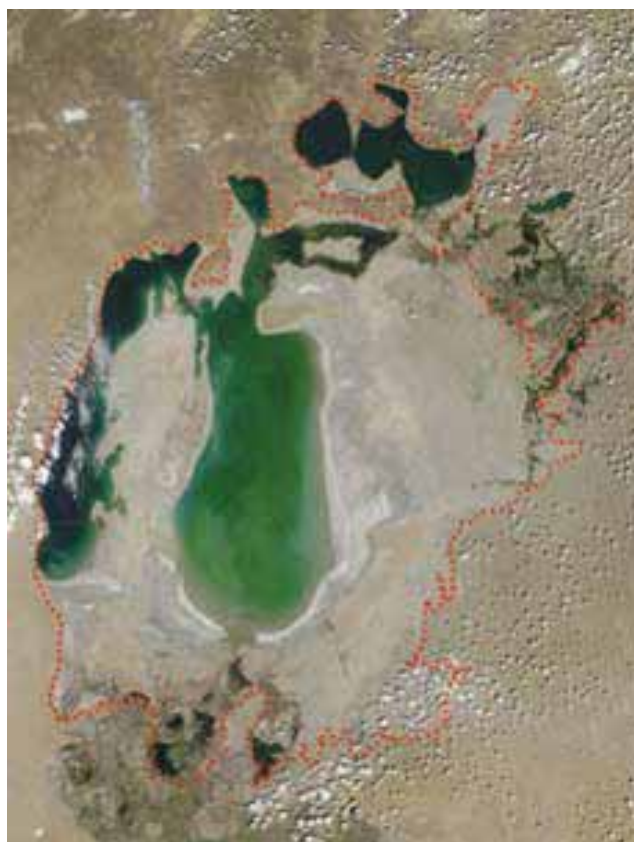


**Евразийский Банк Развития**

Исполнительный комитет Международного Фонда спасения Арала  
*Региональный Гидрологический Центр*

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

(Обобщающий отчет)



**Алматы, 2009**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Анализ изменений гидрологического цикла в бассейне Аральского моря, на основе анализа данных основных (реперных) гидрологических постов.....	6
2 Анализ ситуации выпадения атмосферных осадков и изменения температуры воздуха в бассейне Аральского моря на основе анализа данных основных (реперных) метеорологических станций.....	10
3 Анализ состояния оледенения горных систем.....	16
4 Исследование изменения основных климатообразующих факторов.....	22
5 Исследование изменения водных ресурсов на основных реках.....	24
6 Анализ современных моделей изменения климата, наиболее подходящих для региона.....	31
7 Выработка предложений по эффективному использованию водных ресурсов региона, включая вопросы освоения гидроэнергетического потенциала.....	38
Выводы.....	44
Использованные источники.....	47
Приложение.....	51

Настоящая работа выполнена при поддержке фонда технического содействия Евразийского банка развития (ЕАБР).

Общее руководство работами осуществил Ибатуллин Сагит Рахметуллаевич – Председатель Исполкома Международного фонда спасения Арала (ИК МФСА), д.т.н., проф.;

Международный эксперт – Бобровицкая Нелля Николаевна, зав. Отделом гидрологической сети и мониторинга Государственного гидрологического института, д.г.н., проф. (г. Санкт – Петербург, РФ).

Основными исполнителями проекта являются эксперты Международного фонда спасения Арала и Национальных гидрометеорологических служб (НГМС) стран Центральной Азии:

1. Региональный эксперт - Баймагамбетов Б.О., директор Казахского филиала Регионального центра гидрологии;
2. От Казахстана: Баймагамбетов Б. О., Шиварёва С. П. – национальные эксперты; Голубцов В. В., Степанов Б. С., Ли В. И., Попова В. П., Долгих С. А., Петрова Е. Е. – специалисты региона;
3. От Кыргызстана: Ильясов Ш. А. – национальный эксперт;
4. От Узбекистана: Агальцева Н. А. – национальный эксперт;
5. От Таджикистана: Сафаров М. Т. – национальный эксперт;  
Казаков М. Х., Асанова В. В., Джарнаева Г. А. – специалисты региона.

## Введение

Глобальное изменение климата за последние десятилетия заняло прочное место в ряду главных экологических проблем, стоящих перед мировым сообществом.

Особенно остро стоит вопрос влияния изменения климата на водные ресурсы в Центрально-Азиатском регионе, который требует более детального изучения с региональной точки зрения.

Учитывая огромную значимость водных ресурсов для социально-экономического развития стран Центральной Азии, Исполком МФСА совместно с Региональным Центром Гидрологии (РЦГ) инициировали подготовку регионального доклада, охватывающего самые важные аспекты влияния изменения климата на водные ресурсы региона, оценку их уязвимости и адаптационные меры и обратились в Евразийский банк развития (ЕАБР) с просьбой профинансировать подготовку настоящего Доклада. ЕАБР в декабре 2008 г. поддержал эту просьбу и в порядке технического содействия выделил необходимые средства для проведения работы.

Данная инициатива была поддержана участниками Международной конференции «Проблемы изменения климата, управления водными ресурсами, руководства и развития потенциала в Центральной Азии», которая проходила в рамках подготовительного процесса 5-го Всемирного Водного Форума (ВВФ) 28 - 29 мая 2008 г. в г. Бишкек, Кыргызская Республика.

Об актуальности данного вопроса и необходимости развития интеграционных процессов в водно-энергетическом секторе государств Центральной Азии говорится в Декларации и Резолюции Международной Конференции по сокращению стихийных бедствий, связанных с водой, состоявшейся в рамках Международного десятилетия «Вода для жизни» (2005 – 2015 гг.) 27 - 28 июня 2008 г. в г. Душанбе, Таджикистан.

Вода в Центральной Азии является важнейшим звеном национальной и региональной безопасности. Водные ресурсы Центральной Азии используются многими отраслями народного хозяйства региона, однако основными водопользователями являются орошаемое земледелие и гидроэнергетика. Более 90 % водных ресурсов бассейна Аральского моря используется орошаемым земледелием, которое даёт около 30 % внутреннего валового продукта и обеспечивает занятость более 60 % населения региона. Доля гидроэнергии составляет 27,3 % от общей потребляемой регионом электроэнергии. В отдельных странах (Таджикистан и Кыргызстан) данный показатель составляет более 90 %, что указывает на явную зависимость экономики этих стран от наличия водных ресурсов. Поэтому любые изменения, влияющие на водные ресурсы, немедленно отразятся и на других аспектах жизнедеятельности в регионе.

Страны, расположенные в регионе, объединены трансграничными водными системами. Любое изменение в водопользовании в одной из стран неизбежно сказывается на интересах остальных стран. Таджикистан и Кыргызстан, где формируется основной сток бассейна Аральского моря (более 80 %), заинтересованы в использовании имеющихся водных ресурсов для выработки гидроэлектроэнергии, а страны низовий - Казахстан, Туркменистан и Узбекистан намерены продолжать использовать эти же ресурсы в целях ирригации. При этом страны верховий заинтересованы в максимальном сбросе воды в зимнее время, когда потребности в электроэнергии очень высоки, а страны низовий нуждаются в максимальном сбросе воды в летний период для орошения земель.

Ситуация усугубляется ростом водопотребления, которое связано с приростом населения и интенсивным развитием экономики стран региона. Ожидаемое сокращение стока на ближайшую перспективу вследствие изменения климата делает эту проблему еще острее.

Таяние ледников создаст дополнительные риски для устойчивого развития и региональной продовольственной безопасности. Отступление ледников угрожает краткосрочными затоплениями, а в долгосрочной перспективе - снижением водообеспеченности Центральной Азии.

Приведенные факторы определили необходимость регионального анализа современного состояния водных ресурсов с учетом происходящих климатических изменений, тенденции развития этого процесса, роста населения, развития экономики и требований охраны окружающей среды к воде. В свою очередь, это могло бы стать основой для разработки новой стратегии водопользования, учитывающей интересы всех стран региона на основе общепризнанных принципов.

Основной целью проделанной работы являлась оценка современного состояния водных ресурсов региона на фоне происходящих климатических изменений и определение тенденции развития процесса. Представленный доклад является основополагающим документом для достижения устойчивого управления водными ресурсами в Центральной Азии, что значительно сокращает риск возникновения возможных конфликтных ситуаций в этой сфере. Обеспечение чистой водой определяет качество жизни и будущее развитие в регионе. Потребность в современной общей системе управления водными ресурсами для Центральной Азии вызвана самой природой и требует создания и развития механизма сотрудничества на базе интегрированного подхода.

В качестве исходных данных для подготовки доклада были использованы многолетние ряды данных наблюдений, имеющихся в НГМС региона, а также результаты исследований, проведенных странами региона при подготовке национальных докладов по изменению климата. При анализе ситуации в Туркменистане использовались материалы Первого национального сообщения Республики Туркменистан по РКИК ООН.

## **1 Анализ изменений гидрологического цикла в бассейне Аральского моря, на основе анализа данных основных (реперных) гидрологических постов**

Аральское Море – одно из крупных внутриконтинентальных водоемов земного шара. Расположено оно в зоне пустынь Средней Азии – в Туранской низменности, у восточного края плоскогорья Устюрт. В Аральское море впадает две среднеазиатские реки – Амударья и Сырдарья, воды которых традиционно используются на орошение. Реки бассейна Аральского моря практически все являются трансграничными водотоками.

Река Амударья объединяет бассейны рек Сурхандарья, Шерабад, Кашкадарья, Зарафшан, бассейны рек Кашкадарья и Шерабад полностью расположены на территории Узбекистана. Основной сток Амударьи формируется на территории Таджикистана.

Бассейн р. Сырдарья расположен на территории 4 государств: Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана. Водные ресурсы р. Сырдарья формируются, в основном, в Кыргызстане (р. Нарын) свыше 74 %; около 14 % приходится на Узбекистан, около 3 % на Таджикистан, на долю Казахстана приходится 9 % (реки Арысь и Келес).

Основная водосборная часть рек Амударья и Сырдарья расположена в горной и высокогорной местности. Преобладающим источником питания большинства рек являются талые воды сезонного снежного покрова, меньший удельный вес составляют воды ледников, а также дождевые воды. В зависимости от высотного положения водосбора, степени и времени увлажнения его осадками, доля в питании рек тех или иных источников существенно меняется, в связи с этим в той или иной мере меняется и режим стока.

Зона формирования стока р. Сырдарья расположена на территории Кыргызстана. По характеру режима горные реки Киргизии относятся к Тяньшаньскому типу с двумя ярко выраженными фазами: весенне-летнего половодья и осенне-зимней меженью, причем в половодье отмечается два пика—весенний (апрель-июнь), связанный с периодом таяния сезонного снега в горах, и летний (июль-сентябрь), вызванный таянием ледников и снежников высокогорья.

Особенностью гидрографов горных рек является неравномерность распределения стока в течение года и даже суток. Доля речного стока в вегетационный период составляет в среднем 74 % от годового, в осенне-зимний и ранневесенний периоды – 26 %. В Кыргызстане речной сток используется на нужды внутреннего водопотребления на 20-25%, остальная его часть поступает на территории сопредельных государств.

Анализ условий формирования максимальных расходов воды рек Кыргызстана показал, что они имеют различные превышения над средними величинами, в зависимости от генезиса:

- а) при аномально высокой температуре или при выпадении обильных осадков превышение достигает 2—3 раз;
- б) при селевых расходах от совпадения высокого талого и дождевого стока – порядка 5,0 раз;
- в) при прорывах озер и водохранилищ – 7-10 раз, а в некоторых случаях (при прорыве больших озерных емкостей) значительно больше – 100 (бассейн р. Адыгине, Алаарчинский бассейн) и 500 раз (оз. Ящинкуль, бассейн р. Исфайрам-Сай).

Для всех рек Кыргызстана период межени приходится на холодное время года, когда процессы таяния затухают и речной сток формируется за счет подземных вод. Межень характеризуется устойчивыми и небольшими расходами воды, плавно снижающимися к началу половодья, и графически отображается кривой истощения подземных вод зоны активного водообмена. Минимальные расходы воды отмечаются в предпаводковый период — весной (в марте, апреле).

В Кыргызской Республике насчитывается 1923 озера с общей площадью поверхности 6,84 тыс. км. Самые крупные озера - Иссык-Куль, Сон-Куль, Чатыр-Куль. Запасы пресной воды, сосредоточенной в озерах оцениваются в 1745 куб.км. На самые крупные озера Кыргызстана приходится более 55 % площади поверхности озер Центральной Азии. С середины XIX в. уровень воды в озере Иссык-Куль упал примерно на 12 м и его бассейн стал закрытым. По данным инструментальных наблюдений, проводимых с 1927 г. уровень озера упал на 3,2 м. Особенно интенсивным было падение в 60-70-х годах прошедшего столетия, в это время береговая линия на отмелях отступала со скоростью 20 м/год. Результаты расчетов водного баланса озера за различные периоды от одного года до нескольких десятилетий однозначны – баланс отрицательный, т.е. идет тенденция понижения уровня. Отрицательный баланс объясняется, прежде всего, увеличением испарения с поверхности озера. На фоне повышения температуры воздуха, отмечается увеличение испарения, особенно по метеостанции Балыкчи (Рыбачье).

Среднепогодный суммарный сток рек Кыргызстана с 48,9 куб. км за период до 1973 г. увеличился до 51,9 куб. км за период 1973-2000 гг.

Западные и северо-западные части речных бассейнов Сырдарьи и Амударьи, где горные системы Памиро-Алая и Тянь-Шаня переходят в равнины, расположены на территории Узбекистана. Этим обусловлена сравнительно малая водоносность рек Узбекистана по сравнению с таковой в Таджикистане и Кыргызстане. Всего в республике насчитывается 17777 естественных водотоков, среди которых большую часть составляют малые водотоки длиной менее 10 км, В Узбекистане насчитывается около 505 озер и это, в основном,

малые водоемы с площадью менее 1 км<sup>2</sup>. В настоящее время в республике построено 53 водохранилища в основном ирригационного назначения. Сегодня Узбекистан, как и другие страны Центральной Азии сталкивается с необходимостью поиска путей решения, минимизации и по возможности предотвращения водных проблем, связанных с недостатком воды, загрязнением и истощением водных источников. В современных условиях и перспективе дефицит водных ресурсов является одним из главных факторов, ограничивающих развитие страны.

На территории Узбекистана в верховьях ряда рек Сурхандарья, Кашкадарья, Пскем находятся горные ледники в количестве 525 единиц, общей площадью оледенения в 154,2 км<sup>2</sup>, то есть ледники, в основном, малых форм, средняя площадь одного ледника всего 0,293 км<sup>2</sup>. Известно, что практически все водные ресурсы региона обеспечиваются за счет снегов и ледников, расположенных на территории Кыргызстана и Таджикистана. Орошаемое земледелие сосредоточено в густонаселенных долинах рек Амударья и Сырдарья, несущих свои воды в Узбекистан, Казахстан и Туркменистан. Вот уже два десятилетия страны, живущие в низовьях рек Сырдарья и Амударья, страдают от недостатка воды и его социально-экономических последствий.

В настоящее время в рядах многолетних наблюдений за стоком на территории Узбекистана нет согласованных трендов, указывающих на уже наблюдаемое сокращение водных ресурсов. Ожидаемые в будущем изменения естественных водных ресурсов определяются, прежде всего, изменением параметров климатической системы.

Средний многолетний сток Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна Казахстана (общие поверхностные водные ресурсы в естественных условиях) составлял 26,1 км<sup>3</sup> в год, в том числе: формирующийся на территории Казахстана – 3,5 км<sup>3</sup> в год, остальная часть – 22,6 км<sup>3</sup> в год – поступала со смежных территорий сопредельных государств: Узбекистана и Кыргызстана.

На р. Сырдарья в период с 1965 по 1985 гг. построен каскад водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования – Токтогульское (Кыргызстан), Шардаринское (Казахстан), Кайраккумское (Таджикистан), Чарвакское и Андижанское (Узбекистан). Для регулирования стока и использования вод созданы Кызылординская, Кызылкумская и Казалинская оросительные системы.

В результате этих мероприятий сток р. Сырдарья оказался полностью зарегулирован. В нижнем течении р. Сырдарья вследствие повышенного водозабора сток резко уменьшился, что привело к катастрофической ситуации в районе Аральского моря. В условиях устойчивого водопотребления приток воды по р. Сырдарья на территорию Казахстана составляет 14,5 км<sup>3</sup> в год, а общие ресурсы – 18,0 км<sup>3</sup> в год. Естественный режим реки на территории Казахстана полностью нарушен.



Токтогульское водохранилище до 1990 г использовалось в основном для ирригации. Сбросы воды из водохранилища производились преимущественно, в весенне-летний период достигали 75 % общего расхода. В середине 90-х годов прошлого столетия режим попусков воды из Токтогульского водохранилища резко изменился. В последнее десятилетие для выработки необходимой для Кыргызстана электроэнергии основные попуски воды осуществляются в зимние месяцы, в течение которых сбрасывается около 60 % общего расхода. В результате резко изменилось внутригодовое распределение стока р. Сырдарья: вместо относительно низкой зимней межени проходят значительные зимние паводки, которые сопровождаются образованием зажоров и заторов. Все это приводит к наводнениям в нижнем течении р. Сырдарья, в районе г. Кызылорда. Особенно большие попуски из Токтогульского водохранилища осуществлялись в начале 2000-х годов.

Для стока рек бассейна Аральского моря, так же как и для других бассейнов, характерно наличие фаз различной водности продолжительностью от 2-3 до 4-5 лет. В бассейне р. Сырдарья на территории Казахстана особо можно выделить многоводный 1969 г.

Анализ значений нормы годового стока, определенных в первой (до середины XX века) и во второй половине рассматриваемого периода для рек Казахстана, включая бассейн р. Сырдарья показал, что значительных различий в величине указанных норм не наблюдается. Исключение составляют только реки бассейна озера Балхаш, где сток за вторую половину рассматриваемого периода оказался несколько выше, по имеющимся данным увеличился до 8 %, в основном за счет дополнительного поступления талых вод, образовавшихся в результате деградации горного оледенения. Таким образом, во второй половине XX – начале XXI века существенных изменений естественного стока под влиянием климата не произошло.

Верховья р. Амударья расположены на юго-восточной, наиболее возвышенной части Центрально-азиатского региона. Мощные горные системы Таджикистана делят территорию республики на несколько гидрографических областей формирования речных бассейнов рек Пяндж, Вахш, Кафирниган и Зеравшан.

В решении социально-экономических проблем исключительно важное место занимает бассейн Амударьи, располагающий около 60 % водными и 70 % гидроэнергетическими ресурсами региона.

Вследствие высотного положения водосборов самых крупных рек республики, основным источником их питания являются талые воды сезонных снегов (60-70 %), значительно меньшее участие принимают ледниковые и грунтовые воды (10-30 %) и небольшую роль играют дождевые воды (5 %). В низкогорных водосборах доля снегового питания снижается до 40-50 %, а доля грунтового и дождевого питания увеличиваются соответственно до 40 % и 15 %.

Наибольшую удельную водоносность имеют реки, водосборы которых благоприятно ориентированы по отношению к влагонесущим воздушным потокам. Наибольшим годовым стоком (около 45-50 л/с с 1 км<sup>2</sup>) характеризуются бассейны притоков р. Вахш, Каратаг, Шеркент и Кафирниган.

Годовой сток речных бассейнов на Памире колеблется следующим образом: на востоке Памира от 2,0 л/с (р. Бартанг) до 10 л/с км<sup>2</sup> (р. Лянгар).

Реки западных отрогов хребта Академии Наук (пр. Язгулем, Ванч, Обихумбоу, Обихингоу с притоками) более открыты влагоносным воздушным массам. Годовой сток средних и малых рек достигает 20 л/с – 30 л/с км<sup>2</sup>. Малые реки предгорий и низкогорья по существу представляют собой периодические водотоки селевого характера.

За достаточно длительный период наблюдений (более 50 лет) не выявлена существенная трансформация межгодовой и внутригодовой изменчивости стока рек ледниково-снегового питания, т.е. гидрологический режим главных рек бассейна р. Амударья не меняется.

Периоды повышенной и пониженной водности рек равномерно распределяются как по территории, так и по времени, группами по 2-3 года.

Непрерывные периоды многоводья и маловодья продолжительностью по 4-6 лет наблюдались трижды относительно равномерно в течение 1930-1960 гг., наиболее затяжные периоды маловодья достигают 8 лет.

При рассмотрении динамики объема стока по десятилетиям выявлена общая тенденция снижения стока в период 1971-80 гг. на реках снегово-ледникового типа питания (11-14 %) и снегово-дождевого (8-21 %). В период 1981-1990 г, объем стока уменьшился (1-11 %) на реках ледниково-снегового типа питания и увеличился (6-25 %) на реках снегово-ледникового и снегово-дождевого типов питания.

В бассейне р. Сырдарья пока ещё явно не обнаружено сокращение водных ресурсов под влиянием климатических факторов. Изменение водных ресурсов и их внутригодовое перераспределение связано с антропогенной деятельностью в данном регионе. На территории Кыргызстана наблюдается некоторое увеличение водных ресурсов.

В бассейне р. Амударья не выявлено существенного изменения гидрологического режима и водных ресурсов.

## **2 Анализ ситуации выпадения атмосферных осадков и изменения температуры воздуха в бассейне Аральского моря на основе анализа данных основных (реперных) метеорологических станций**

Имея протяженную (округленно: 35–55° с. ш. и 50–85° в. д.) и орфографически сложную территорию с обширными низменностями и высочайшими горными поднятиями на юге, юго-востоке, Центральная Азия (ЦА) характеризуется многообразием климатических условий. Однако при этом климат стран Центральной Азии имеет общую региональную черту – высо-

кую континентальность, характеризующуюся большой амплитудой колебаний температуры воздуха в году и малым количеством осадков. Равнины севера Центральной Азии представлены степными ландшафтами, центральной и южной частей – полупустынными и пустынными ландшафтами.

Все местные климаты Центральной Азии можно разделить на три типа:

1. Климаты умеренной зоны (примерно до 41–42° с. ш. на юге).
2. Климаты сухой субтропической зоны (южнее 41–42 с. ш.).
3. Горные климаты Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Памира и Копетдага с хорошо выраженной высотной зональностью: 1) долинно-предгорная зона (0,2–1,2 км); 2) среднегорная зона (1,2–2,2 км); 3) высокогорная зона (2,2–3,5 км); 4) нивальная зона (выше 3,5 км).

Систематические наблюдения за климатом на территории Центральной Азии начались с конца XIX в., в горных районах большинство станций было открыто позднее, в первой трети XX в. Наиболее густая сеть станций функционировала в 80-ые годы XX в., затем по экономическим причинам их число сократилось на треть, а в горных районах примерно в три раза.

Основной чертой изменения климата в ЦА за период инструментальных наблюдений является значительное повышение приземной температуры воздуха. Так, осредненная по территории каждой страны среднегодовая температура повышалась на:

- 0,26 °C/10 лет в Казахстане (1936-2005 гг.);
- 0,08 °C/10 лет в Кыргызстане (1883-2005 гг.);
- 0,29 °C/10 лет в Узбекистане (1950-2005 гг.);
- 0,10 °C/10 лет в Таджикистане (1940-2005 гг.);
- 0,18 °C/10 лет в Туркменистане (1961-1995 гг.).

Рост температуры происходил неравномерно по территории Центральной Азии. Наиболее высокие темпы повышения средней годовой температуры воздуха отмечены в равнинных районах, в горных районах темпы потепления слабее, либо даже наблюдалось некоторое похолодание. Например, в Кыргызстане, всю территорию которого можно отнести к горной, средние темпы потепления были минимальные по сравнению с остальными странами Центральной Азии. В Таджикистане в высокогорном поясе (выше 2500 м) тренд температуры только в апреле, ноябре и декабре имел положительные значения. В некоторых пониженных формах рельефа также наблюдалось понижение температуры. Например, в котловине оз. Булункуль (Таджикистан) за период 1940-2005 гг. понижение средней годовой температуры составило 1,1 °C, что может быть связано с характерными особенностями климата Восточного Памира.

На большей части территории Центральной Азии наиболее высокими темпами повышалась температура зимних месяцев. Например, в Казахстане

(рисунок 2.1) температура зимнего периода повышалась в среднем по территории на  $0,44\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, летнего – на  $0,14\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет. В Кыргызстане рост зимних температур составлял  $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет. В Таджикистане температура зимнего периода за период 1940-2005 гг. повысилась на  $1,3\text{--}3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В Туркменистане, наоборот, увеличение температур воздуха зимнего сезона составило всего  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, а в остальные сезоны года –  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет.

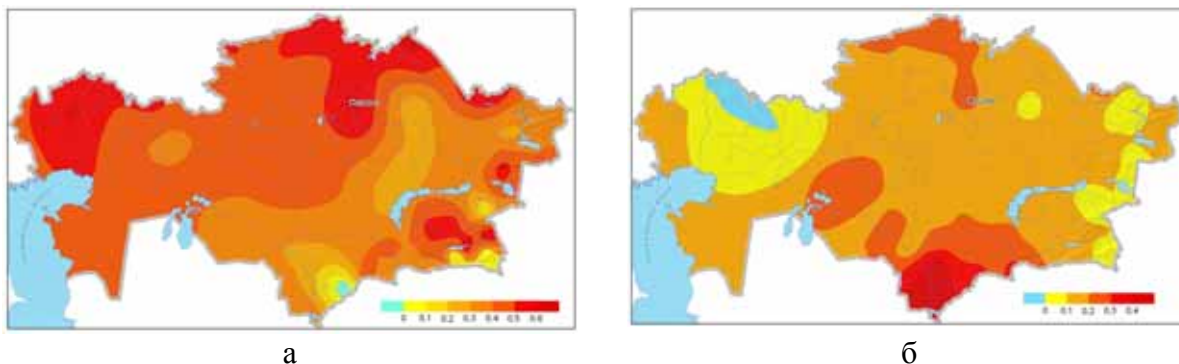


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда температуры приземного воздуха зимнего (а) и летнего (б) периодов ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет), рассчитанного в Казахстане за период 1936-2005 гг.

Рост минимальных температур, как правило, опережал рост максимальных. Например, средние по территории Узбекистана темпы потепления ( $\Delta T/10\text{ лет}$ ) максимальных температур с 1951 г. составили  $0,22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , минимальных –  $0,36\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рисунок 2.2). Исключение составляет зона отступления Аральского моря, где отмечены очень высокие темпы повышения максимальных температур, минимальные температуры практически не повышаются за счет сокращения акватории моря.

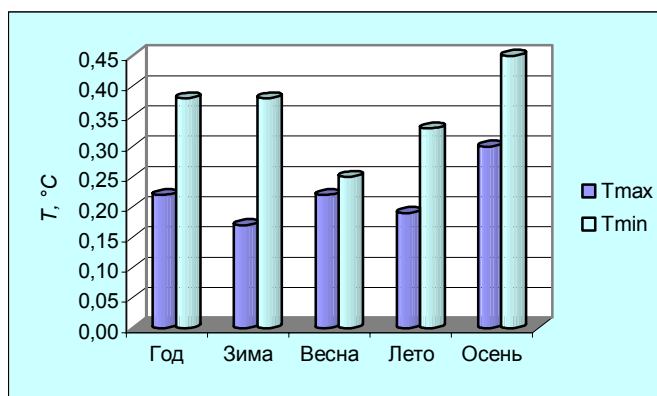


Рисунок 2.2. Осредненные по Узбекистану темпы повышения минимальных и максимальных температур воздуха ( $\Delta T/10$  лет) с 1951 года

Изменения в количестве осадков происходили неравномерно по территории Центральной Азии и по сезонам года.

Так, в большинстве регионов Казахстана количество осадков зимнего периода несколько увеличивалось (рисунок 2.3), значительно оно увеличивалось в районе южных склонов Урала, в долине р. Есиль, в местах горных поднятий Казахского мелкосопочника, в предгорьях и горах юга Казахстана.

В районе песков Мойынкум и оз. Зайсан наблюдалось несущественное уменьшение годовых сумм осадков. Территориальное распределение тенденций осадков зимнего периода совпадает с распределением тенденций годовых сумм осадков. Изменение количества осадков летнего периода (как в сторону его уменьшения, так и в сторону его увеличения) практически по всей территории было незначительным.

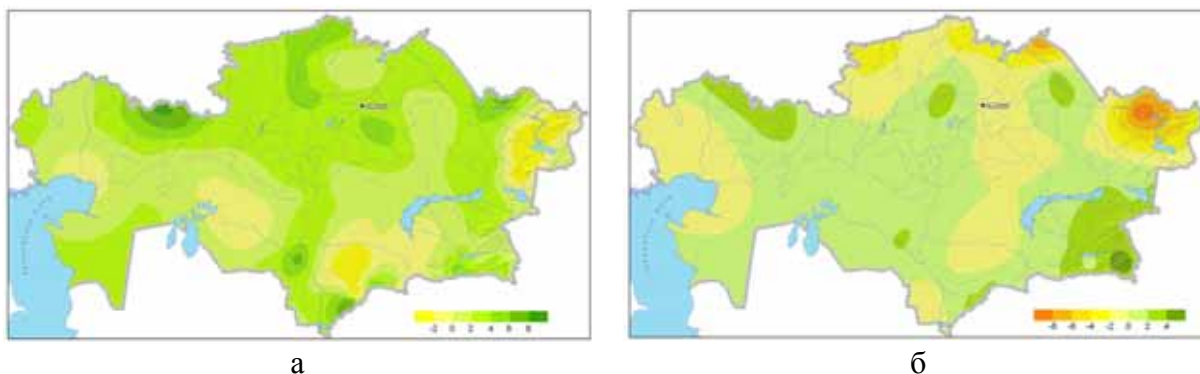


Рисунок 2.3 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда сумм осадков зимнего (а) и летнего (б) периодов (мм/10 лет), рассчитанного в Казахстане за период 1936–2005 гг

Там, где в северных регионах зимой наблюдалось увеличение количества осадков, летом, наоборот, – тенденция к уменьшению.

Для орографически сложной территории Кыргызстана изменение осадков также характеризуется значительной изменчивостью. Для Северо-Западного Кыргызстана большинство трендов годовых сумм осадков укладываются в интервал 0,05–1,7 мм/год, но высокогорные зоны имеют отрицательные значения трендов (около 3 мм/год). В долинной и предгорной зонах имеет место некоторая тенденция к увеличению осадков (0,1–1,7 мм/год). В Юго-Западном Кыргызстане тренды осадков во всех высотных зонах имеют как положительные, так и отрицательные значения, при этом максимальные положительные тенденции в предгорной зоне – до 3,0 мм/год, максимальные отрицательные в горной – до минус 3,2 (МС Чаар-Таш, западный склон Ферганского хребта). Для Северо-Восточного Кыргызстана лишь снеговая станция Чон-Ашуу имеет отрицательный тренд (минус 1,1 мм/год), на остальных МС тренды осадков находятся в интервале 0,2–3,3 мм/год. Для Внутреннего Тянь-Шаня большинство метеорологических станций, как в предгорьях, так и в горной зоне, имеют отрицательные тренды, попадающие в интервал от минус 1,5 до минус 0,9 мм/год.

По территории Узбекистана зафиксированы существенные колебания годовых сумм осадков, при этом в среднем по территории наблюдалась слабая тенденция к увеличению (рисунок 2.4).

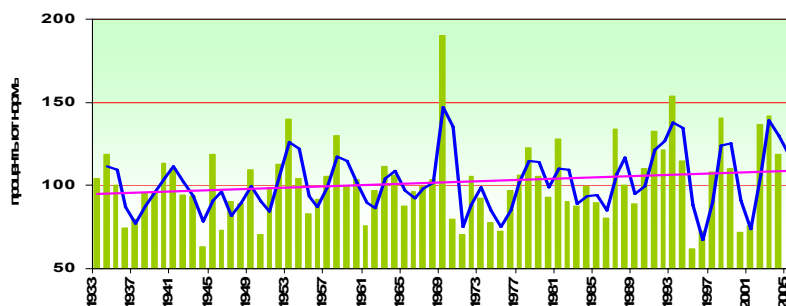


Рисунок 2.4 – Изменение годовых сумм осадков по Узбекистану

В Таджикистане, благодаря горному характеру территории, распределение осадков и их долгосрочные изменения очень разнообразны (рисунок 2.5). Так, на Восточном Памире (горное плато высотой 4000–6000 м над уровнем моря) повсеместно произошло уменьшение количества осадков на 5–10 %, максимально в Мургабе – на 44 %. Аналогичная тенденция уменьшения осадков имела место в южных низинных районах республики (Курган-Тюбе, Шаартуз).

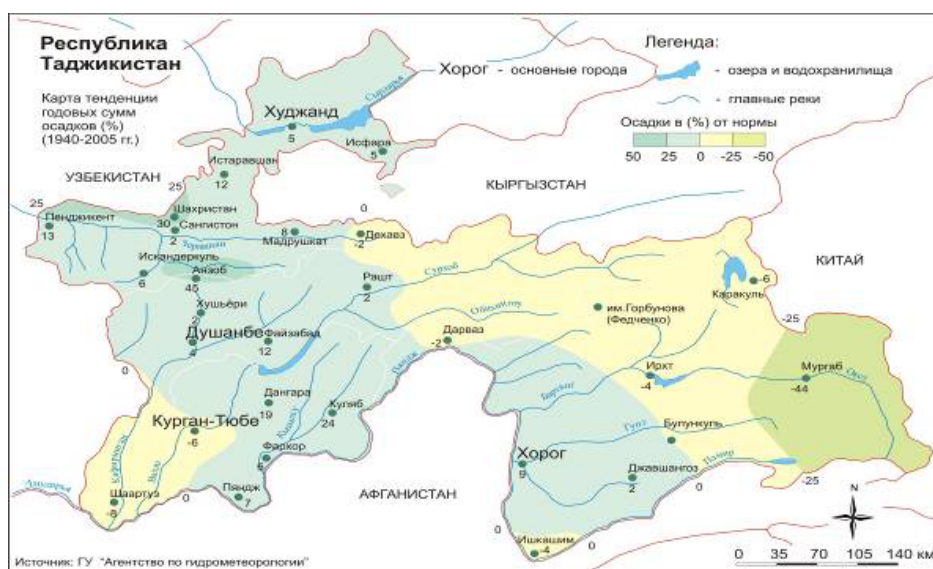


Рисунок 2.5 Изменение годовых сумм осадков (%) в Таджикистане за период 1940–2005 гг.

Годовые суммы осадков незначительно увеличились на территории Таджикистана до 2500 м (в среднем на 8%) и несколько уменьшились в высокогорной местности (на 3 %). Увеличение осадков наиболее выражено летом и осенью в зоне до 2500 м (37-90 %), в основном, за счет интенсивных осадков (рисунок 2.6.).

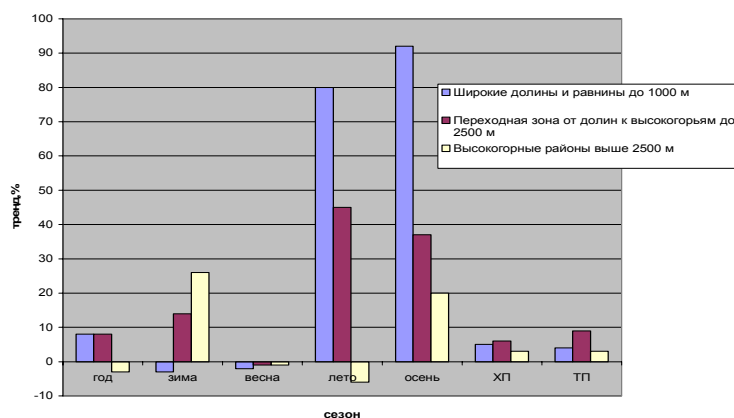


Рисунок 2.6. Изменение сумм осадков (%) по сезонам года в Таджикистане за период 1940–2005 гг.

В Туркменистане за период 1931–1995 гг. наблюдалось увеличение осадков во все сезоны года, наиболее существенное в зимний и весенний периоды (на 1,6 и на 1,3 мм/10 лет соответственно). В летний период количество осадков практически не изменялось. Годовые суммы осадков в среднем по территории Республики увеличивались на 12 мм/10 лет (рисунок 2.7).

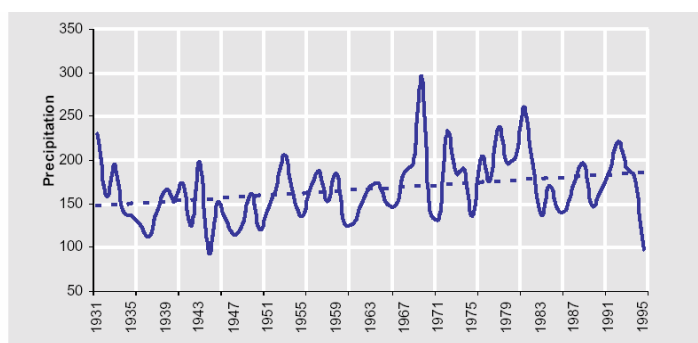


Рисунок 2.7. Межгодовая изменчивость суммы осадков в среднем по территории Туркменистана (сплошная линия) и линейный тренд за период 1931–1995 гг.

Во многих районах Центральной Азии увеличивается изменчивость и интенсивность осадков. Возросшая неравномерность выпадения осадков во времени, когда ливневые дожди сменяются периодом засухи, может иметь негативный эффект для территории Центральной Азии, так как это может сказаться на усилении эрозии почв. Кроме того, в летний период такие осадки не приносят необходимого увлажнения почвы, так как при ливневых осадках почва не способна быстро впитать влагу, часть которой просто стекает по поверхности, а высокая температура воздуха способствует ее быстрому испарению.

Значительное повышение температуры воздуха при уменьшении, или несущественном, как правило, увеличении количества осадков ведет к усилению засушливости климата в равнинных районах пустынь и полупустынь Центральной Азии, а также в близлежащих к ним районах. Такое изменение условий увлажненности подтверждено данными примерно 60 % станций Казахстана. Анализ неблагоприятных агрометеорологических явлений и пострадавших фермерских хозяйств Казахстана показал, что в 2005–2007 гг. основными неблагоприятными явлениями в Казахстане являлись: атмосфер-

ная (60 % случаев) и почвенная (20 %) засуха. Лишь в отдельных горных и предгорных районах Центральной Азии, где повышение температуры воздуха менее значительное, можно говорить о незначительном уменьшении засушливости климата.

### 3 Анализ состояния оледенения горных систем

Потепление в высокогорных районах Памира, Тянь-Шаня, Гиссаро-Алая и других горных систем соответствует региональным и глобальным тенденциям. Ледниковые запасы, сосредоточенные в горных районах Средней Азии и Казахстана, являются важнейшим источником и многолетним резервом чистой пресной воды. Продуцируя талые воды в самую жаркую часть года, когда запасы сезонного снега уже истощаются, они восполняют дефицит оросительной влаги в то время, когда потребность в ней наиболее велика. Однако запасы льда не являются стабильными. В настоящее время исследователи-гляциологи отмечают повсеместное отступление ледников: мелкие ледники исчезают, а крупные распадаются. Ледники Таджикистана и Кыргызстана играют важную роль в формировании рр. Амударья и Сырдарья – крупнейших водных артерий Центральной Азии и бассейна Аральского моря. В этом аридном регионе будущие воздействия изменения климата могут прямо отразиться на объеме ледников, источниках питания и водности рек, и, в конечном итоге, доступности воды для нижерасположенных районов и государств. Ежегодно таяние ледников в Таджикистане вносит в среднем 10 – 20 % в сток крупных рек, а в сухие и жаркие годы вклад ледников в водные ресурсы отдельных рек в летнее время может достигать 70 % (рисунок 3.1). Вода имеет важнейшее значение для сельского хозяйства, гидроэнергетики и связанных с ними отраслей экономики Таджикистана. Более того, формирующиеся здесь водные ресурсы, потребляются, главным образом, нижерасположенными государствами.

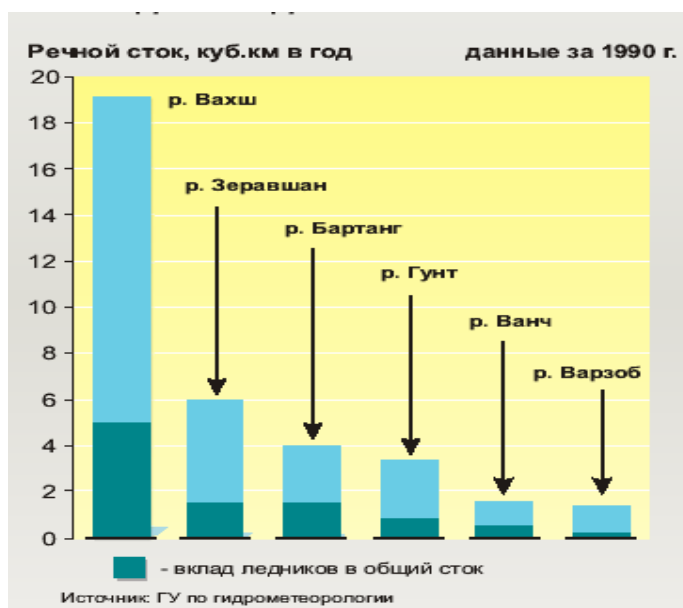


Рисунок 3.1 – Сток рек в средний по водности год и доля ледникового питания



Оценка воздействия глобального изменения климата на ледники Памиро-Алая показала, что за весь период наблюдений, начиная с 1930 г. (первые инструментальные замеры), общая площадь оледенения республики сократилась примерно на одну треть.

Изменения площади оледенения особенно велики 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, рр. Сурхандарья и Кашкадарья) – на севере и западе.

За XX век ледники Таджикистана в среднем сократились на 20 – 30 %. Ледники Афганистана (Левобережье р. Пяндж) – на 50 – 70 %. В последние годы, в связи с повышением температуры воздуха, активизировались пульсирующие ледники.

Площадь оледенения Таджикистана может уменьшиться по сравнению с настоящим временем на 15 – 20 %, а запасы воды в ледниках на 80 – 100 км<sup>3</sup>, но крупные ледники и узлы оледенения сохранятся. Ледниковый сток рр. Пяндж, Вахш и в целом р. Амударья, вследствие активного таяния ледниковых запасов, в начале может увеличиться, однако в долгосрочной перспективе, напротив, сократиться в связи с истощением запасов льда. Неблагоприятное изменение гидрологического режима рек может иметь серьезные последствия как для отдельных уязвимых сообществ, так и всего региона (рисунок 3.2)

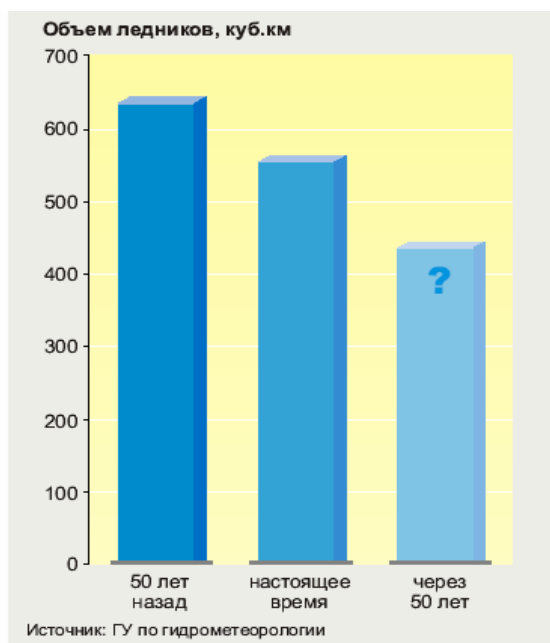


Рисунок 3.2 – Изменение объёма ледников Таджикистана

При сохранении существующих темпов деградации оледенения в ближайшие 30 – 40 лет в Таджикистане полностью исчезнут многие мелкие ледники. Деградация оледенения может сильнее всего отразиться на режиме рр. Кафирниган, Каратаг, Обихингоу. При уменьшении количества атмосферных осадков может уменьшиться сток поверхностных вод и соответственно площадь озер.

Оценки изменения оледенения Западного Тянь-Шаня (Пскемский хребет) позволили определить темпы сокращения оледенения в настоящее время. За 20 лет оледенение этого района сократилось суммарно на 16,8 %.

Оценочные расчеты реакции оледенения Гиссаро-Алая, расположенного на территории Узбекистана, на климатические изменения показали, что при уменьшении осадков вдвое и увеличении температуры на 3 °С фирновая линия повысится на 700 м, площадь оледенения сократится на 86 %, а ледниковый сток – на 96 %.

Для оценки изменения оледенения на территории Кыргызстана были выделены следующие основные гидрологические бассейны: **I** – оз. Иссык-Куль; **II** – р. Чу; **III** – р. Талас; **IV** - р. Сырдарья; **IVa** – реки северного обрамления Ферганской долины (р. Сырдарья); **IVb** – р. Нарын (р. Сырдарья); **IVc** – р. Карадарья (р. Сырдарья); **IVd** – реки южного обрамления Ферганской долины (р. Сырдарья); **V** – оз. Чатыр-Куль; **VI** – р. Амударья; **VII** – р. Тарим; **VIII** – оз. Балхаш; **BK** – регион в целом.

Расчеты по оценке параметров ледников выполнялись отдельно для всех гидрологических бассейнов, а также для региона в целом. Результаты расчета сведены в таблицу 3.1 и рисунок 3.3.

Таблица 3.1 – Оценка основных характеристик оледенения в 2000 г. В скобках приведено изменение относительно состояния 60-х годов XX века, в процентах

Бассейн	Количество ледников	Площадь, км <sup>2</sup>	Объем, км <sup>3</sup>	Средняя толщина, м
<b>I</b>	614 (97,3 %)	538,11 (84,6 %)	24,224 (83,1 %)	45,02
<b>II</b>	715 (94,8 %)	582,12 (82,3 %)	26,377 (80,4 %)	45,31
<b>III</b>	177 (88,5 %)	112,91 (72,7 %)	4,643 (71,5 %)	41,13
<b>IV</b>	2965 (95,2 %)	1982,34 (84,1 %)	100,973 (83,2 %)	50,94
<b>V</b>	3 (100,0 %)	2,61 (93,4 %)	0,099 (92,6 %)	37,75
<b>VI</b>	277 (99,6 %)	604,36 (94,0 %)	42,158 (93,5 %)	69,76
<b>VII</b>	1693 (94,6 %)	2991,83 (85,3 %)	219,055 (84,8 %)	73,22
<b>VIII</b>	1 (100,0 %)	0,25 (82,3 %)	0,008 (80,4 %)	33,69
<b>BK</b>	6445 (95,2 %)	6814,53 (85,1 %)	417,537 (84,6 %)	61,27
<b>IVa</b>	107 (89,9 %)	39,41 (77,3 %)	1,460 (76,1 %)	37,04
<b>IVb</b>	1661 (94,2 %)	1098,08 (81,2 %)	55,657 (79,7 %)	50,69
<b>IVc</b>	269 (91,2 %)	74,18 (68,4 %)	2,735 (67,1 %)	36,87
<b>IVd</b>	928 (99,0 %)	770,67 (91,0 %)	41,122 (90,1 %)	53,36

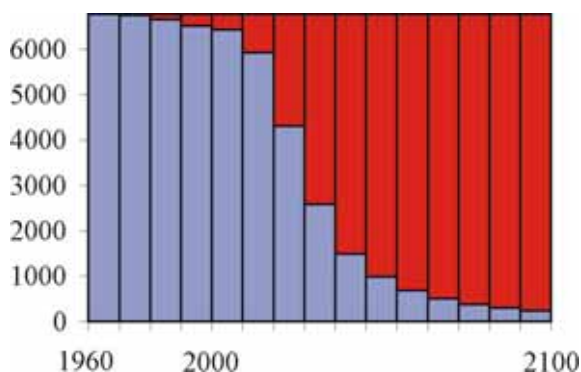


Рисунок 3.3 – Распределение соотношения количества сохранившихся и исчезнувших ледников по десятилетиям, полученное из моделирования для наиболее вероятного варианта прогнозируемых климатических из-

менений ( $dT=4,96^{\circ}\text{C}$ ,  $m=0,96$ ). Синим цветом обозначены сохранившиеся ледники, а красным – исчезнувшие.

За период 1957 – 1980 гг. ледники бассейна Аральского моря потеряли  $115,5 \text{ км}^3$  льда ( $\approx 104 \text{ км}^3$  воды), что составляет почти 20 % запасов льда на 1957 г.

Реки бассейна оз. Балкаш берут свое начало преимущественно на ледниках Северного и Восточного Тянь-Шаня, а также Джунгарского Алатау.

По бассейну р. Иле сокращение оледенения составило  $1254 \text{ км}^2$  (36,6 %) и в среднем за год –  $25,1 \text{ км}^2$  (0,73 %). В целом по бассейну оз. Балкаш сокращение составило  $1498 \text{ км}^2$  (36,9 %) или в среднем за год –  $30 \text{ км}^2$  (0,74 %). Расчеты показали, что за счет сокращения многолетних запасов льда и запасов воды в ледниках, в реки бассейна оз. Балкаш поступает дополнительно более 10 % воды.

По мнению гляциологов, основанному на результатах оценки деградации оледенения во второй половине XX века, в условиях современного глобального повышения температуры воздуха нашей планеты ледники практически исчезнут к концу XXI века. Проведенные исследования показали, что в результате деградации оледенения сток р. Иле уменьшится на  $2,26 \text{ км}^3$  (11,6 %) в год, в бассейне оз. Балкаш на  $2,54 \text{ км}^3$  (10,5 %) в год.

Ежегодное уменьшение речного стока при деградации горного оледенения происходит пропорционально его сокращению в бассейне р. Иле и оз. Балкаш. Одновременно наблюдается его частичная компенсация за счет поступления воды в процессе таяния многолетних запасов льда. Общее уменьшение речного стока формируется в результате количественного баланса этих двух процессов: увеличения потерь речного стока за счет сокращения площади оледенения и поступления воды от таяния вековых запасов льда, сокращающихся с уменьшением площади оледенения.

Вследствие деградации горного оледенения произойдет уменьшение стока маловодных лет (на 25,4 – 27,9 %) и его увеличение в многоводные годы (на 31,4 – 42,4 %), также существенно изменится внутригодовое распределение стока рек. Почти в два раза уменьшится сток за июль, август, сентябрь и увеличится (также почти в два раза) за апрель, май и июнь. Оценка изменения стока и его внутригодового распределения за счет деградации горного оледенения произведена путем сопоставления его значений в бассейнах с наличием ледникового и не ледникового питания.

Произведенные расчеты показали, что глобальное повышение температуры воздуха на нашей планете и продолжение деградации горного оледенения приведут к повышению напряженности при использовании стока в бассейне оз. Балкаш. Для компенсации этой напряженности необходимо проектирование и строительство на горных реках водохранилищ, в основ-

ном сезонного регулирования, а также противопаводковых и селевых гидротехнических сооружений.

Горные и предгорные районы Казахстана, занимающие 15 % территории, подвержены разрушительному воздействию селей. По селевой активности Илейский Алатау занимает одно из первых мест в СНГ. По данным Казселезащиты, сели угрожают 156 населенным пунктам (в том числе г. Алматы) и более 6000 объектам хозяйственной деятельности. Сели формируются в результате прорыва поверхностных и подземных водоемов моренно-ледниковых комплексов, выпадения интенсивных и продолжительных жидких осадков, при сильных землетрясениях, нерациональной хозяйственной деятельности. Менее чем за 100 последних лет отмечено около 1000 случаев образования селей различного происхождения, многие из которых имели характер катастроф, сопровождавшихся человеческими жертвами.

Главными факторами селеформирования являются: геоморфологический, геологический и климатический. Оценка значимости этих факторов показала, что геоморфологический фактор, способствующий формированию мощных грязекаменных селей, будет поддерживаться еще около 4 миллионов лет, геологический фактор на столетнюю перспективу также может считаться неизменным. Главным фактором, определяющим селевую активность на северном склоне Илейского Алатау, является климатический.

Изучение изменения климата на территории юга Казахстана и геологического строения конусов выноса северного склона Илейского Алатау показало, что в ледниковые эпохи селевая активность практически равна нулю. Максимум селевой активности приходился на периоды времени, когда температура воздуха на 2 – 3 °С превышала современное значение. Велика вероятность, что основная масса селей формировалась в течение нескольких десятилетий, при этом на предгорные равнины выносились миллиарды кубометров рыхлообломочных пород.

Катастрофические сели дождевого генезиса в обсуждаемом регионе формируются при выпадении ливневых осадков на фоне относительно высоких температур воздуха. При потеплении климата на 2 – 3 °С высшие отметки водосборов превысят 4000 м, при этом площади водосборов возрастут в несколько раз, т.е. все поверхности, показанные на рисунке 3.4, станут очагами зарождения селей. Увеличится повторяемость селеформирующих осадков, продолжительность селеопасного периода, уклоны очагов селеобразования. Катастрофические дождевые сели, возникавшие в XX веке один раз в столетие, будут формироваться практически ежегодно.



Рисунок 3.4 – Типичная картина высокогорной зоны Илейского Алатау после выпадения осадков в летний период времени. В условиях современного климата, как это хорошо видно на фотоснимке, крупные осадки в интервале высот 3400 м и более в подавляющем числе случаев выпадают в виде снега, крупы или града.

Потепление климата в XX веке привело к быстрой деградации оледенения Тянь-Шаня, в ходе которой на моренно-ледниковых комплексах формировались поверхностные и подземные водоемы. Их прорыв приводил к формированию катастрофических селей, в том числе и на северном склоне Илейского Алатау. Эти сели нанесли большой материальный ущерб и стали причиной гибели сотен человек. В настоящее время наибольшую опасность для г. Алматы представляет прорыв озера №6 на леднике Маншук Маметовой. Ущерб, который может быть нанесен селом, образующимся в результате прорыва этого озера, оценен, как минимум, в 100 млн. долларов.

При потеплении климата на 2 – 3 °С степной климат верхней предгорной ступени Илейского Алатау трансформируется в климат пустыни. Лессовый покров исчезнет, поросшие в настоящее время травянисто-кустарниковой растительностью прилавки превратятся в бедленды (рисунок 3.5).

Практически все жидкие осадки будут приводить к формированию селей, отложения которых на предгорной равнине перекроют наиболее продуктивные в настоящее время земли. Резкое увеличение твердого стока рек, впадающих в р. Иле, создаст условия для быстрого заиления Капшагайского водохранилища, изменения режима дельты р. Иле и оз. Балкаш в целом. Возникнут серьезные проблемы с поливом сельскохозяйственных культур из-за непригодности воды для орошения и заиления систем орошения аномальным твердым стоком.

Концепция защиты от селевых потоков г. Алматы и других населенных пунктов основывалась на представлении о том, что катастрофические сели – чрезвычайно редкое явление. Катастрофические сели второй половины XX века – свидетельство ошибочности этих представлений. Многократное уве-

личение селевой активности уже в первой половине XXI века свидетельствует о необходимости разработки новой стратегии защиты от селей.



Рисунок 3.5 – Образование бедленда в бассейне р. Каратурук (хр. Илейский Алатау).

Резкое увеличение селевой активности следует ожидать в горных районах Центральной Азии, несущих в настоящее время оледенение. Устойчивое развитие этого региона в XXI веке в значительной мере будет зависеть от того, насколько своевременно и адекватно будут проведены мероприятия по предотвращению селей или уменьшению ущерба, наносимого ими.

#### **4 Исследование изменения основных климатообразующих факторов**

Одной из очень важных задач в настоящее время является предсказание климата – т. е. статистическое описание будущих состояний климатической системы в терминах среднего и изменчивости различных характеристик её компонентов за различные периоды времени. Чтобы оценить уязвимость секторов экономики и экосистем от изменения климата, разработаны сценарии изменения климата.

Сценарии возможных выбросов парниковых газов, представленные в Специальном докладе о сценариях выбросов (СДСВ), строятся на основе различных социально-экономических допущений и предполагают различные уровни будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей в атмосферу. Сценарии СДСВ построены без учета дополнительных инициатив, связанных с изменением климата, и без указания степени вероятности наступления тех или иных событий. Каждый сценарий представляет конкретное количественное определение одной из четырёх сюжетных линий. Описание социально-экономических допущений шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ следующее:

**A1.** Сюжетная линия A1 (семейство сценариев A1) содержит описание будущего мира, который характеризуется очень быстрым экономическим ростом, быстрым внедрением новых и более эффективных технологий и ростом народонаселения Земного шара с пиком в середине века и последующим уменьшением. Основная стратегия такого развития включает: постепенное сближение разных регионов, укрепление потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей при значительном уменьшении региональных различий в доходе на душу населения. Это семейство сценариев разделяется на три группы в зависимости от основного направления развития энергетических технологий: значительная доля ископаемого топлива (A1F1); неископаемые источники (A1T) и равновесие между всеми источниками (A1B). Равновесие определяется здесь как отсутствие явной зависимости от какого-либо одного конкретного источника энергии в предположении аналогичных темпов повышения эффективности для всех технологий энергоснабжения и конечного использования.

**A2.** В сюжетной линии A2 (семейство сценариев A2) дается описание очень неоднородного мира. основополагающим принципом является самообеспечение и сохранение самобытности. Показатели рождаемости в разных регионах очень медленно сближаются, результатом чего является постоянный рост общей численности населения. Экономическое развитие имеет главным образом региональную направленность, а технологические изменения и экономический рост в расчете на душу населения являются более фрагментарными и медленными, чем в других сюжетных линиях.

**B1.** Сюжетная линия и семейство сценариев B1 соответствуют единой для всего мира направленности развития с тем же, что и в A1, глобальным населением, которое достигает максимальной численности в середине века, а затем уменьшается. Однако быстрые изменения в экономических структурах направлены на развитие сервисной и информационной экономики с уменьшением материальной интенсивности и внедрением чистых и ресурсосберегающих технологий. Главное внимание уделяется глобальным решениям в сфере экономической, социальной (включая большую справедливость) и экологической устойчивости, но без дополнительных инициатив, связанных с климатом.

**B2.** Сюжетная линия и семейство сценариев B2, аналогично A2, исходят из стратегии локальных решений проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно увеличивающимся глобальным населением (при более низких, чем в A2, темпах роста), промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями по сравнению с сюжетными линиями A1 и B1. Данный сценарий ориентирован, как и B1, на охрану окружающей среды и социальную справедливость, но главное внимание в нем уделяется местным и региональным уровням.

Для шести иллюстративных сценариев выбросов, изложенных в Специальном докладе Межправительственной группы экспертов по сценариям выбросов, прогнозируемая концентрация  $\text{CO}_2$  в 2100 г. будет составлять 540-970  $\text{млн}^{-1}$  против приблизительно 280  $\text{млн}^{-1}$  в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368  $\text{млн}^{-1}$  в 2000 году (рисунок 4.1).

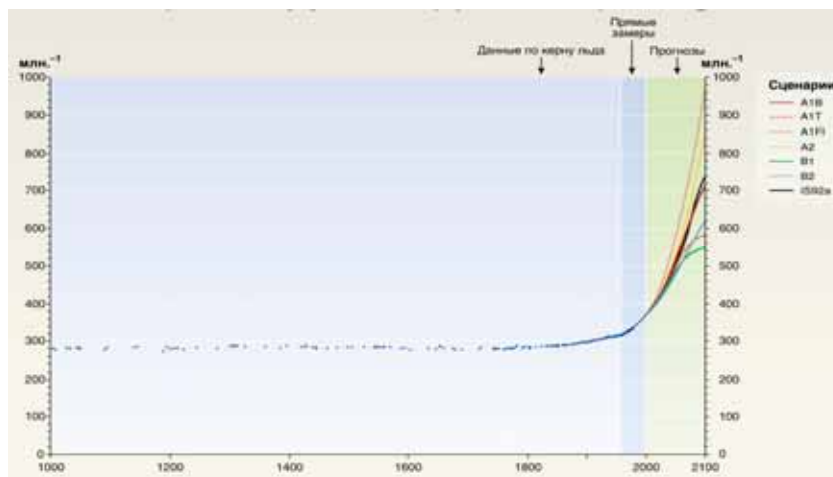


Рисунок 4.1 – Атмосферная концентрация  $\text{CO}_2$  в период 1000-2000 г., определенная на основании данных по керну льда и прямых атмосферных замеров в течение нескольких прошлых десятилетий. Прогнозы концентрации  $\text{CO}_2$  на период 2000-2100 гг. основаны на шести иллюстративных сценариях Специального доклада по сценариям выбросов и IS92a (для сопоставления со Вторым оценочным докладом)

## 5 Исследование изменения водных ресурсов на основных реках

Для исследования возможной уязвимости водных ресурсов Центрально-азиатского региона вследствие антропогенных изменений климата в качестве методической основы использованы существующие математические модели формирования стока.

Основными входными данными для моделирования гидрографа стока являются суточные суммы осадков и средние суточные температуры воздуха на метеорологических станциях, расположенных в пределах бассейна или вблизи от него.

Кроме этого для оценки изменения водных ресурсов в отдельных странах использовано уравнение водного баланса, в котором используются температуры воздуха и осадки, определенные с помощью моделей глобального и регионального климата и значения испарения, рассчитанные с учетом повышения температуры воздуха.

В рамках данного проекта предварительно была проведена адаптация моделей для оценки уязвимости водных ресурсов с использованием сценариев потенциального антропогенного изменения климата.

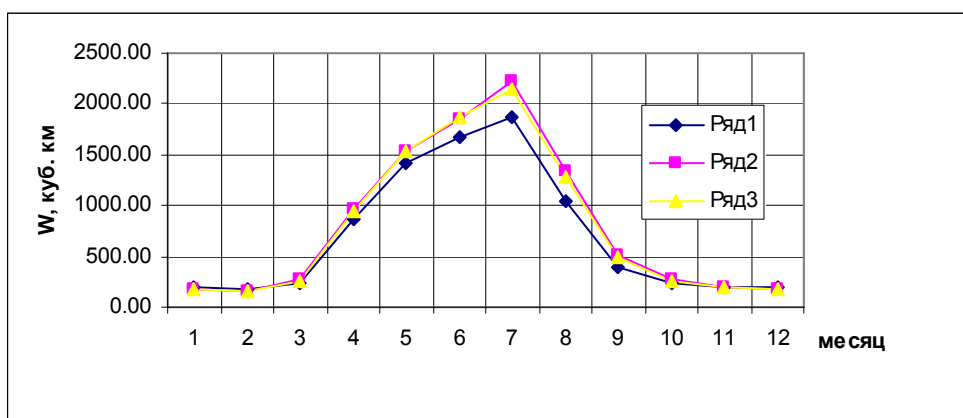
Антропогенные изменения климата были приняты в соответствии со сценариями A2 и B2, для построения которых применялись версии 2.4



(Туркменистан) и 4.1 (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан) программного комплекса MAGICC/SCENGEN (Model of the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change / Scenario Generator), разработанного по заданию МГЭИК, в том числе и для проведения работ по оценке уязвимости.

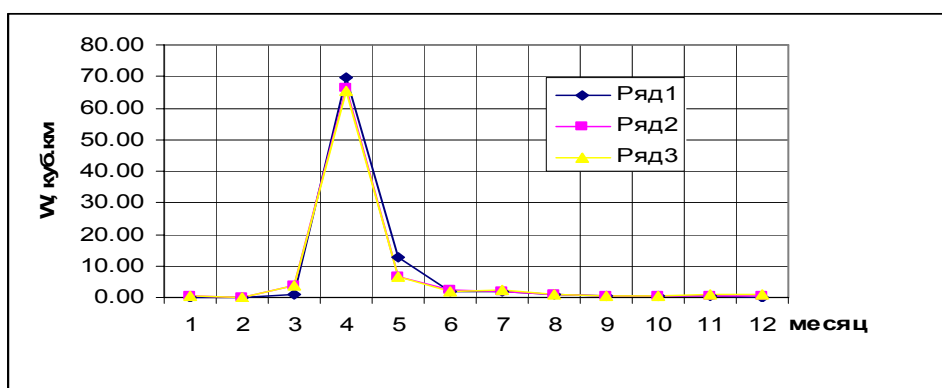
Как уже говорилось выше, в определенной мере следует ориентироваться на оба сценария выбросов парниковых газов, так как их необходимо считать равновероятными, и в соответствии с ними рассматривать оценку влияния изменения климата на водные ресурсы.

Для территории Казахстана моделирование стока было проведено по всем основным рекам территории. В качестве примера на рисунках 5.1 и 5.2 показано сопоставление среднесуточных величин измеренного и моделированного стока для горных (Балхаш – Алакольский водохозяйственный бассейн) и равнинных (Есильский водохозяйственный бассейн) районов соответственно.



1- измеренный сток; 2- моделированный сток по сценарию a2;  
3- моделированный сток по сценарию в2.

Рисунок 5.1 – График сопоставления внутригодового хода среднесуточных измеренных и моделированных величин стока р. Иле (период – 30 лет)



1- измеренный сток; 2- моделированный сток по сценарию a2;  
3- моделированный сток по сценарию в2.

Рисунок 5.2 – График сопоставления внутригодового хода среднесуточных измеренных и моделированных величин стока р. Есиль (период – 30 лет)

Результаты моделирования показали:

1. если антропогенные изменения климата вследствие выделения в земную атмосферу парниковых газов на перспективу 30 лет будут происходить в соответствии со сценарием А2, то 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 %;
2. согласно сценарию В2, на перспективу до 30 лет увеличение стока в горных районах будет меньше и будет изменяться в пределах от 2,5 % до 9,3 - 12,3 %. В бассейне р. Арысь он также уменьшится, но на незначительную величину – 2,0 %. Сценарий В2 более «жесткий» для горных районов, а для равнинных бассейнов он более «мягкий», так в бассейнах равнинных рек уменьшение ресурсов будет составлять 6,0 - 6,8 %;
3. если изменения климата на перспективу 50 лет будут происходить в соответствии со сценарием А2, то водные ресурсы в горных бассейнах Казахстана увеличатся, в среднем от 1,3 до 12,7 %. В равнинных же бассейнах рек уменьшатся на 4,4 - 7,8 %;
4. на перспективу до 50 лет сценарий В2 более «жесткий». Согласно этому сценарию увеличения стока в горных районах не будет, он уменьшится в пределах от 7,2 до 19,5 % и только в бассейнах рек Западного Алтая сток незначительно увеличится на 3,2 %. Сценарий В2 более «жесткий» и для равнинных бассейнов, так в этих бассейнах уменьшение ресурсов будет изменяться от 8,0 до 8,5 %;
5. в разные по водности годы результаты оценки уязвимости водных ресурсов показывают, что независимо от водности года изменение водных ресурсов имеет ту же тенденцию, что и в среднем за весь многолетний период;
6. во всех вариантах и сценариях осадки и температуры увеличиваются. В горных районах за счет увеличения зимних осадков (особенно в основных стокообразующих зонах бассейнов) увеличиваются значения снеготазпасов, что приводит в условиях повышения температуры воздуха к увеличению стока в весенний период. Увеличение температуры воздуха не так существенно, чтобы привести к значительно более раннему оттаиванию почвогрунтов и, как следствие, к увеличению потерь стока в период весеннего половодья. В равнинных бассейнах картина иная. Повышенные осадки меньше влияют на величину стока в силу больших его потерь на водосборе. В равнинных бассейнах более четко прослеживается зависимость от температуры воздуха. В условиях ее повышения наблюдается уменьшение глубины осеннего промерзания и как следствие этого увеличение потерь стока на инфильтрацию;

Для территории Кыргызстана при оценках и моделировании поверхностный сток определялся как разность между годовой суммой атмосферных осадков и годового слоя испарения. На рисунке 5.3 представлены графики изменения во времени основных моделируемых характеристик для всего Кыргызстана для некоторых вариантов климатических изменений.

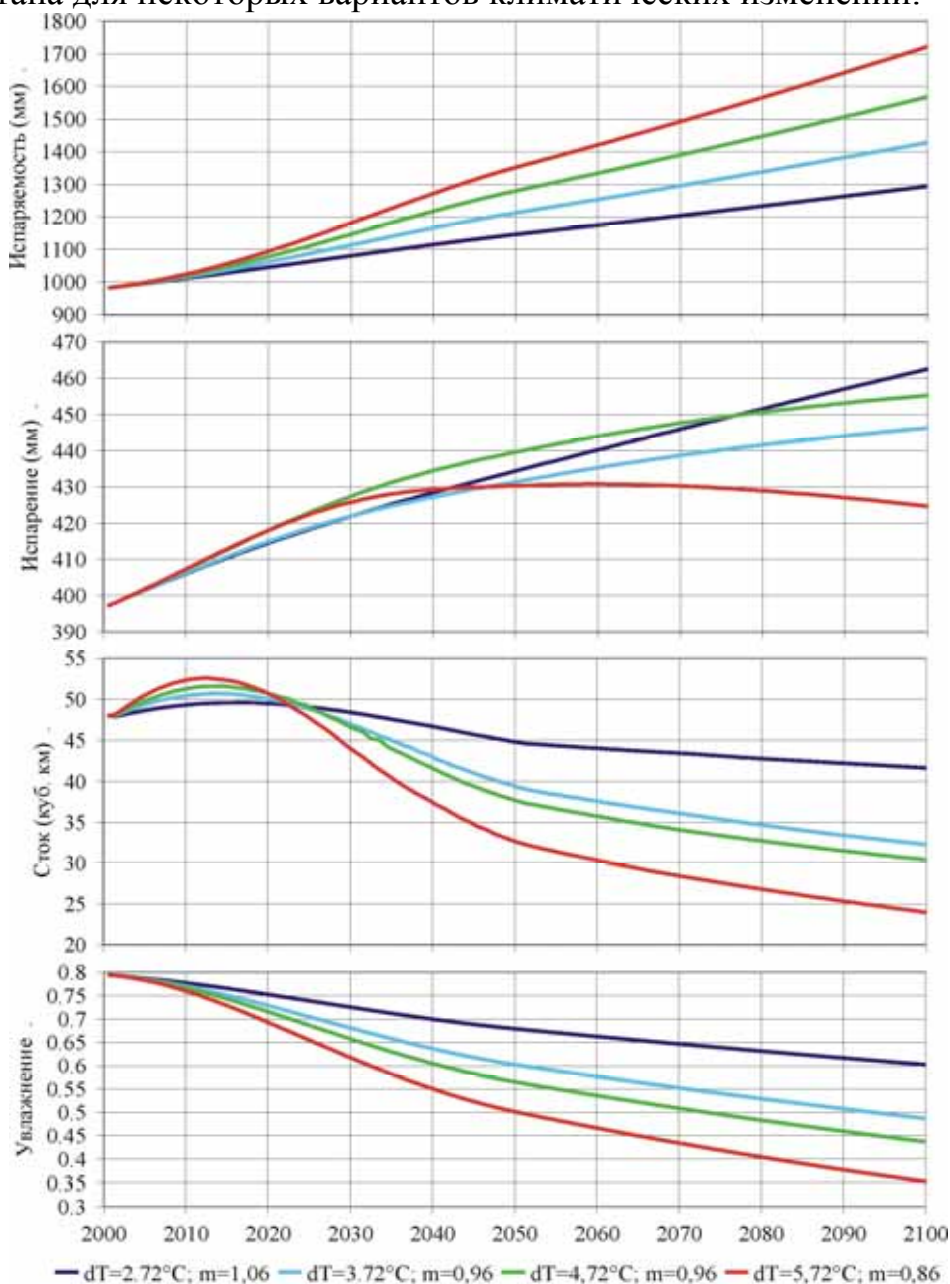


Рисунок 5.3 – Изменения во времени основных моделируемых характеристик для всего Кыргызстана для некоторых вариантов климатических изменений;  $dT$  - изменение среднегодовой температуры в  $^{\circ}C$ ,  $m$  – отношение годовой суммы осадков по отношению к базовому периоду.

Результаты расчетов показали, что ожидается существенное снижение поверхностного стока для всех наиболее вероятных климатических сценариев. При этом ожидается увеличение поверхностного стока в период до 2020 - 2025 гг. за счет увеличения ледниковой составляющей, далее ожидается уменьшение стока приблизительно до 42,4 – 20,4 км<sup>3</sup>, что составляет 43,6 – 88,4 % от объема стока в 2000 г. Уменьшение стока, после некоторого его

увеличения в начале XXI века, обусловлено, в первую очередь, увеличением испарения.

Для территории Узбекистана изменение климата, прогнозируемое на будущее, определяется заданными сценариями выбросов парниковых газов, состоянием глобальной климатической системы и моделями, в соответствии с которыми получен результат перспективной оценки стока. Воздействие изменений климата на сток меняется в зависимости от сценария и в значительной мере обусловлено различиями в ожидаемых по сценариям осадках. Учитывая высокую естественную изменчивость наблюдаемых осадков по станциям региона и отсутствие четких тенденций их изменения, а также некоторую сценарную неопределенность, оценочные расчеты стока проводились в двух вариантах:

- при условиях сценарного изменения осадков и температур;
- при условиях сценарного изменения температур и современных базовых нормах осадков.

В качестве методического подхода для оценки влияния климатических изменений на сток использовалась математическая модель формирования стока горных рек, практически реализованная в виде автоматизированной информационной системы гидрологических прогнозов и расчетов.

На рисунке 5.4 приведено в качестве примера сопоставление гидрографа стока реки Гавасай – п. Гава, рассчитанного по сценарию к 2030 и 2050 году со средними многолетними величинами.

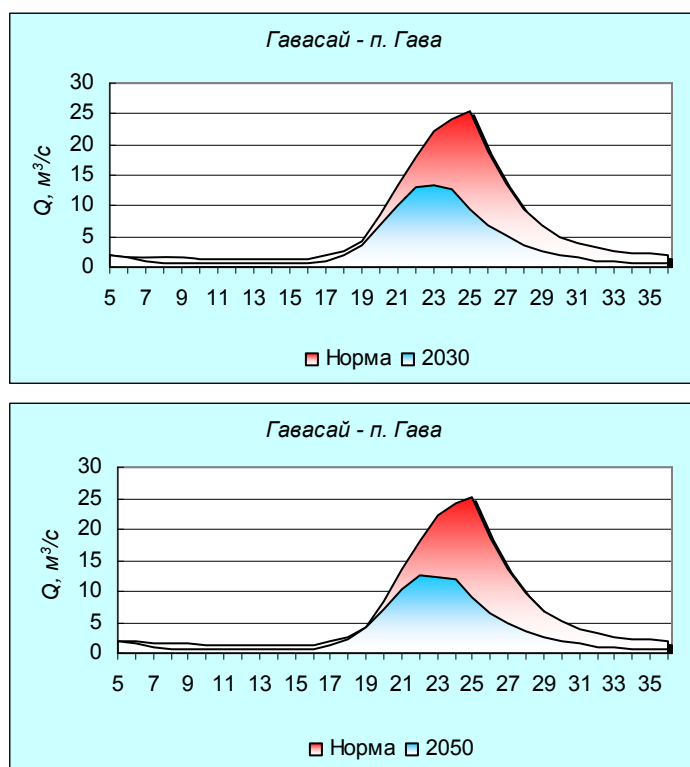


Рисунок 5.4 – Сопоставление гидрографа стока реки Гавасай – п. Гава, рассчитанного по сценарию к 2030 и 2050 году со средними многолетними величинами

Полученные оценки стока рек бассейна Аральского моря в пределах республики Узбекистан на базе новых сценариев климатических изменений показали, что:

- в случае реализации климатических сценариев, описывающих изменение осадков и температуры, в бассейне р. Сырдарья к 2030 г. существенных изменений ресурсов не произойдет. При реализации сценария В2 возможно некоторое увеличение стока в верховьях, а в целом, все отклонения будут лежать в пределах естественной изменчивости стока. В бассейне р. Амударья отмечается некоторая тенденция к сокращению стока;
- при реализации сценария повышения температуры воздуха при неизменном уровне осадков в бассейне р. Амударья уже к 2030 г. может наблюдаться сокращение водных ресурсов на 5-8 % от базовой нормы современного периода, а в бассейне р. Сырдарья существенных изменений ресурсов не произойдет, все отклонения будут лежать в пределах естественной изменчивости стока;
- без сценарного учета осадков изменение только температуры воздуха на долгосрочную перспективу (2050 г.) вероятно, приведет к сокращению стока рек Сырдарьи и Амударьи. Возможные сокращения стока этого периода для р. Сырдарья будут лежать в пределах 6-10 % от нормы, а для р. Амударья в пределах 10-15 %;
- аналогичная картина будет наблюдаться к 2050 г. в бассейне р. Амударья при условиях сценария А2, а в бассейне р.Сырдарья возможно сокращение стока на 2-5 % от базовой нормы современного периода.

Для территории Таджикистана, учитывая сценарии изменения температурного режима и влагообеспеченности, можно предположить следующую тенденцию изменения объема стока по основным рекам в зависимости от доли ледникового питания.

Произведенные расчеты показали, что по сравнению со значениями стока второй половины XX века к 2020 г. объем речного стока в бассейне р. Амударья сократится на 3 %, к 2035 г. – на 5 % и к 2050 г - на 6 %.

Увеличение стока за счет увеличения годового количества осадков на 14% (сценарий HadCM2) будет несущественным. Снижение к 2050 г общего объема годового стока реки Амударья на 6% представляется не существенным.

Учитывая сценарии изменения температурного режима и влагообеспеченности можно предположить следующую тенденцию изменения объема стока по основным рекам в зависимости от доли ледникового питания, представленную в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Сокращение ледникового и общего стока (в %) при потеплении до +2<sup>0</sup> С и в зависимости от доли ледникового питания рек (%)

Река - створ	Средний годовой объем стока в годы, км <sup>3</sup>			
	1990 г. (норма)	2020 г.	2035 г.	2050 г.
Кафирниган-к. Тартки	5,11	5,01	4,98	4,94
Вахш- Дарбанд	19,1	18,3	17,9	17,6
Пяндж-к.Н.Пяндж	31,9	30,7	30,2	29,7
Всего	56,1	54,0	53,1	52,2
Уменьшение за 1990-2050 г.	-	2,1	3,0	3,9
В % от нормы	-	3	5	6

Прогнозируемое потепление вызовет во внутригодовом режиме рек сдвиги характерных дат половодья: начало, его пика и продолжительности.

Как показали расчеты, наибольшие сдвиги во времени будут связаны с изменением дат начала и продолжительности половодья. Продолжительность половодья увеличится за счет повышения температурного фона перед началом и на спаде половодья:

- на реках ледниково-снегового питания на 30 - 50 дней;
- на реках снегово-ледникового питания на 15 - 20 дней;
- на реках снегового - дождевого питания на 8 - 10 дней.

Сдвиг пиков половодья на более ранние сроки так же различна:

- на реках ледниково-снегового питания на 15 - 25 дней;
- снего-ледникового – на 7 - 10 дней;
- снего-дождевого питания на 25 - 30 дней.

Таким образом, в результате предстоящих антропогенных изменений климата водные ресурсы северной равнинной части Центрально-Азиатского региона в первой половине XXI века будут уменьшаться до 2030 г. от 6 % до 10 %., а до 2050 г. - 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.

В горных районах сток до 2030 г. будет изменяться в пределах естественной изменчивости, а к 2050 г. возможно сокращение стока до 7-17 %.

Значительное влияние в изменении стока за первую половину XXI века будет оказывать деградация горного оледенения. Деградация горного оледенения, сформировавшегося до начала XVIII века – конца, так называемого Малого ледникового периода, характеризующегося пониженными температурами воздуха и повышенным количеством осадков во второй половине XX века – первой половине XXI века привела к увеличению речного стока на юге горных районов на 4 - 6 %, а на севере – в бассейне р. Нарын и реках бассейна оз. Балхаш на 10 – 15 %.

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.

В результате практически полной деградации горного оледенения ожидаемого гляциологами в последних десятилетиях XXI века водные ресурсы горных районов сократятся на 10 – 12 %. Деградация горного оледенения также приведет к увеличению межгодовой изменчивости стока и изменению его внутригодового распределения. По мере сокращения запаса воды в ледниках сток летнего периода июль – сентябрь будет сокращаться, а сток весенне-летнего периода будет увеличиваться.

Современные и будущие климатические изменения будут сопровождаться увеличением межгодовой изменчивости и приведут к увеличению повторяемости и глубины гидрологической засухи.

## **6 Анализ современных моделей изменения климата, наиболее подходящих для региона**

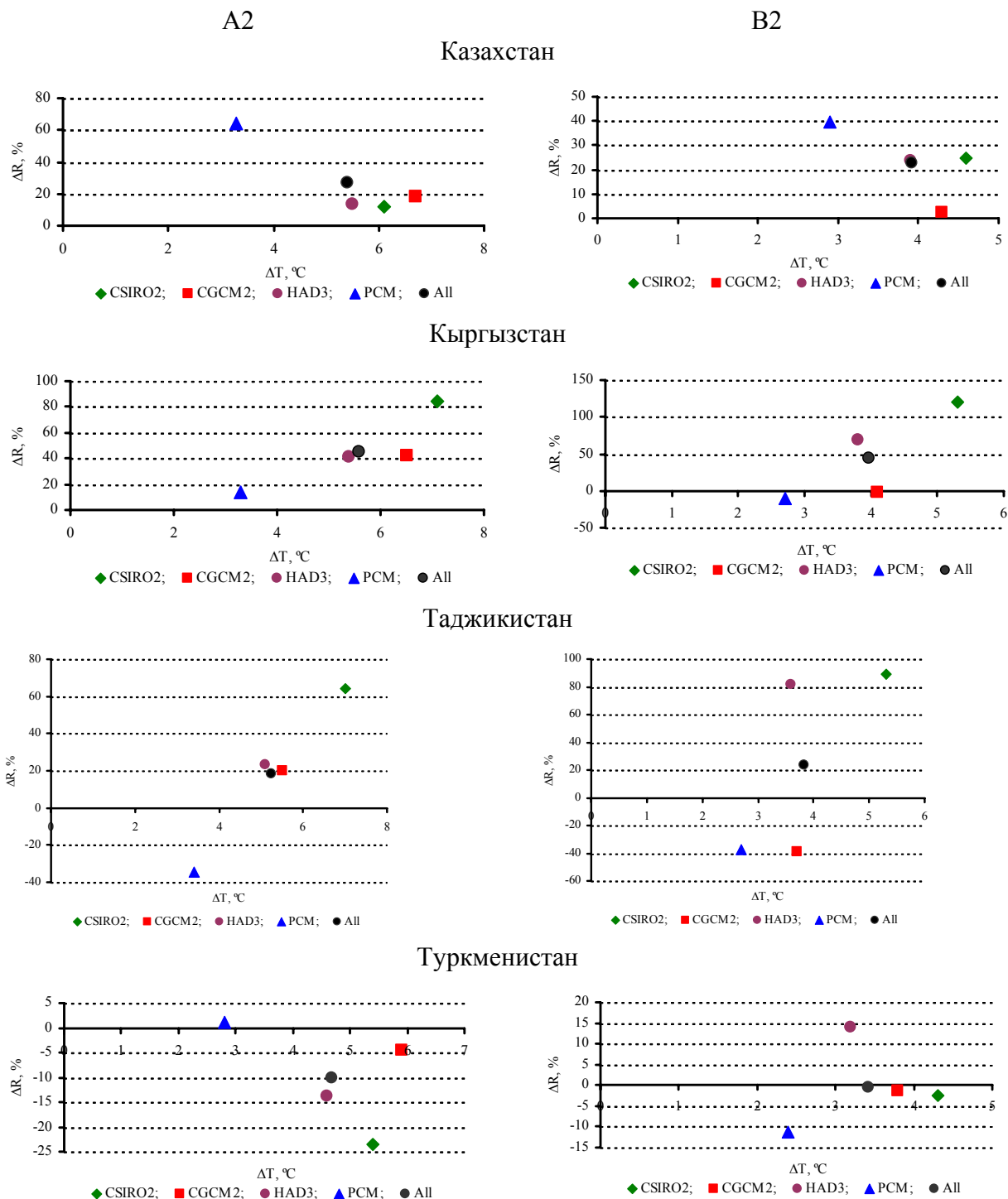
Для обобщения информации об изменении климата в странах Центральной Азии были использованы данные Тиндалл Центра (университет Восточной Англии). Расчёты об изменении температуры и осадков к концу XXI века (2071-2100 гг.) выполнены с учётом двух сценариев концентрации парниковых газов A2 и B2 по 4 глобальным климатическим моделям (модель CSIRO2 – Австралия; модель CGCM2 – Канада; модель HAD3 – Великобритания; модель PCM – США). Использованные модели одобрены Межправительственной группой экспертов по изменению климата.

По всем моделям и двум сценариям концентрации парниковых газов A2 и B2 к концу XXI века ожидается рост среднегодовой и сезонных температур в странах Центральной Азии (рисунок 6.1-6.5). Что касается осадков, то в летний период ожидается их уменьшение, а в зимний период – увеличение. В переходные сезоны года модели показывают неоднозначную тенденцию.

По сценарию A2 рост среднегодовой температуры воздуха относительно базового периода (1960-1990 гг.) к концу XXI века составит в среднем по всем моделям от 4,7 °С (Туркменистан) до 5,6 °С (Кыргызстан). В Казахстане в среднем по территории предел изменения среднегодовой температуры воздуха по разным моделям колеблется от 3,3 ÷ 6,7 °С, в Кыргызстане – 3,3 ÷ 7,1 °С, в Таджикистане –

3,4 ÷ 7,0 °С, в Туркменистане – 2,8 ÷ 5,9 °С, в Узбекистане – 3,0 ÷ 6,7 °С. Среднегодовое количество осадков увеличится во всех странах, кроме Туркменистана. В Кыргызстане в среднем по территории увеличение составит 46 %, в Казахстане – 27 %, в Таджикистане – 18 %, в Узбекистане – 7 % (рисунок 6.1).

По сценарию В2, который является более «мягким», изменения в значениях среднегодовых температур воздуха ожидаются меньше на 1-1,5 °С, чем по сценарию А2. А изменение количества осадков лежит в тех же пределах, что и по сценарию А2.





Узбекистан

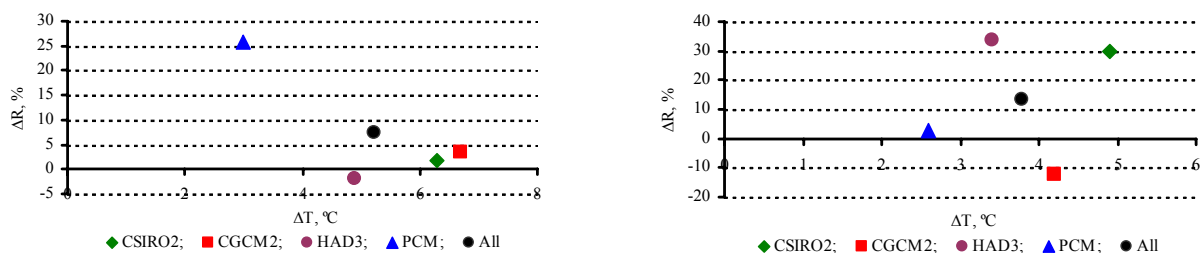
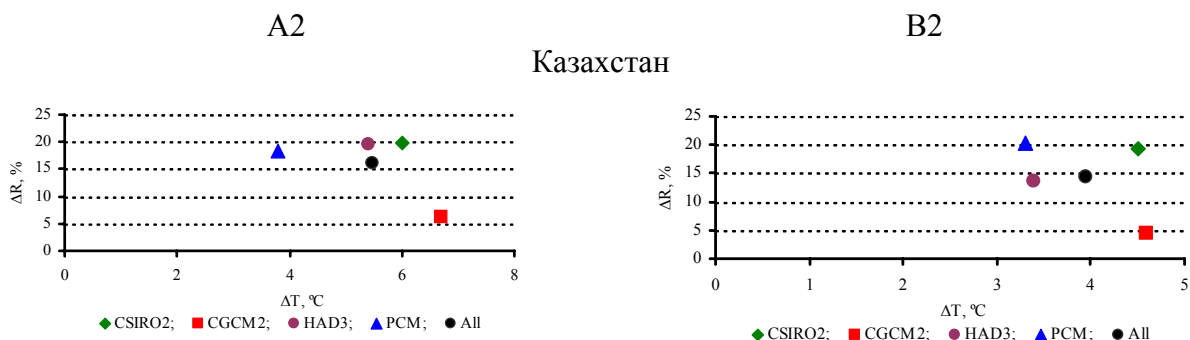


Рисунок 6.1 – Изменение среднегодовой температуры приземного воздуха ( $\Delta T$ ) и количества атмосферных осадков ( $\Delta R$ ) в странах Центральной Азии при изменении концентрации  $CO_2$  по сценарию A2 и B2 и по различным моделям общей циркуляции атмосферы и океана к концу XXI века

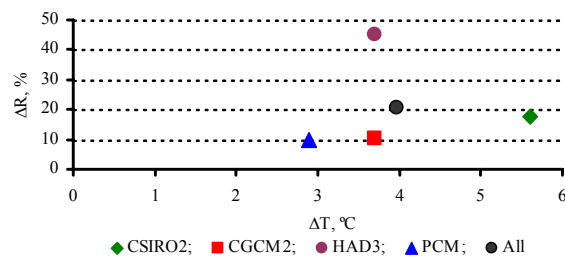
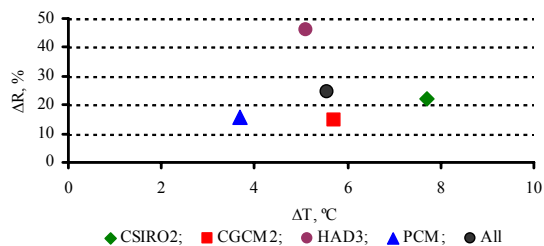
Ниже представлено изменение температуры воздуха и осадков по сезонам года.

**Зимний период.** По сценарию A2 изменение температуры воздуха за сезон зимы в Центральной Азии в среднем по всем моделям к концу XXI века составит от 4,1 °C (Туркменистан) до 5,6 °C (Кыргызстан). По разным моделям ожидаемый предел повышения среднесезонной температуры воздуха зимой в Казахстане составит 3,3 ÷ 6,7 °C, в Кыргызстане – 3,7 ÷ 7,7 °C, в Таджикистане – 3,6 ÷ 7,6 °C, в Туркменистане – 2,3 ÷ 5,8 °C, в Узбекистане – 2,7 ÷ 7,2 °C. Изменение количества осадков зимой на всей территории Центральной Азии имеет положительный знак. Наибольшее увеличение количества осадков ожидается в Таджикистане – на 29 %, а наименьшее – в Туркменистане, всего на 6 %. Модели дают разброс в изменении количества осадков: в Казахстане от 6 до 20 %, в Кыргызстане – от 15 до 46 %, в Таджикистане – от 16 до 53 %, в Туркменистане – от 3 до 10 %, в Узбекистане – от 3 до 14 % (рисунок 6.2).

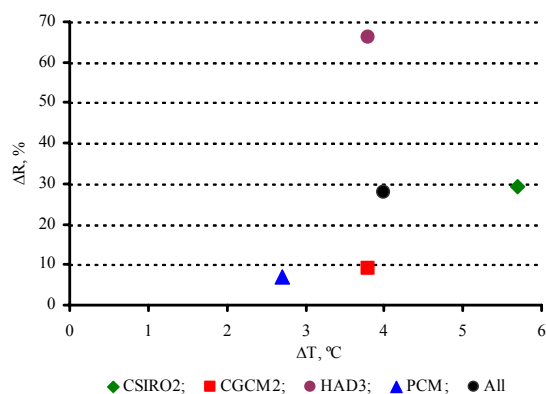
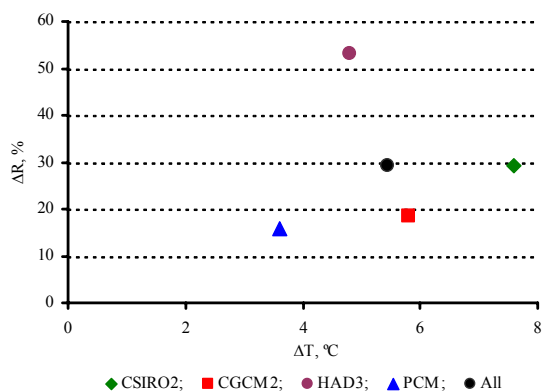
По сценарию B2 изменение температуры воздуха за сезон зимы в среднем по территории Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана составит 4,0 °C, в Туркменистане 3,0 °C, в Узбекистане 3,7 °C. При этом осадки в среднем увеличатся на 14 %, 21 %, 28 %, 5 %, 12 % соответственно.



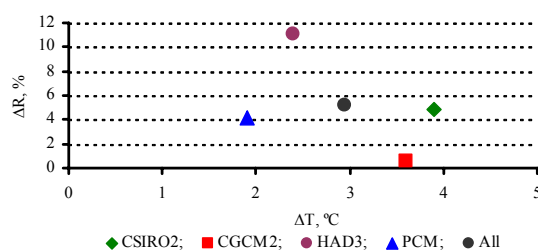
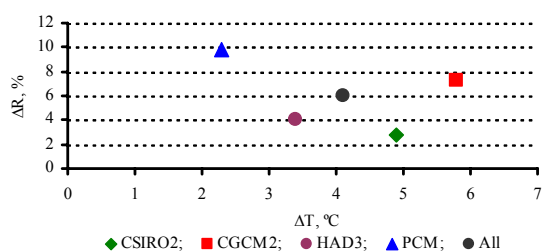
Кыргызстан



Таджикистан



Туркменистан



Узбекистан

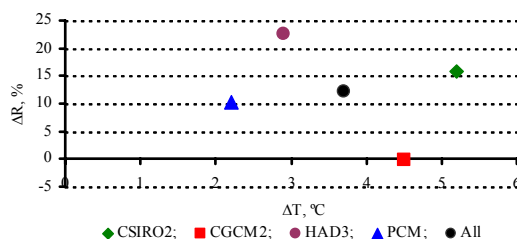
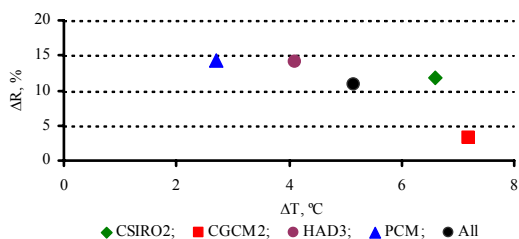


Рисунок 6.2 – Изменение температуры приземного воздуха ( $\Delta T$ ) и количества атмосферных осадков ( $\Delta R$ ) зимнего сезона в странах Центральной Азии при изменении концентрации  $CO_2$  по сценарию A2 и B2 и по различным моделям общей циркуляции атмосферы и океана к концу XXI века

**Летний период.** По сценарию A2 положительное изменение температуры воздуха летом ожидается по всем странам Центральной Азии, которое составит в среднем 5,1–5,5 °C. Осадки при этом уменьшаться в среднем на 4 - 21 %. Наибольшее уменьшение количества осадков летом прогнозируется в Таджикистане (рисунок 6.3).

По сценарию B2 летние температуры увеличатся в среднем на 3,8-4,0 °C, а осадки уменьшатся примерно на 10 % или останутся неизменными.

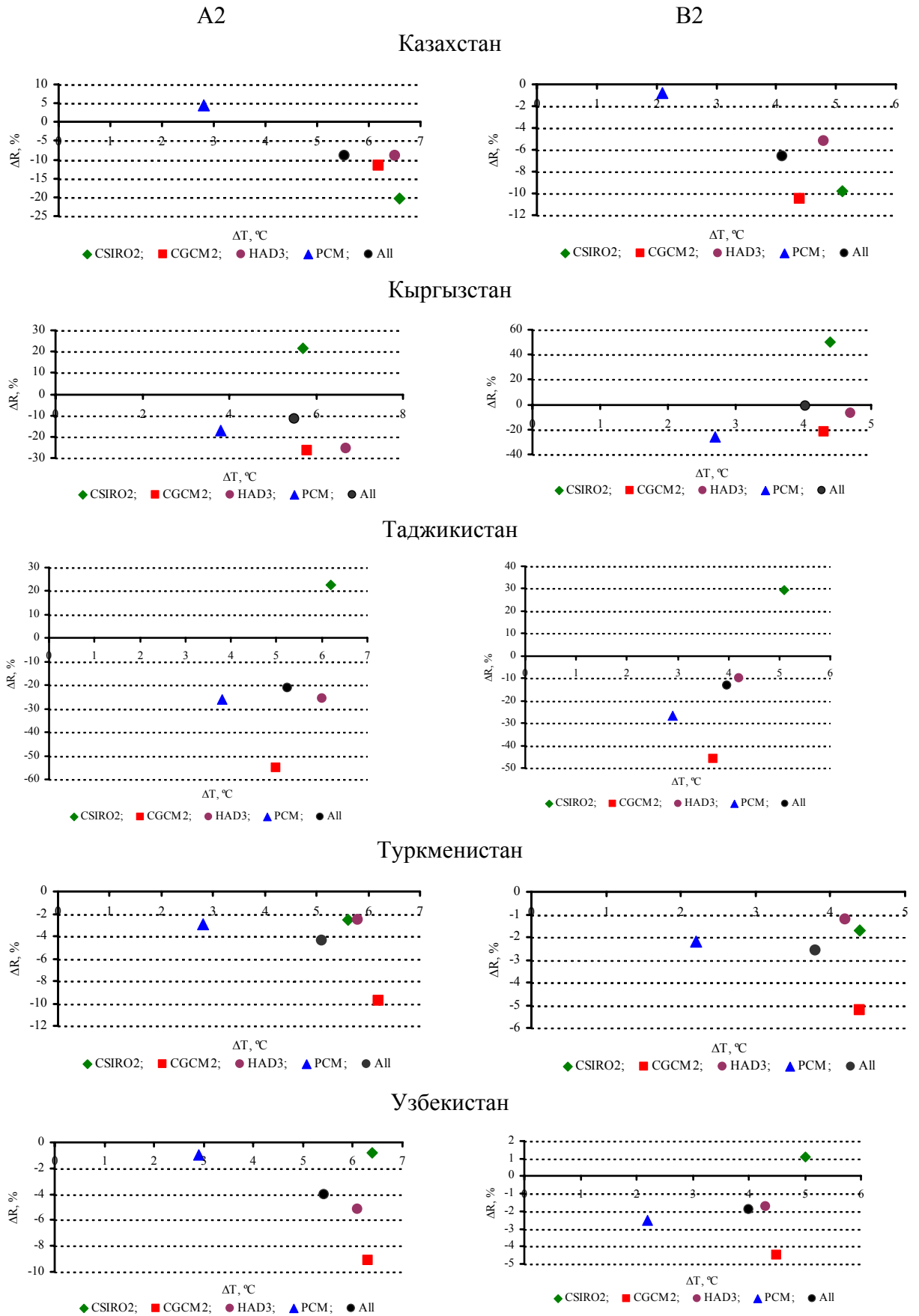
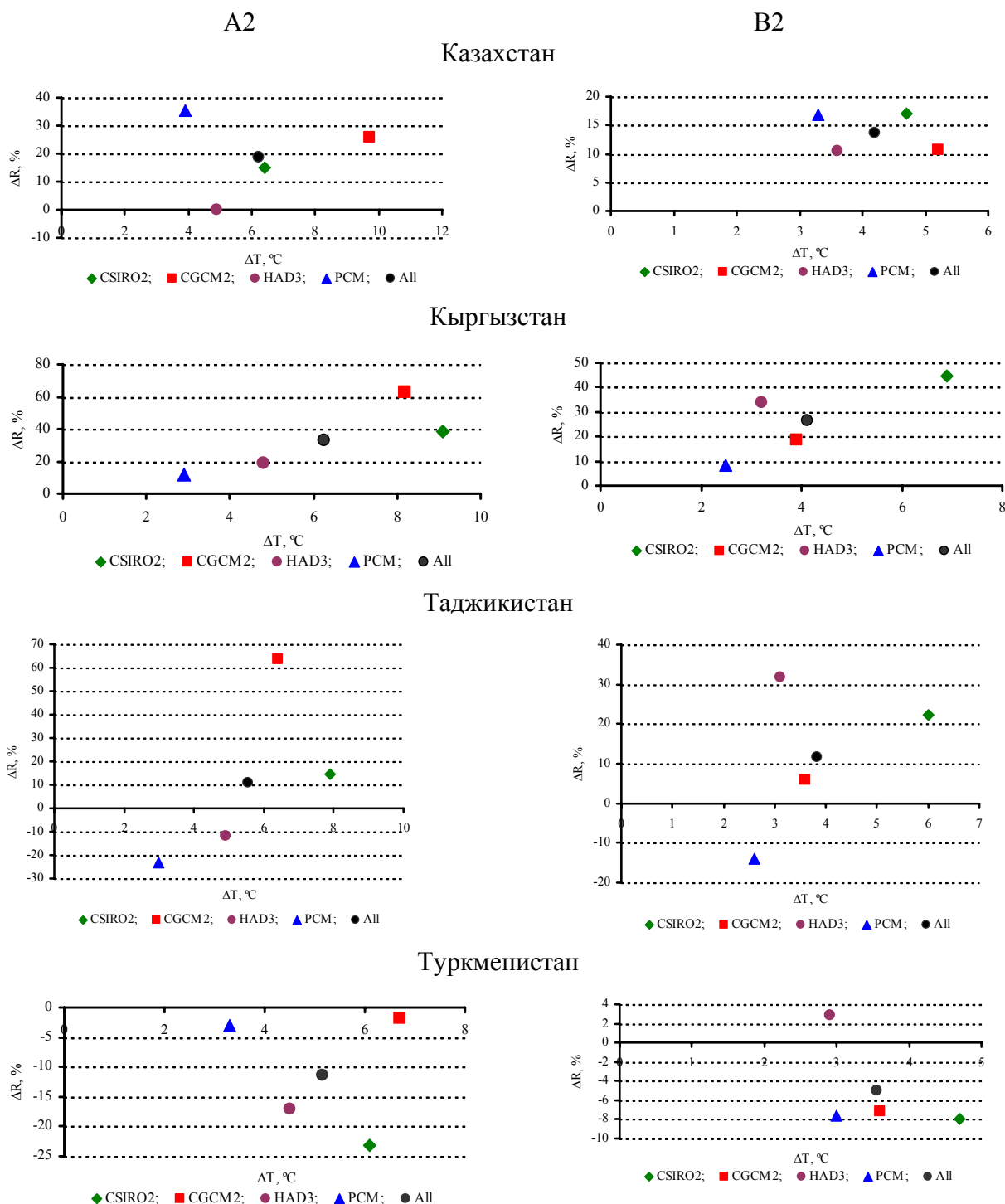


Рисунок 6.3 – Изменение температуры приземного воздуха ( $\Delta T$ ) и количества атмосферных осадков ( $\Delta R$ ) летнего сезона в странах Центральной Азии при изменении концентрации  $CO_2$  по сценарию A2 и B2 и по различным моделям общей циркуляции атмосферы и океана к концу XXI века

**Весенний период.** По сценарию А2 весенние температуры вырастут в Казахстане в среднем на 6,2 °С, в Кыргызстане – на 6,3 °С, в Таджикистане – на 5,6 °С, в Туркменистане – на 5,2 °С, в Узбекистане – на 5,8 °С. В Казахстане и Кыргызстане по всем моделям ожидается увеличение количества осадков на 19 и 33 % соответственно, а в Туркменистане их уменьшение на 11 %. В Таджикистане и Узбекистане тенденция неопределённая (рисунок 6.4).

По сценарию В2 весенние температуры вырастут в Казахстане в среднем на 4,2 °С, в Кыргызстане – на 4,1 °С, в Таджикистане – на 3,8 °С, в Туркменистане – на 3,6 °С, в Узбекистане – на 3,9 °С. Осадки изменятся в тех же пределах, что и по сценарию А2.



Узбекистан

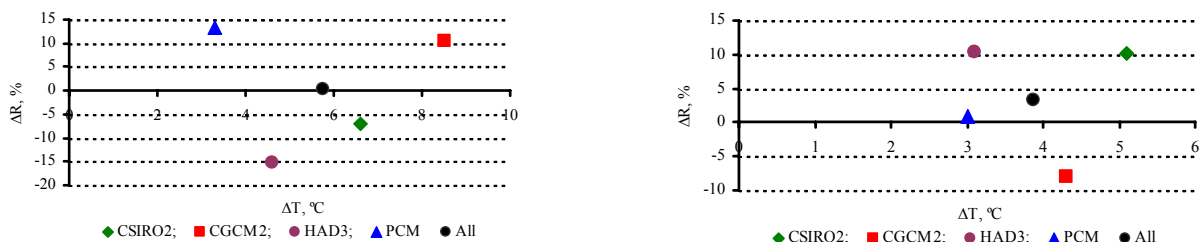
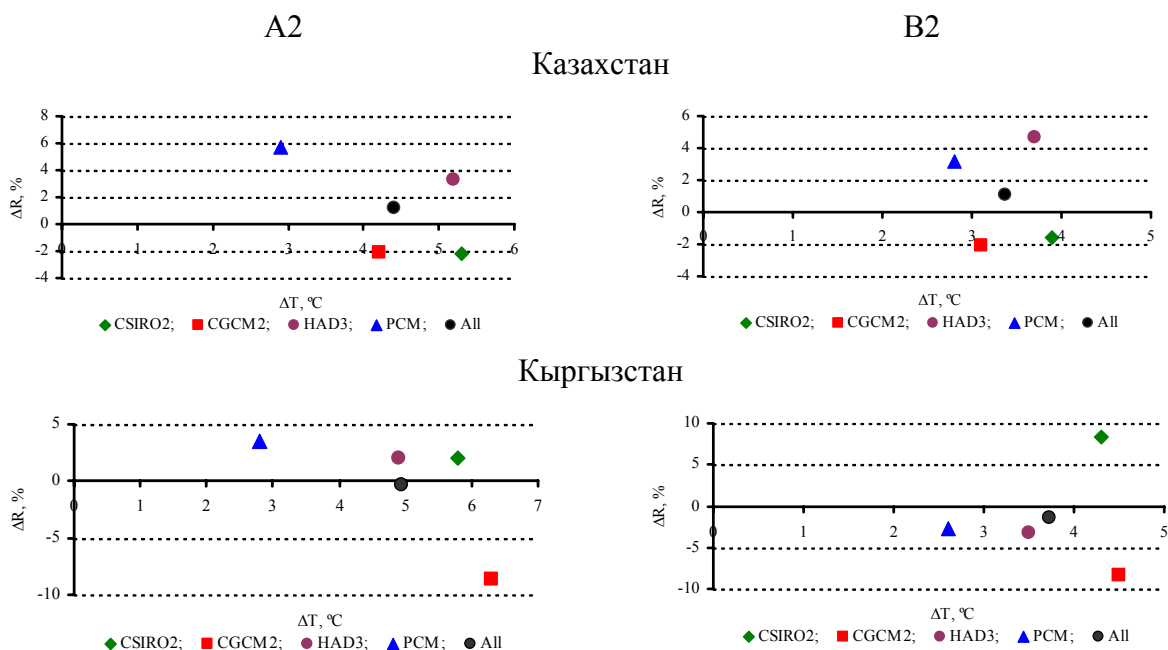


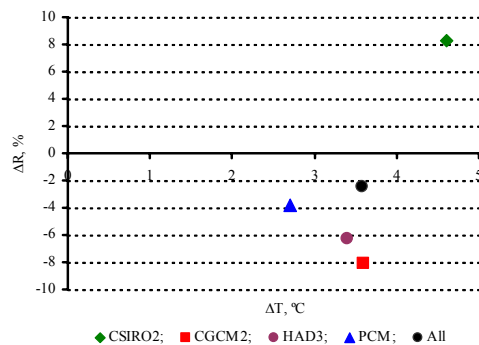
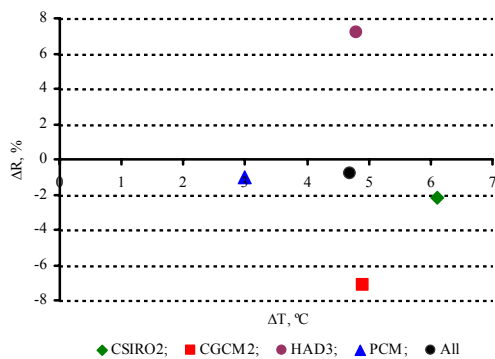
Рисунок 6.4 – Изменение температуры приземного воздуха ( $\Delta T$ ) и количества атмосферных осадков ( $\Delta R$ ) весеннего сезона в странах Центральной Азии при изменении концентрации  $CO_2$  по сценарию A2 и B2 и по различным моделям общей циркуляции атмосферы и океана к концу XXI века.

**Осенний период.** По сценарию A2 в среднем осенние температуры вырастут в Казахстане на  $4,4\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,9 \div +5,3\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Кыргызстане – на  $5,0\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,8 \div +6,3\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Таджикистане – на  $4,7\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+3,0 \div +6,1\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Туркменистане – на  $4,4\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,8 \div +5,1\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Узбекистане – на  $4,5\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,9 \div +5,4\text{ }^\circ\text{C}$ ). Тенденция изменения количества осадков по моделям неоднозначная, в Казахстане предел изменения от минус 2 до 6 %, в Кыргызстане – от -9 до 4 %, в Таджикистане – от -7 до 7 %, в Туркменистане – от -3 до 3 %, в Узбекистане – от -2 до 5 % (рисунок 6.5).

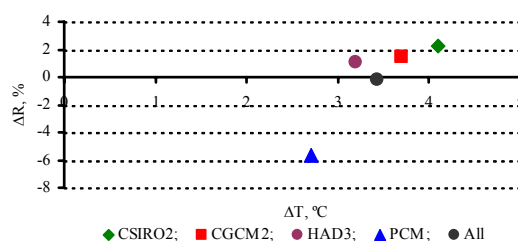
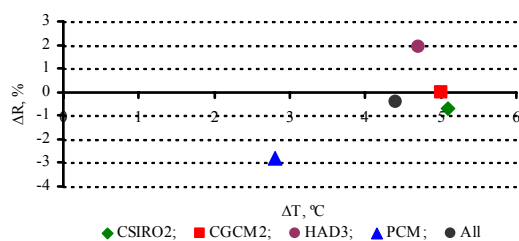
По сценарию B2 осенние температуры вырастут в среднем в Казахстане на  $3,4\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,8 \div +3,9\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Кыргызстане – на  $3,7\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,6 \div +4,5\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Таджикистане – на  $3,6\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,7 \div +4,6\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Туркменистане – на  $3,4\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,7 \div +4,1\text{ }^\circ\text{C}$ ), в Узбекистане – на  $3,5\text{ }^\circ\text{C}$  ( $+2,8 \div +4,2\text{ }^\circ\text{C}$ ). Изменение осадков ожидается в тех же пределах, что и по сценарию A2.



Таджикистан



Туркменистан



Узбекистан

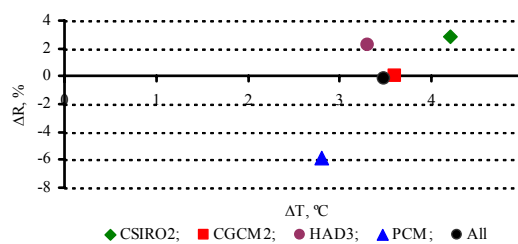
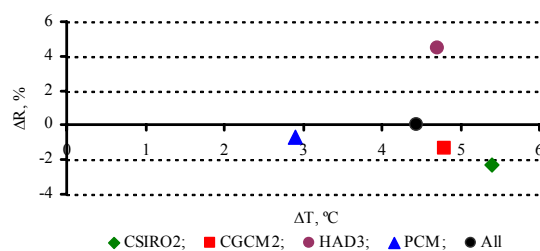


Рисунок 6.5 – Изменение температуры приземного воздуха ( $\Delta T$ ) и количества атмосферных осадков ( $\Delta R$ ) осенний сезон в странах Центральной Азии при изменении концентрации  $CO_2$  по сценарию A2 и B2 и по различным моделям общей циркуляции атмосферы и океана к концу XXI века

### 7 Выработка предложений по эффективному использованию водных ресурсов региона, включая вопросы освоения гидроэнергетического потенциала

Исходя из оценки уязвимости водных ресурсов вследствие возможного антропогенного изменения климата, исключительно важным является вопрос адаптации к этим изменениям в новых условиях. Меры по адаптации водных ресурсов в основном определяются спецификой водопотребления. Для всех республик южного региона основным сектором, потребляющим водные ресурсы, является сельское хозяйство, потребляющее до 90% водных ресурсов рек. При выборе мер по адаптации необходимо также учитывать, что кроме ожидаемого снижения поверхностного стока дополнительной проблемой, усиливающей негативный эффект от снижения поверхностного стока, являются экстремальные климатические явления, долгосрочный прогноз которых в настоящее время невозможен. Однако есть серьезные основания полагать, что наводнения будут более мощными и продолжительными, а засухи более частыми и длительными.

Фактически адаптационными являются действия по обязательному учету ожидаемых изменений климата при разработке различного рода перспективных планов, программ и т.д., как на национальном, так и на региональном уровне. Применительно к Кыргызстану и Таджикистану это касается также и планов развития гидроэнергетики.

Наиболее оптимальным подходом является разработка нескольких региональных пилотных проектов по адаптации с дальнейшим распространением действия для всего региона.

Адаптация к ожидаемым изменениям водных ресурсов должна иметь следующие приоритеты:

**на региональном уровне:**

1. наиболее радикальными адаптационными мерами могут быть проекты по переброске части стока внутри региона и сопредельных территорий;
2. приоритетными должны стать мероприятия, связанные с экономией воды и охраной окружающей среды;
3. для детальной оценки и управления водными ресурсами необходимо создание имитационной системы;

**на национальном уровне:**

4. внедрение водосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве, промышленном и коммунально-бытовом секторах.
5. для компенсации увеличения межгодовой изменчивости стока рек и его внутригодовых изменений, обусловленных деградацией горного оледенения, необходимо проектирование и строительство водохранилищ на реках, в основном сезонного регулирования, а также противопаводковых и противоселевых гидротехнических сооружений.

Учитывая выработанные приоритеты, а также многонациональность народов, проживающих в бассейнах крупнейших рек Сырдарья и Амударья, необходимо принять в перспективе следующие меры для управления жизненно важными водными ресурсами Центральной Азии. Ниже приведенные меры являются **общими для всего региона** и направленными на создание и развитие механизма сотрудничества между государствами на базе интегрированного подхода.

*Меры для поддержки развития секторов экономики, использующих водные ресурсы:*

- стратегическое развитие экономики с ориентацией на безводные и маловодные технологии;
- переход на водосберегающие технологии в орошаемом земледелии;
- увеличение доли использования подземных вод;

- регулирование поверхностного стока и создание запасов воды в водохранилищах;
- стимулирование водопользователей к более эффективному использованию имеющихся ресурсов за счет внедрения системы платного водопользования;
- переход к более засухоустойчивым сортам, культурам, более адаптированным к климатическим изменениям;
- строительство селезащитных, противопаводковых гидротехнических сооружений для уменьшения стихийных бедствий, связанных с водой;
- переброска части речного стока внутри регионов и за их пределы.

*Меры по ослаблению негативных последствий влияния уязвимости водных ресурсов на сектора экономики:*

- минимизация потерь воды путем эффективного управления и реконструкции ирригационных систем и систем водоснабжения;
- замена влаголюбивых сельскохозяйственных культур на орошаемых землях менее влаголюбивыми культурами;
- внедрение прогрессивных технологий в орошаемом земледелии;
- использование современных, более эффективных систем и режимов распределения воды для снижения потерь;
- внедрение маловодных технологий и систем оборотного водопользования на существующих промышленных предприятиях и в коммунальном хозяйстве;
- использование сточных вод;
- разработка схемы водно-энергетического обмена, при которой зимнее накопление воды в водохранилищах становилось бы, как минимум, не убыточным для государств верхнего течения, что позволит не расходовать воду в зимний период, а использовать её летом для орошения;
- проведение дноуглубительных работ, реконструкция пристаней и причалов на судоходных реках;
- замена имеющихся типов судов речного транспорта и рыболовного флота на суда с меньшей осадкой.

*Меры по оптимизации состояния водных экосистем и охране окружающей среды:*

- создание благоприятного водно-теплового режима для обитания и воспроизводства рыб и других живых организмов, регулирование их численности;



- химическая и биологическая очистка сточных вод;
- осуществление дополнительных мелиоративных, агролесомелиоративных и агротехнических мероприятий для обеспечения экологической безопасности;
- создание санитарных защитных зон вблизи поверхностных водоисточников и в местах забора подземных вод;
- жесткое ограничение хозяйственной деятельности в наиболее мало-водных районах и перенос ее на другие территории;
- научно-обоснованное природно-экологическое районирование территории для развития основных отраслей сельскохозяйственного производства;
- обязательная экологическая экспертиза новых проектов использования водных ресурсов.

*Меры по сокращению социальных потерь:*

- выдача компенсаций населению при его переселении из районов опустынивания при уменьшении ресурсов поверхностных вод;
- выделение средств на развитие инфраструктуры в новых районах поселений;
- импорт недостающих продовольственных и промышленных товаров в связи с невыгодным их производством в условиях возможного уменьшения водных ресурсов.

*Меры по повышению оперативности принятия решений:*

- совершенствование законодательных актов и заключение межгосударственных соглашений по регулированию водохозяйственных отношений с учетом предстоящих изменений водных ресурсов;
- укрепление материально-технической и правовой базы межгосударственных организаций;
- повышение заблаговременности и оправдываемости гидрологических прогнозов;
- разработка моделей и научно обоснованных рекомендаций, позволяющих правильно и быстро оценивать ситуации, возникающие при формировании и использовании водных ресурсов;
- подготовка необходимых служб к незамедлительному выполнению возможных решений;
- определение в изменившихся условиях ресурсов поверхностных вод и статистических характеристик речного стока для разработки Схем комплексного использования водных ресурсов и проектирования необходимых гидротехнических сооружений;

- совершенствование системы учета стока и развитие мониторинга водных ресурсов (национального и трансграничного); усиление гидрометеорологического мониторинга с целью учета и прогноза водных ресурсов, а также изменения водных ресурсов на перспективу с учетом глобального потепления климата;
- повышение знаний и навыков по устойчивому управлению водными ресурсами;
- развитие системы гидрологического прогнозирования;
- развитие системы раннего предупреждения гидрологической засухи;
- разработка согласованных механизмов комплексного управления водными ресурсами бассейна Аральского моря.

Выше предложенные меры позволят решить ряд проблем вододеления водных ресурсов бассейна Аральского моря на региональном уровне, когда одна республика находится в зоне формирования стока, а другие расположены в нижнем течении рек и испытывают острый дефицит воды.

Кроме перечисленных мер регионального значения, предлагаются мероприятия **национального аспекта**, касающихся Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана, подверженных в связи с изменением климата активизации селевой активности.

В условиях изменяющегося климата, когда селевая активность может возрасти в десятки раз, защита от селей приобретает общегосударственное значение. В зависимости от важности объекта, расположенного в селеопасной зоне, решения по обеспечению безопасности могут носить как политический, так и экономический характер. Примером политического решения проблемы защиты от селей г. Алматы может быть перенос города на север вплоть до Капшагайского водохранилища.

В ситуациях, когда в основу защиты от селей положен экономический фактор, проводятся противоселевые мероприятия: превентивные, организационно-хозяйственные и защитные. К мерам превентивного характера, призванным предотвратить или уменьшить ущерб, наносимый селями, относятся: предупреждение зарождения и развития озер, прорыв которых может привести к формированию селей; опорожнение селеопасных озер на моренно-ледниковых комплексах; мелиорация стартовых зон селей дождевого генезиса; фитомелиорация в средне- и низкогорной зонах; террасирование склонов в низкогорной зоне; создание емкостей для задержания селей и паводков, формирующихся в результате прорыва поверхностных и подземных водоемов моренно-ледниковых комплексов или выпадения ливневых осадков в жидком виде выше основных очагов селеформирования; активное воздействие на интенсивность, продолжительность и фазовый состав выпадающих осадков и т. д.

Организационно-хозяйственные мероприятия ставят своей целью ослабление селевой опасности с целью уменьшения возможного ущерба: ограничение хозяйственной деятельности в селеопасной зоне; сохранение растительного покрова на водосборах; рекультивация ландшафтов; безопасное размещение объектов рекреационного назначения и организация оповещения о селевой опасности; пропаганда поведения населения в селеопасной зоне и т. д.

Защитные мероприятия, прежде всего гидротехнические, обеспечивают сохранность объектов, которым угрожают сели, путем: задержания селей; пропуска селей через защищаемую территорию; отвода селей от защищаемых объектов и т.д. К настоящему времени общепринятых методов борьбы с селевыми явлениями, прошедших проверку временем, не существует. Достоверно лишь установлено, что мероприятия превентивного характера не гарантируют полной защиты, в связи с чем, строительство селеуловителей (селехранилищ) в горных долинах остается необходимым элементом обеспечения безопасности. Если уровень урбанизации конуса выноса невелик, а стоимость превентивных мероприятий значительно превышает стоимость защищаемых объектов и земель, изымаемых с целью обеспечения безопасности, целесообразен пропуск селей через защищаемую территорию или использование конуса выноса для отложения селей в его пределах.

Катастрофические сели, зарождающиеся в высокогорной зоне, наносят ущерб объектам, расположенным в долинах и на конусах выноса горных рек, поэтому для каждого селевого бассейна должна разрабатываться индивидуальная стратегия защиты.

**Предварительная оценка гидроэнергopotенциала.** Проблема развития энергетического сектора Кыргызстана и Таджикистана требует безотлагательного проведения дополнительных исследований для получения достаточно обоснованных оценок гидроэнергетического потенциала республики в будущем без нанесения ущерба странам, расположенным в среднем и нижнем течении рек Амударья и Сырдарья.

Основополагающие меры и основные положения, касающиеся вопросов эффективного использования водных ресурсов, нашли свое отражение в ряде приведенных ниже международных документов и соглашений (Приложение 1).

Водные отношения стран Центральной Азии регулируются несколькими основными соглашениями, правомочность которых признана Главами Центрально-Азиатских государств.

Соглашение между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления и охраны водных ресурсов межгосударственных источников от 18 февраля 1992 года (г. Алма-Ата).

Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан об

использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарьи от 17 марта 1998 года (г. Бишкек).

В соответствии с Соглашением 1992 года в регионе работают Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия ЦА (МКВК) и ее исполнительные органы - бассейновые водохозяйственные объединения (БВО) «Сырдарья» и «Амударья».

26 марта 1993 года на своей встрече в г. Кзыл-Орде Главы государств еще раз акцентировали внимание на межгосударственных водных отношениях и подписали документ о создании Международного Фонда спасения Арала (МФСА), а также соглашение «О совместных действиях по решению проблемы Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона». Эти документы закрепили видение общих задач региона и определили структуру межгосударственных органов, уполномоченных осуществлять поставленные данным соглашением задачи.

11 января 1994 года в Нукусе было принято решение Глав государств Центральной Азии об утверждении «Программы конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря на ближайшие 3-5 лет с учетом социально-экономического развития региона» и одобрении «Основных положений Концепции по решению проблем Арала, Приаралья и бассейна Аральского моря».

В рамках Международной конференции ООН по устойчивому развитию государств бассейна Аральского моря, проходившей 20 сентября 1995 года в г. Нукусе, Главами государств ЦА была подписана «Нукуская декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблеме устойчивого развития бассейна Аральского моря». В ней Главы Центрально-Азиатских государств подтвердили, что признают ранее подписанные и действующие соглашения, договора и другие нормативные акты, регулирующие взаимоотношения между ними по водным ресурсам в бассейне Арала и принимают их к неуклонному исполнению. Декларация содержит также обращение к международному сообществу, к правительствам государств и народам всего мира с призывом помочь в решении проблем устойчивого развития и оздоровления экологической ситуации в регионе.

## **Выводы**

1. Интенсивное потепление климата отмечается во всей Центральной Азии. Перспективная оценка водных ресурсов рек в связи с изменением климата показала, что ни один из рассмотренных климатических сценариев, отражающих потепление, не предполагает увеличения имеющихся водных ресурсов. Полученные расчеты показали, к 2050 г. объем речного стока в

бассейне р. Амударья сократится на 10-15 % и р. Сырдарья на 6-10% (рисунок В1)



Рисунок В1 – Воздействие изменения климата на сток рек Центральной Азии

Существенное сокращение водных ресурсов возможно на уровне 2050 года. Однако спрос на воду уже сейчас растет быстрее и приходит в несоответствие с ее располагаемыми ресурсами. Ожидаемый рост водопотребления для обеспечения жизненных потребностей растущего населения, хозяйственной деятельности будет оказывать нарастающее давление на сток рек, глобальный климат и влагооборот, а проблемы дефицита водных ресурсов в засушливых и полузасушливых регионах Узбекистана будут становиться все более критическими.

2. Водные ресурсы рек все в большей степени являются ключевым ограничивающим фактором при производстве продовольствия, эквивалентным, если не более значимым, чем дефицит земельных ресурсов. Орошаемое земледелие уже потребляет более 93 % всего водозабора и спрос на воду будет возрастать для обеспечения продовольственной безопасности быстро растущего населения. Поэтому, на среднесрочную перспективу серьезные конфликты интересов будут возникать при распределении воды между орошаемым земледелием и другими секторами экономики, а также на местном уровне, особенно в связи с потеплением климата.

3. Сегодня страны Центральной Азии сталкиваются с необходимостью поиска путей решения, минимизации и по возможности предотвращения водных проблем, связанных с недостатком воды, изменением водного режима рек, загрязнением и истощением водных источников. В современных условиях и перспективе дефицит водных ресурсов является одним из главных факторов ограничивающих развитие стран. Повышение эффективности водопользования, водосбережение и управление спросом на воду, основанное на справедливом ее распределении, достижение компромиссов между инте-

ресами представителей верхнего и нижнего течения рек, потребностями водопотребителей и экосистем является жизненно важной проблемой для государств Аральского бассейна.

4. Внедрение интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) на национальном и региональном уровнях будет способствовать водосбережению, укреплению межгосударственного сотрудничества в области использования водно - энергетических ресурсов, исходя из принципов единства водных ресурсов. Развитие и реализация основных инструментов ИУВР, таких как:

- механизмы управления распределением водных ресурсов;
- механизмы управления водопользованием и спросом на воду;
- механизмы управления окружающей средой, включая механизмы управления качеством воды;
- механизмы управления кризисными ситуациями;

обеспечат надежное и жизнеспособное национальное и региональное управление водными ресурсами в условиях современных и будущих климатических изменений.

5. Важной задачей является урегулирование конфликтов между экологическими требованиями на воду и орошаемым земледелием, которое возможно путем закрепления требований к регулированию экологических попусков, охране окружающей среды региона национальным и межгосударственным законодательством.

6. Природная неравномерность распределения водных ресурсов в регионе приводит к прямо противоположным подходам в отношении режима использования гидротехнических сооружений, воздвигнутых в верховьях рр. Сырдарья и Амударья. Конфликт интересов стран, расположенных в верховьях и низовьях трансграничных рек, должен быть устранен на основе взаимовыгодного сотрудничества и взвешенного подхода к реализации проектов, изменяющих сложившийся баланс водопотребления из трансграничных рек с учетом международных норм и правил.

7. Впервые полученные в настоящем сводном докладе оценки уязвимости водных ресурсов в результате ожидаемых климатических изменений являются базовым материалом для следующего этапа исследований, направленных на выработку стратегии и адаптационных мер на региональном уровне.

8. Доклад будет использован МФСА при подготовке третьего издания Всемирного отчета о водных ресурсах (World Water Development Report) в соответствии с Всемирной Программой по оценке водных ресурсов World Water Assessment Program (WWAP).

### Использованные источники

1. Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н. Комплексный подход к оценке уязвимости водных ресурсов в условиях изменения климата.– Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 5, Ташкент, САНИГМИ, 2002, с. 26-35.
2. Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н. Оценка уязвимости стока рек бассейна Аральского моря от возможных воздействий изменения климата.– Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Бюллетень №3, Ташкент, САНИГМИ, 1999, с. 36-45.
3. Агальцева Н.А., Пак А.В. Оценка влияния климатических изменений на водные ресурсы рек бассейна Аральского моря // Климатические сценарии, оценка воздействий изменения климата. – Бюллетень № 6. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – С. 44-51.
4. Баймагамбетов Б.О., Никифорова Л.Н., Попова В.П. Зимнее половодье на р. Сырдарья. Способы сокращения ущерба./ Сборник докладов Международной конференции «Управление водно-ресурсными системами в экстремальных условиях». Москва, 2008, с 68-72.
5. Баймолдаев Т., Виноходов В. Казселезащита – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Бастау, 2007. – 284 с.
6. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М. Модель поступления воды на поверхность горного бассейна и некоторые результаты ее проверки на бассейнах рек Западного Тянь-Шаня // Тр. САНИГМИ. – 1970. – Вып. 52 (67). – С. 3-20.
7. Важнов А.Н. Анализ и прогноз стока рек Кавказа. – М.: Гидрометеиздат, 1966. – 274 с.
8. Виноградов Ю.Б. Вопросы гидрологии дождевых паводков на малых водосборах Средней Азии и Южного Казахстана. // Тр. КазНИГМИ. – 1967. – Вып. 28. – 262 с.
9. Второе Национальное Сообщение Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции об Изменении Климата.- Ташкент, 2008,198 с.
10. Второе национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2008.
11. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.-Душанбе, 2008.
12. Второе национальное сообщение Республики Казахстан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Алматы, 2008.
13. Голубцов В.В. О построении математической модели формирования стока в горном бассейне. // Тр. КазНИГМИ. – 1975. – Вып. 48. – С. 3-25.
14. Голубцов В.В., Ли В.И., Строева Т.П. Математическое моделирование процессов формирования стока горных рек в условиях ограниченной информации. / Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. – 1989. – Т.6. – С. 374-382.

15. Голубцов В.В., Ли В.И. Оценка влияния деградации горного оледенения на водные ресурсы бассейна озера Балхаш // VI Всероссийский гидрологический съезд, Тезисы докладов, Секция 3. Гидрометеоздат, С-Петербург, 2004, с. 242-243.
16. Голубцов В.В. Изменение водных ресурсов и режима рек в результате деградации оледенения в их бассейнах. - Гидрометеорология и экология, №1, 2008, С. 47 – 62.
17. Глазырин Г.Е., Щетинников А.С. «Состояние оледенения Гиссаро-Алая в последние десятилетия и возможная его динамика в связи с будущими изменениями климата» - МГИ, вып.90, 2001, с.126-129
18. Глазырин Г.Е., Щетинников А.С. Современное и возможное будущее изменение оледенения западного Тянь-Шаня. – Труды САНИГМИ, 2001, вып.161(242), с.5-14.
19. Долгих С.А., Смирнова Е.Ю., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №1. – С. 7-20.
20. Денисов Ю.М., Агальцева Н.А., Пак А.В. Автоматизированные методы прогнозов стока горных рек Средней Азии. Ташкент, САНИГМИ, 2000, - 160 с.
21. Духовный В.А., Соколов В.И. Интегрированное управление водными ресурсами. Опыт и уроки Центральной Азии навстречу четвертому Водному Форуму, 2005.
22. Духовный В.А. МКВК достижения и вызовы будущего: водное сотрудничество на пути к устойчивому развитию. - Ташкент, 2007. - 38 с.
23. Изменение климата. Обобщенный доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в подготовку третьего доклада МГЭИК. Под редакцией Т. Уотсона. Женева, 2003.
24. Изменение климата-2007: научно-физическая основа, Четвертый доклад МГЭИК по изменению климата. – Женева, 2007. – 164 с.
25. Комаров В.Д. Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР, условия его формирования и методы прогноза. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 295 с.
26. Кривошей М.И., Гронская Т.П. Водный баланс озера Иссык-Куль // Проблемы исследования крупных озер СССР. - Л.: Наука, 1986. -с. 276-280.
27. Ли В.И., Попова В.П. Оценка уязвимости водных ресурсов Казахстана при антропогенном изменении климата в первой половине 21 века. - Гидрометеорология и экология, №1, 2008, С. 27-46.
28. Ли В.И., Попова В.П. Оценка влияния изменений климата на годовой сток основных рек Казахстана в 20 и начале 21 веков. - Гидрометеорология и экология, №1, 2008, С. 63-75.
29. Никитин А.М. Морфометрия и морфология озер Средней Азии //Труды САНИГМИН. — 1977. — Вып. 50(131).—С.4—21.
30. Обобщенный доклад МГЭИК об изменении климата. Женева, 2001, - 220 с.



31. Попов Е.Г. Вопросы теории и практики прогнозов речного стока. – М.: Гидрометеиздат, 1963. – 395 с.
32. Первое национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2003.
33. Первое национальное сообщение Республики Туркменистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. - Ашхабад, 2003.
34. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 14. Вып. 1.2. Киргизия.— Л.: Гидрометеиздат, 1969,1977,1979,1987.
35. Ресурсы поверхностных вод СССР: Монография. — Т. 14. — Вып.2. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. Под ред. Большакова М.Н. — Л.: Гидрометеиздат, 1973.— 307с.
36. Ресурсы поверхностных вод СССР: Монография.— Т.14. Вып. 1. — Бассейн р. Сыр-Дарья / Под. ред. Ильина И.А. —Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 437 с.
37. Романовский В.В. Озеро Иссык-Куль как природный комплекс. Фрунзе: Илим, 1990, с.168.
38. Смирнова Н.П. Современное состояние исследований водного баланса озера// Озеро Иссык-Куль и тенденции его природного развития. -Л.: Наука, 1986, с.69-78.
39. Спекторман Т.Ю., Петрова Е.В. Климатические сценарии дл территории Узбекистана//Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 6. – Ташкент: НИГМИ, 2002
40. Спекторман Т.Ю. Методика построения сценария изменения климата по территории Узбекистана с использованием концепции “идеального прогноза”//Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002.
41. Степанов Б.С. Глобальное потепление и селевая активность / Сборник научных трудов Министерства охраны окружающей среды РК «Научно-прикладные исследования в области охраны окружающей среды». – Т.1. – Алматы: ЦОЗиЭП, 2006. – С. 41-50.
42. Степанов Б.С., Степанова Т.С., Яфязова Р.К. Селевая опасность и устойчивое развитие горных и предгорных районов Прибалхашья / Международный экологический форум «Балхаш-2000» по проблемам устойчивого развития Или-Балхашского бассейна. - Алматы, 2000. - Вып.1. - С. 447-450.
43. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Концепция защиты от селей г. Алматы в условиях изменяющегося климата // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 1. – С. 67-79.
44. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Климат и ландшафты центральной части северного склона Заилийского Алатау / Современные проблемы геоэкологии и созологии. - Алматы, 2001. - С. 138-142.
45. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. О роли гляциальных селей в выносе наносов из верхнего яруса накопления северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2003. - № 4. – С. 81-87.

46. Узбекистан в цифрах 2006, Госкомстат Узбекистана, Ташкент, 2007.
47. Хамраев Н.Р. Водосбережение и водообеспечение устойчивого развития засушливых территорий. - Ташкент: Чинор, 2000. - 88 с.
48. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент: НИГМИ, «VORIS-NASHRIOT», 2007. – 134 с.
49. Шнитников А.В. Иссык-Куль (природа, охрана и перспективы использования озера). Фрунзе: Илим, 1979, с. 196.
50. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.
51. Jouzel, J., Lorius, C., Petit, J.R., Barkov, N.I. & Kotlyakov, V.M. 1994. Vostok isotopic temperature record. In T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski & F.W. Stoss (eds.), *Trends '93: A Compendium of Data on Global Change*: 590–602. ORNL/CDIAC–65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.
52. Golubtsov V.V., Lee V.I., Skotselyas I.I. Anthropogenic Climate Change and Reduction of Water Resources; Adaptation Issues Related to the Economy in Kazakhstan. \ \ Adapting to Climate Change. Assessments and Issues. An International Perspective Springer - Verlage, New York, 1996, p. 225-231.
53. Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments: MAGICC and SCENGEN. Version 2.4, Workbook, Climatic Research Unit, Norwich, UK, May 2000. - 52 pp.
54. M. Parry. Scenarios for climate impact and adaptation assessment. // *Global Environmental Change*, Vol. 12, № 2, October 2002, p.149-143.
55. Skotselyas I.I., Golubtsov V.V., Lee V.I. Possible changes of surface water resources of Kazakhstan in XXI century \ \ Water: a looming crisis? International Conference on World Water Resources at the beginning of the 21 st Century (UNESCO, Paris, 3-6 June 1998. IHP-V | Technical Documents in Hydrology | No 18 UNESCO, Paris, 1998, p.315-320
56. Yafyazova R.K. 2003. Influence of climate change on mudflow activity on the northern slope of the Zailiysky Alatau Mountains, Kazakhstan. Proceedings of the Third International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Davos, Switzerland, September 10-12, 2003, pp. 199-204.

## Приложение 1

вариант №12 апрель 2008 г. г. Ташкент  
проект АБР RETA 6163

### **СОГЛАШЕНИЕ** **между Правительством Республики Казахстан, Правительством** **Кыргызской Республики, Правительством Республики Таджикистан и** **Правительством Республики Узбекистан** **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ** **БАСЕЙНА РЕКИ СЫРДАРЬЯ**

#### **Преамбула**

Правительство Республики Казахстан, Правительство Кыргызской Республики, Правительство Республики Таджикистан и Правительство Республики Узбекистан, именуемые в дальнейшем Стороны,

движимые искренним духом добрососедства и сотрудничества;

развивая положения Соглашения между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики, Правительством Республики Таджикистан и Правительством Республики Узбекистан «Об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья» от 17 марта 1998 года;

признавая, что Стороны стремятся обеспечить согласованный порядок использования водных и энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья, для социально-экономического развития своих стран и благосостояния людей;

отмечая, что бассейн реки Сырдарья располагает водными и энергетическими ресурсами, способными содействовать экономическому росту стран региона;

имея общее желание найти наиболее справедливое и взаимоприемлемое решение в использовании водных и энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья с учетом проблем Аральского моря;

признавая, что согласованный режим эксплуатации Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ путем многолетнего регулирования стока и противопаводковых мероприятий позволяет создать гарантированное обеспечение водой и взаимные выгоды в орошаемом земледелии и производства электроэнергии;

принимая во внимание, что совместное и комплексное использование водных и энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья необходимо осуществлять на основе Корректирующей записки к «Уточненной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Сырдарья», утвержденной Протоколом №413 Научно-технического совета Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР от 29 февраля 1984 года;

согласились о нижеследующем:

#### **Статья 1 Терминология**

1. «БВО «Сырдарья» - Бассейновое водохозяйственное объединение «Сырдарья», в рамках настоящего Соглашения - исполнительный орган МКВК Центральной Азии.
2. «Боковая приточность» - приток в реку с части водосбора, заключенного между двумя створами; представляет собой сумму величин: устьевые сбросы боковых притоков; коллекторно-дренажные воды, поступающие в основной ствол на рассматриваемом участке; подземная составляющая, выклинивающаяся в русло реки.
3. «Вегетационный период» - период с 1 апреля до по 30 сентября календарного года.

4. «Водохозяйственные и другие объекты межгосударственного значения» - объекты, которые включены в реестр по согласованию Сторон.
5. «Освоение крупных массивов орошаемых земель» - освоение новых земель сверх площадей и лимитов во до деления, предусмотренных уточненной Схемой Сырдарьи (1984 год).
6. «Межвегетационный период» - период с 1 октября текущего года по 31 марта следующего года.
7. «Нарын-Сырдарьинский каскад водохранилищ» - совокупность водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования в бассейне реки Сырдарья - Токтогульское, Андижанское, Кайраккумское, Чарвакское и Шардаринское.
8. «Санитарный попуск» - минимально допустимый сток воды в водном объекте, способный обеспечивать сохранение водной экосистемы, не нанося ей значительного ущерба.
9. Координационный Диспетчерский Центр «Энергия» - организация, осуществляющая координацию и диспетчеризацию оперативно-технологической деятельности энергосистем Центральной Азии и южной части Казахстана.

## **Статья 2. Предмет Соглашения**

Предметом настоящего Соглашения является регулирование межгосударственных отношений в сфере использования водных и энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарьи.

## **Статья 3. Цель Соглашения**

- 3.1. Обеспечение эффективного управления и использования водных и энергетических ресурсов реки Сырдарья.
- 3.2. Обеспечение согласованных режимов работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ путем долгосрочного планирования и многолетнего регулирования стока и ежегодной координации режимов пусков воды, выработки и передачи электроэнергии с компенсацией на договорной основе.

## **ЧАСТЬ 1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **Статья 4. Принципы совместного использования водных и энергетических ресурсов**

4.1. При использовании водных и энергетических ресурсов бассейна Стороны будут руководствоваться следующими принципами:

- а) Справедливое и разумное использование каждой стороной водных и энергетических ресурсов бассейна.
- б) Обеспечение предотвращения, ограничения и сокращения негативного воздействия вод межгосударственных источников путем необходимых скоординированных действий (технические, правовые, административные и экономические).
- в) Соблюдение согласованных режимов работы водных и энергетических объектов, лимитов водозаборов, поддержание национальных нормативных требований к качеству воды и других экологических требований с целью сохранения реки Сырдарья на всем ее протяжении как природного объекта.
- г) Оперативное уведомление о чрезвычайных ситуациях и принятие исчерпывающих мер в целях предотвращения, смягчения и ликвидации вредных последствий.

### **Статья 5. Объем и учет водных ресурсов бассейна**

5.1. Стороны признают, что объем ежегодно распределяемых водных ресурсов бассейна реки Сырдарья в пределах водохозяйственного года должна соответствовать Корректирующей записке к «Уточненной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Сырдарья» (1984 год).

5.2. Учет стока осуществляется на речных гидропостах, замеры по которым выполняются уполномоченными органами Сторон.

### **Статья 6. Распределение водных ресурсов**

6.1. До утверждения новой стратегии водodelения в бассейне распределение лимитов водозаборов Сторон на водохозяйственный год из ствола реки Сырдарьи (Приложение 1) и ее основных притоков, в том числе из реки Чирчик, устанавливается на основании Корректирующей записки к «Уточненной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Сырдарья», утвержденной Протоколом №413 Научно-технического совета Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР от 29 февраля 1984 года сроком на 5 лет и автоматически продлевается на последующий пятилетний период, если ни от одной из сторон не позднее, чем за 6 месяцев не поступило письменное уведомление о его расторжении.

6.2. Утверждение лимитов водозаборов отдельно на межвегетационный и вегетационный периоды с учетом охраны природного комплекса низовьев Сырдарьи, санитарных попусков и сброса в Аральское море осуществляется Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссией Центральной Азии (МКВК), а их реализация - БВО "Сырдарья".

### **Статья 7. Попуски из Токтогульского водохранилища**

7.1. Стороны признают следующие гидрологические показатели водности для реки Нарын в створе Токтогульского водохранилища:

- среднемноголетний сток (норма стока) - 11.9 млрд. м<sup>3</sup> в год
- маловодный год - 8.9 млрд. м<sup>3</sup> в год
- многоводный год - 14.9 млрд. м<sup>3</sup> в год.

7.2. Стороны признают, что попуски воды из Токтогульского водохранилища в многолетнем режиме должны осуществляться в зависимости от гидрологических условий года на основе долгосрочного планирования режима регулирования стока.

### **Статья 8. Механизм обеспечения водно-энергетических режимов Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ**

8.1. Стороны ежегодно координируют и принимают решения по объемам попусков воды, выработке и передаче электроэнергии и компенсационным поставкам энергоресурсов.

8.2. Дополнительно выработанная каскадом Нарынских ГЭС электроэнергия, сверх нужд Кыргызской Республики, вследствие согласованных попусков воды из Токтогульского водохранилища в вегетационный период, передается в Республику Казахстан и Республику Узбекистан на договорной основе. По согласованию Сторон поставки электроэнергии из Кыргызской Республики могут осуществляться в третьи страны.

8.3. Для обеспечения согласованных режимов Кайраккумского водохранилища поставки электроэнергии из Республики Таджикистан в Республику Узбекистан осуществляются на договорной основе.

8.4. Выработанная электроэнергия по п. 8.2 поставляется на договорной основе в Рес-

публику Казахстан и Республику Узбекистан поровну с возможной корректировкой по согласованию Сторон.

8.5. В межвегетационный период для обеспечения согласованных попусков воды из Токтогульского водохранилища, снижающих энергоотдачу Нарынского каскада ГЭС, Республика Казахстан и Республика Узбекистан обеспечивают покрытие соответствующего дефицита энергоресурсов в Кыргызской Республике на договорной основе.

8.6. В вегетационный период Республика Таджикистан и Республика Узбекистан обеспечивают своевременный пропуск согласованных Сторонами объемов воды для нижележащих потребителей соответственно.

8.7. Для подготовки к началу межвегетационного периода Сторонами обеспечивается сработка Кайраккумского и Шардаринского водохранилищ до согласованных объемов.

8.8. Любые изменения утвержденных режимов подлежат обязательному согласованию Сторонами.

8.9. В годы средней и выше средней водности и при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации на Шардаринском водохранилище и низовьях Сырдарьи вследствие высокой приточности к ним осуществляются сбросы воды из водохранилища в Айдар-Арнасайское понижение. Объемы и расходы сбросов согласовываются Республикой Казахстан и Республикой Узбекистан.

8.10. Стороны обеспечивают путем многосторонних и двусторонних договоренностей:

- многолетнее регулирование стока реки Нарын Токтогульским водохранилищем на основе долгосрочного планирования режима и его соблюдение;

- сезонное регулирование стока Кайраккумским водохранилищем.

8.11. Режимы и объемы попусков из водохранилищ и соответствующие поставки электроэнергии, материально-технических и топливных ресурсов, необходимых для этого согласовываются с национальными и региональными водохозяйственными и энергетическими организациями и оформляются протоколами Сторон.

8.12. Республика Узбекистан обеспечивает переток электроэнергии в Республику Таджикистан в межвегетационный период на договорной основе.

8.13. Стороны разработают взаимоприемлемую методику компенсации затрат и ущербов, связанных с использованием водных и энергетических ресурсов бассейна.

8.14. Поставки топливно-энергетических ресурсов в Кыргызскую Республику и Республику Таджикистан могут осуществляться из стран, не входящих в данное Соглашение.

## **Статья 9. Совместное рассмотрение и перспективное развитие**

Стороны совместно рассматривают следующие вопросы:

- строительство новых гидроэнергетических объектов и водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования в регионе, а также (Таджикская и Кыргызская стороны предлагают исключить) освоение крупных массивов орошаемых земель;

- экономические механизмы в сфере водных отношений между Сторонами;

- обеспечение безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений;

- эффективное использование водных и энергетических ресурсов на основе передовых

  - технологий водо и энергосбережения;

- уменьшение сброса загрязненных вод в водные объекты бассейна;

- мероприятия по охране и развитию зоны формирования стока;

- совершенствование системы управления водными ресурсами бассейна
- обмен информацией.

### **Статья 10. Эксплуатация**

Стороны согласились, что эксплуатация, техническое содержание и реконструкция водохозяйственных и гидроэнергетических объектов межгосударственного значения осуществляется в соответствии с балансовой принадлежностью с учетом положений статьи.

### **Статья 11. Финансирование**

11.1. Затраты, которые несет каждая сторона по содержанию водохозяйственных объектов межгосударственного вододеления, распределяются между участниками пропорционально объему подаваемой воды.

11.2. Затраты на эксплуатацию водохранилищ с учетом накопления воды и гидроэнергетических объектов межгосударственного значения несет сторона-собственник на условиях компенсации участниками соответственно п.п. 8.2., 8.3., 8.4., 8.5 и 8.10 настоящего Соглашения.

11.3. Каждая Сторона принимает меры по выполнению своих обязательств перед другими Сторонами путем выделения бюджетных средств, предоставления государственных гарантий, открытия кредитных линий, депонирования денежных средств, и в других формах.

### **Статья 12. Льготы**

12.1. Стороны согласились не применять таможенные пошлины и платежи на поставки энергоресурсов, материально-технических ресурсов, приборов и оборудования для ремонтно- эксплуатационных нужд и модернизации водохозяйственных и гидроэнергетических объектов, а также связанные с ними работы и услуги, осуществляемые в рамках настоящего Соглашения.

12.2. Стороны согласились обеспечить необходимые условия на поставку и провоз через территории государств бассейна реки Сырдарья механизмов, техники, приборов, оборудования, запасных частей, материально-технических ресурсов и прочих грузов для реализации положений настоящего Соглашения

### **Статья 13. Ответственность Сторон**

13.1. Стороны несут ответственность за невыполнение или ненадлежащее выполнение положений настоящего Соглашения за исключением форс-мажорных ситуаций.

## **ЧАСТЬ II. ПРОЦЕДУРНЫЕ**

### **ОБЯЗАТЕЛЬСТВА Статья 14. Обмен информацией**

14.1. Стороны обмениваются разрешенным Национальным Законодательством данными и информацией гидрологического, метеорологического и экологического характера, включая состояние водотока, а также соответствующими прогнозами.

14.2. Стороны обмениваются информацией по выполнению положений настоящего Соглашения не реже чем два раза в год на заседаниях МКВК и Координационного Энергетического Совета Объединенной Энергосистемы Центральной Азии и юга Казахстана.

### **Статья 15. Уведомление и консультации**

15.1. Стороны письменно уведомляют друг друга по всем планируемым долговременным мерам, влияющим на режим, количество и качество вод.

15.5. В случае стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций по соображениям охраны здоровья населения, общественной безопасности или с учетом других равной степени важных интересов, сторона может незамедлительно приступить к осуществлению неотложных мер.

15.6. Стороны безотлагательно уведомляют все потенциально заинтересованные Стороны и региональные организации о любой чрезвычайной водной ситуации, представляющей угрозу Сторонам.

15.7. Детальная процедура уведомления, консультаций и согласования мер по всем позициям статьи 9 и статьи 15 рассматривается Сторонами.

### **Статья 16. Механизмы исполнения**

16.1. Управление водными ресурсами реки Сырдарья и ее притоков: Нарын выше Учкурганской ГЭС, Карадарья выше створа Андижанского водохранилища и Чирчик выше створа Чарвакского гидроузла, осуществляется национальными водохозяйственными ведомствами.

16.2. Ежегодные лимиты распределения водных ресурсов подготавливаются БВО в соответствии с прогнозами Гидрометслужб и предложений Сторон и представляются на утверждение МКВК отдельно на вегетационный и межвегетационный период. Утвержденные лимиты являются основой ежегодных режимов попусков из водохранилищ, разрабатываемых БВО и КДЦ «Энергия» и согласованных с национальными водохозяйственными и энергетическими ведомствами в целях увязки интересов Сторон со статьями 5,6 и 7 настоящего Соглашения и обеспечивают их исполнение.

16.3. Разработанные МКВК и согласованные с энергетическими ведомствами Сторон ежегодные режимы попусков на вегетационный и межвегетационный периоды вступают в силу после подписания многосторонних протоколов

16.4. С целью обслуживания и эксплуатации водохозяйственных и гидроэнергетических объектов межгосударственного значения Стороны определяют перечень и обеспечивают пересечение границ и передвижение работников региональных и национальных водохозяйственных и энергетических ведомств по территории государств бассейна, а также создают условия для беспрепятственного выполнения функций в соответствии с данным Соглашением.

### **Статья 17. Разрешение спорных вопросов**

17.1. Споры и разногласия между Сторонами разрешаются путем переговоров и взаимных консультаций.

17.2. Если Стороны не пришли к согласию путем переговоров и взаимных консультаций относительно споров, касающихся ненадлежащего исполнения или неисполнения положений настоящего Соглашения, такие споры рассматриваются на заседании МКВК и КЭС ОЭС ЦА и юга Казахстана.

17.3. Если Стороны не пришли к согласию путем переговоров и взаимных консультаций относительно споров, касающихся ненадлежащего исполнения или неисполнения положений настоящего Соглашения, Стороны создают комиссию по установлению фактов.

17.4. Процедура рассмотрения спорных вопросов, создания и порядка работы комиссии



по установлению фактов, а также установление процедур ответственности за неисполнение или ненадлежащее исполнение настоящего Соглашения будет разработана МКВК и КЭС ОЭС ЦА и юга Казахстана.

### **Статья 18. Изменения и дополнения**

С согласия Сторон в настоящее Соглашение могут быть внесены изменения и дополнения, которые оформляются отдельными протоколами и являются неотъемлемой частью настоящего соглашения.

### **Статья 19. Заключительные положения**

19.1. Настоящее Соглашение вступает в силу со дня получения Депозитарием последнего уведомления о выполнении подписавшими его Сторонами необходимых внутригосударственных процедур сроком на 5 лет и автоматически продлевается на последующее пятилетний период, если ни от одной из сторон не позднее, чем за 6 месяцев не поступило письменное уведомление о его расторжении.

19.2. С вступлением в силу настоящего Соглашения прекращает свое действие Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики, Правительством Республики Таджикистан и Правительством Республики Узбекистан «Об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья» (г. Бишкек. 17 марта 1998 г.)

19.3. Депозитарием данного соглашения выступает Исполком МФСА.

19.4. Совершено в городе \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ года в одном подлинном экземпляре на русском языке.

19.5. Подлинный экземпляр находится в Депозитарии, который направляет в каждое государство, подписавшее настоящее Соглашение, его заверенную копию.