



Финансирование
Европейского Союза

nexus



THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP



SIM

Società Italiana di Monitoraggio



HydroNova
INNOVATING WATER PROSPERITY



**Оценка рисков и уязвимости к изменению климата на
локальном уровне (Туямуюнский гидроузел)**

2021

Центрально-Азиатский Диалог по стимулированию межсекторального финансирования на основе взаимосвязи «вода-энергия-продовольствие» (Фаза II)

Программа по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий в бассейне Аральского моря (CAMP4ASB)

Оценка рисков и уязвимости к изменениям климата на локальном уровне – Туямуюнский гидроузел – Узбекистан / Туркменистан

Подготовили: Георг Петерсен, Рикс Бош, Дмитрий Дядин, Андреа Каттаросси, Кристи Константин

Подготовлено для Регионального экологического центра в Центральной Азии (РЭЦЦА)

Дата опубликования: 06-12-2021

D-1.7 – Оценка рисков и уязвимости к изменению климата (ОРУИК) на национальном и/или субнациональном уровнях

Контракт РЭЦЦА № CCSE-2019-C-034 от 18 марта 2020 г.

Дисклеймер: Эта публикация выпущена при финансовой поддержке Европейского Союза и Всемирного Банка. Его содержание является исключительной ответственностью РЭЦЦА и не обязательно отражает точку зрения Европейского Союза и Всемирного Банка.

Эта публикация подготовлена при поддержке проекта «Программа по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий в бассейне Аральского моря (CAMP4ASB)» в рамках проекта «Центрально-Азиатский Диалог по стимулированию межсекторального финансирования на основе взаимосвязи «вода-энергия-продовольствие» (Фаза II)».

Содержание

Обзор	1
ВВЕДЕНИЕ	7
ОПИСАНИЕ ПИЛОТНОГО ОБЪЕКТА	9
ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ	11
ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА	13
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ	16
<i>Дашогузский велаят (Туркменистан)</i>	16
<i>Хорезмская область и Республика Каракалпакстан (Узбекистан)</i>	27
КЛЮЧЕВЫЕ СЕКТОРЫ И СФЕРЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА	30
СТОРОНЫ, ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В ОЦЕНКЕ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	30
ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ	31
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ	31
Последствия для Центральной Азии	33
СЕКТОРАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (для отдельных секторов пилотной территории)	36
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	37
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ	38
ЭНЕРГЕТИКА	39
СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ	40
ЦЕПОЧКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА	42
ОЦЕНКА РИСКОВ И УЯЗВИМОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	44
ОБЩИЕ АСПЕКТЫ	44

Методология адаптации к ОРУИК на национальном уровне	45
Структура воздействия климата	46
АНАЛИЗ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА	48
Секторальная уязвимость (для отдельных секторов пилотной территории)	50
Воздействие изменения климата	52
<i>Изменение максимальной дневной температуры в районе Туямуюнского гидрокомплекса (TXx)</i>	53
<i>Изменение количества дней с максимальными температурами (Tx90p)</i>	54
<i>Изменение общего количества осадков (PrсрTOT)</i>	55
<i>Обильные осадки (Rx95p)</i>	56
<i>Экстремальные осадки (Rx99p)</i>	57
<i>Максимальные дневные осадки (Rx1-day)</i>	58
<i>Продолжительность засушливого периода (CDD)</i>	59
<i>Комбинированное воздействие климата</i>	60
ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ, СВЯЗАННАЯ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА	61
<i>Дефицит воды (процент от использованных водных ресурсов)</i>	61
<i>Риск засухи (население, вероятность, % водопользования)</i>	62
<i>Продуктивность земель (изменение почвенного покрова в 2000-2020 гг)</i>	63
<i>Комбинированная географическая чувствительность, связанная с изменением климата</i>	64
КАРТА УЯЗВИМОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	65
ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАРТЫ	66
Карта землепользования	66

Карта рельефа	67
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАСЕЙНА АМУДАРЬИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	67
<i>Чувствительность Туямуюнского гидроузла к изменениям в бассейне верхней Амударьи</i>	67
<i>Изменение климата на юге Таджикистана</i>	68
Жара	68
Осадки	68
Водный баланс	69
<i>Изменение климата на Памире (Горно-Бадахшанская автономная область) (Таджикистан)</i>	69
Температура	70
Осадки	70
<i>Изменение климата в бассейне реки Пяндж в Афганистане</i>	71
<i>Выводы по бассейну Верхней Амударьи (Пяндж)</i>	72
Риск наводнений	75
Вынос осадочного материала	77
Таджикистан	77
Афганистан	78
Вынос осадочного материала в бассейне Нижней Амударьи	79
Заключение о выносе осадочного материала	79
<i>Испарение из водохранилищ Туямуюнского гидроузла</i>	80
АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ДЛЯ ТУЯМУОНСКОГО ГИДРОУЗЛА	84
Подход к адаптации к изменениям климата	84

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	85
<i>Общие рекомендации</i>	85
<i>Секторальные рекомендации на местном и региональном уровне</i>	85
Адаптация в сельском хозяйстве – местный уровень	86
Пахотное земледелие	87
Управление животноводством и пастбищами	89
Садоводство	90
Адаптация в сельском хозяйстве – региональный уровень	90
Адаптация в секторе энергетики	92
Адаптация в водном секторе	93
Адаптация к стихийным бедствиям – местный и региональный уровень	97
<i>Адаптационные меры на национальном уровне</i>	100
(Меж)национальные рамки	100
Межсекторальное сотрудничество	101
ПРЕИМУЩЕСТВА, БАРЬЕРЫ И РИСКИ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	104
ПРЕИМУЩЕСТВА АДАПТАЦИИ	104
РИСКИ	109
БАРЬЕРЫ	109

Сокращения

ЦА	Центральная Азия
CAMP4ASB	Программа по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий для бассейна Аральского моря
РЭЦЦА	Региональный экологический центр в Центральной Азии
УП	Укрепление потенциала
ИК# #	Изменение климата#
ОРУИК##	Оценка рисков и уязвимости к изменению климата
ГЭС	Гидроэлектростанция

1 ОБЗОР

Следуя методу рисков и уязвимости к изменению климата, основанному на Руководстве GIZ по оценке рисков и уязвимости к изменению климата и разработанному по согласованной странами методологии, была проведена оценка климатической уязвимости Туямуюнского гидроузла¹ и территорий, которые объект поддерживает (Дашогузский велаят Туркменистана и Республика Каракалпакстан и Хорезмская область Республики Узбекистан).

Оценка климатической уязвимости включало выполнение следующих задач: (i) оценку рисков и уязвимости к изменению климата для территории Туямуюнского гидроузла; (ii) влияние изменения климата на испарение из водохранилищ Туямуюнского гидроузла; (iii) качественную оценку воздействия изменения климата на риск наводнений и твердый сток на территориях Туркменистана и Узбекистана, использующей водные и энергетические ресурсы Туямуюнского гидроузла.

Оценка климатических рисков и уязвимость включают в себя, помимо воздействия климата (жара, осадки, экстремальные осадки и продолжительность засухи), природную или географическую чувствительность (дефицит водных ресурсов, риск засухи, продуктивность земель) и социально-экономическую чувствительность (доход, продолжительность жизни, образование и здоровье населения).

Выяснилось, что наибольшее влияние на секторы оказывают экстремальные погодные параметры. Таким образом, основные индикаторы, выбранные на основе землепользования в Туямуюне, относятся к климатическому воздействию: жара, осадки, экстремальные осадки и засуха. Картирование построено на 7 климатических моделях, которые оказались наиболее надежными для Центральной Азии с максимальным разрешением 100 км и нанесены на карту в соответствии с классификацией в 16 процентилях. Классифицированный балл взвешивается и суммируется для получения комбинированных карт уязвимостей.

¹ Методология оценки рисков и уязвимости к изменениям климата

Более детальная качественная оценка по воздействию изменения климата и продуктивности земель в верхней части бассейна Амударьи в отношении риска наводнений и твердого стока к 2050 году приведена в отдельном отчете.

По результатам проведенной оценки было выявлены следующие прогнозы:

- Экстремальное повышение температуры (на 3,1°C), продолжительность теплых дней (+18%) и продолжительность засухи (до 11 дней) окажут серьезное влияние на управление сельским хозяйством, водными ресурсами и энергетикой. Воздействие высоких температур (выше 37°C) будет основным фактором снижения производительности сельского хозяйства. Однако, ожидается, что общее количество осадков увеличится (до 17 мм в год) и выпадет преимущественно в форме экстремальных осадков (до 11 мм в год);
- Сохранение земель, образование и здравоохранение требуют внимания с точки зрения географической чувствительности и способности к адаптации;
- Ожидается, что увеличится испарение из водохранилищ в рамках климатического сценария 4,5 градуса;
- В верхней части бассейна Амударьи ожидается увеличение количества осадков, но также в форме экстремальных осадков, увеличивающих риск более экстремального стока рек и наводнений. Это требует подключения климатического моделирования речного стока и управления водохранилищами. Следует зарезервировать дополнительную буферную емкость водохранилища, чтобы преодолеть усиление засухи и экстремальный речной сток. Сочетание деградации земель и экстремальных осадков приводит к увеличению мутности (твердого стока) в Амударье. Роль ледников как буфера стока воды будет еще больше уменьшаться, что приведет к сначала к снижению, а после 2040 г. к увеличению пиковых расходов.

Влияние изменения климата отличается в разных секторах экономики, в зависимости от особенностей использования природных ресурсов. Воздействие климата в основном не прямое – на природные ресурсы, экосистемные услуги и только потом на использование человеком таких ресурсов, как вода и почва. Через цепочку создания стоимости изменение климата воздействует на социально-экономические условия.

Секторы, наиболее подверженные воздействию для территории Туямуюнского гидроузла, включают сельское хозяйство, энергетику и природные стихийные бедствия.

Сельское хозяйство наиболее чувствительно к экстремальным температурам, продолжительности жарких дней, общему количеству осадков, экстремальным осадкам и продолжительности засухи. Экстремальные температуры выше 37°C вызывают стресс роста сельскохозяйственных культур, а свыше 40°C может произойти необратимое снижение роста, в зависимости от используемых сортов. Экстремальные осадки вызывают интенсивный поверхностный сток, эрозию почвы и уменьшают инфильтрацию, что приводит к сокращению доступных водных ресурсов.

Для энергетического сектора жара окажет воздействие в плане снижения мощностей охлаждения и передачи энергии, а вместе с экстремальными осадками, сезонными изменениями осадков и продолжительностью засухи уменьшит объемы доступных водных ресурсов для гидроэнергетики. Водный сектор в условиях жары и засухи столкнется с увеличением испарения и спроса на водные ресурсы, а вместе с ростом экстремальных осадков уменьшается эффективная доступность воды.

Среди опасных природных явлений жара и засуха оказывают наибольшее воздействие и приводят к наибольшим экономическим ущербам, в том числе воздействуют на сектор здравоохранения. Повышение температуры на каждый градус вызывает в среднем на 2,5% больше обращений в больницы.

Уязвимость помимо воздействия климата зависит от степени использования водных ресурсов (водный дефицит), риска засухи и чувствительности к снижению продуктивности земель. Водный дефицит и риск засухи очень высоки для территории Туямуюнского гидроузла. В северной и западной частях наблюдается снижение продуктивности почв за последние 20 лет. Это делает территорию Туямуюнского гидроузла весьма уязвимой к изменению климата, как упоминалось выше.

Социально-экономическая чувствительность, а вместе с ней и адаптационный потенциал зависят от таких факторов, как доход на душу населения, продолжительность жизни, образование и здравоохранение. По образованию, здравоохранению и продолжительности жизни туркменская и узбекская части территории имеют низкие показатели относительно соответствующих

национальных уровней обеих стран. В связи с ростом населения для снижения уязвимости необходимо повышенное внимание к сферам образования и здравоохранения.

Климатическая уязвимость зависит не только от самой территории Туямуюнского гидроузла, но и от изменений в верхней части бассейна Амударьи. Деградация земель и более экстремальные осадки усиливают эрозию почв и, следовательно, приводят к повышению потока взвешенных частиц в Амударье, а также повышают риск наводнений.

Без климатической адаптации потери для экономики Туркменистана в сельскохозяйственном секторе можно ожидать в размере 350 млн долларов США, а для Узбекистана, исходя из 4% снижения, 2800 млн долларов США (паритет покупательной способности – ППС). Стоимость деградации земель оценивается еще выше: 3% ВВП или 7,5 млрд. долларов США (ППС) для Узбекистана и 4% ВВП или 3,5 млрд. долларов США (ППС) для Туркменистана. Для территории Туямуюнского гидроузла можно ожидать потери, пропорциональные приведенным данным для национального уровня.

Местные меры по адаптации к изменению климата будут эффективны только при поддержке региональных (услуги, сотрудничество, планирование, передача знаний, осведомленность) и национальных мер (права, приоритеты, политика, мониторинг, раннее оповещение, исследования и образование, подготовка бюджета, экономические стимулы, развитие рынка). С помощью комплексных вспомогательных мер можно активизировать и объединить финансирование от международных организаций, правительства, бизнеса и местных жителей.

Рассматриваемый регион имеет хорошие возможности для адаптации к изменению климата. Для того, чтобы местные меры по адаптации были успешными, необходимо эффективное межсекторальное сотрудничество и взаимодействие между национальными властями и пилотным регионом. Акцент в управлении водными ресурсами необходимо перенести с территории Туямуюнского гидроузла на бассейн верхнего течения Амударьи.

Сельское хозяйство требует перехода к более климатически ориентированному земледелию. Необходимо повышенное внимание к качеству почвы, применение более глубокого укоренения и

менее требовательных к воде культур (переход от однолетних к многолетним), большее разнообразие культур и взаимодействие между культурами, как при полосном земледелии, полноценный почвенный покров и ротация в севообороте, а также использование кормов с орошаемых участков для снижения потребности в воде и поддержки животноводства в засушливых районах. Для обеспечения этого перехода на региональном уровне необходимо инвестировать в услуги, сотрудничество и планирование.

В области энергетики необходимо обратить внимание на охлаждающую способность при использовании ископаемых энергоносителей, а в области гидроэнергетики – на моделирование водных ресурсов в верхнем течении речных бассейнов.

Наряду с управлением водными ресурсами большое значение имеет фокус на верхнее течение бассейна Амударьи, а также на адаптированном управлении водохранилищами. Это включает контроль за седиментацией и эффективность использования воды для всех секторов, чтобы обеспечить необходимый сток в Аральское море. Сокращение утечек воды является первоочередной адаптационной мерой, которую необходимо предпринять, а также повышение эффективности использования воды в сельском хозяйстве (в том числе для снижения риска засоления почв). Учитывая тот факт, что в районе Туямуюнского гидроузла очень высокое водопотребление из расчета на гектар, от этих мер следует ожидать наибольшего эффекта. Природо-ориентированные решения для улавливания и обезвоживания осадков, повышения продуктивности земель и почвенного покрова, соединения или расширения водно-болотных угодий являются основными адаптационными мерами.

Поскольку жара и засуха являются природными угрозами, необходимы меры по снижению их воздействия путем межсекторального сотрудничества. Улучшение качества строительства и озеленение окружающей среды является одной из основных мер, также, как и развитие инфраструктуры здравоохранения.

На национальном уровне Узбекистана и Туркменистана необходимо улучшить межсекторальную координацию, а также создать стимулы (экономические и другие) для бизнеса и частных домохозяйств, чтобы они приняли участие в адаптации к климату. Кроме того, необходимо

стимулировать такие инструменты политики снижения риска, такие как страхование трудовых и строительных норм, территориальное планирование, исследования и образование в области адаптации к изменению климата и поддержка распространения знаний. В большей поддержке нуждается исследование перерабатывающей промышленности и рынков, а также поддержка климатически ориентированного сельского хозяйства.

Принимая во внимание относительно низкий индекс человеческого развития для пилотного региона (как и для Туркменистана, так и для Узбекистана), необходимо уделять больше внимания образованию, передаче знаний и исследованиям, а также сектору здравоохранения для предотвращения потери рабочей силы и социальной помощи.

Инвестиции в адаптацию к климату являются привлекательными с высокой выгодой. Для управления водными ресурсами можно ожидать выгоду в размере 4 долларов США от предотвращения затрат и повышения производительности на каждый вложенный доллар. Для сельского хозяйства и инфраструктуры можно ожидать выгоду в 5 долларов США на каждый вложенный доллар, а для мониторинга и раннего предупреждения - 9 и более долларов США на каждый вложенный доллар. Потеря дохода от платных услуг будет в значительной степени компенсирована налогом от увеличения экономического использования данных.

Для снижения седиментации и риска наводнений необходимо сотрудничество с территорией верхней части бассейна в отношении нейтрализации деградации земель и внедрения природоориентированных решений по расширению пространства для русла реки с защитой берегов, высокой ролью водно-болотных угодий как буферных зон наводнений и накопителей взвешенных частиц. Для снижения седиментации в Туямуюнском гидроузле ценными природоориентированными решениями являются ловушки для накопления и обезвоживания осадков, способствующие седиментации, экономическому использованию водохранилищ и поддержанию биоразнообразия.

2 ВВЕДЕНИЕ

Изменение климата требует адаптации на всех уровнях: от местного до национального и регионального уровней. Для достижения результатов, адаптационные мероприятия следует координировать между административными уровнями и согласовывать между секторами для реагирования на прямые и косвенные последствия изменения климата. Оценка рисков и уязвимости к изменению климата (ОРУИК) – это системный подход для построения связи между воздействием изменений климата на территорию страны или региона и наиболее эффективными адаптационными мероприятиями.

Подход ОРУИК основан на введении таких понятий, как чувствительность, адаптационная способность и уязвимость, в процесс адаптационного планирования. Определяя последствия и выявляя уязвимость, он устанавливает масштаб необходимых адаптационных мероприятий и обеспечивает целевой подход к многосторонним проблемам. Также важно то, что он позволяет выявить важнейшие глубинные факторы, вызывающие или обостряющие секторальную уязвимость, которые могут быть проявлением самого воздействия климата, а могут и не быть. Результатом данного процесса является ряд приоритетных мероприятий для регионов и секторов и между ними.

Эта оценка проводится в 8 этапов в соответствии с Руководством ГОМС по оценке рисков и уязвимости к изменению климата и разработанной для Центральной Азии методологией ОРУИК².

После проведения оценки можно сформулировать, проанализировать, распределить по приоритетности и выбрать возможные варианты по адаптации. На этом этапе можно организовать механизм реализации, а также определить потребность в какой-либо технической поддержке и укреплении потенциала. Процесс ОРУИК также предоставляет вводную информацию для разработки надежной и практичной основы для мониторинга и оценки, которая нужна для

² Методология оценки рисков и уязвимости к изменению климата (ОРУИК) на национальном и субнациональном уровнях - Обзор

обеспечения обратной связи с разработчиками политики и для построения знаний об устойчивости к изменению климата в регионе.

Пилотный объект для проведения оценки рисков и уязвимости к изменениям климата на локальном уровне выбран на основе национальных приоритетов, наличия соответствующих данных, местных заинтересованных сторон для реализации, однородности климатических условий, репрезентативной площади, наличия отраслей использования природных ресурсов и соответствующих административных структур.

В реализации этого пилотного проекта участвуют две прибрежные страны – Узбекистан и Туркменистан, получающие воду из Туямуюнского гидроузла на реке Амударья для ирригационных, коммунальных и производственных нужд. Информация по верхней Амударье в связи с седиментацией в водохранилищах Туямуюнского гидроузла добавлена в данный отчет.

3.1 Общее описание

A map of Central Asia, specifically focusing on Uzbekistan and its borders with Turkmenistan to the west and south, and Tajikistan to the east. The map shows major cities like Tashkent, Samarkand, and Bukhara. A red circle highlights a specific area in the western part of Uzbekistan, near the border with Turkmenistan, which is the study area for the research. The map also shows the Aral Sea and various rivers and lakes.

Тямуяунский гидрокомплекс состоит из 30 ключевых гидротехнических сооружений и 4 водохранилищ: Русловое, Султансанджарское, Капараское, Кошбулакское общим объемом 7,8

млрд. м³ и площадью зеркала 650,1 км². Он также включает в себя русловую ГЭС на реке Амударья, каналы, водозаборные, водосбросные плотины и подстанции. Электростанция мощностью 150 МВт имеет шесть гидроагрегатов (турбин) на главной плотине, каждый мощностью 25 МВт, которые используют напор 14 м и могут обеспечить общее производство электроэнергии в объеме 1 млрд кВт/ч в год (Рисунок 2).

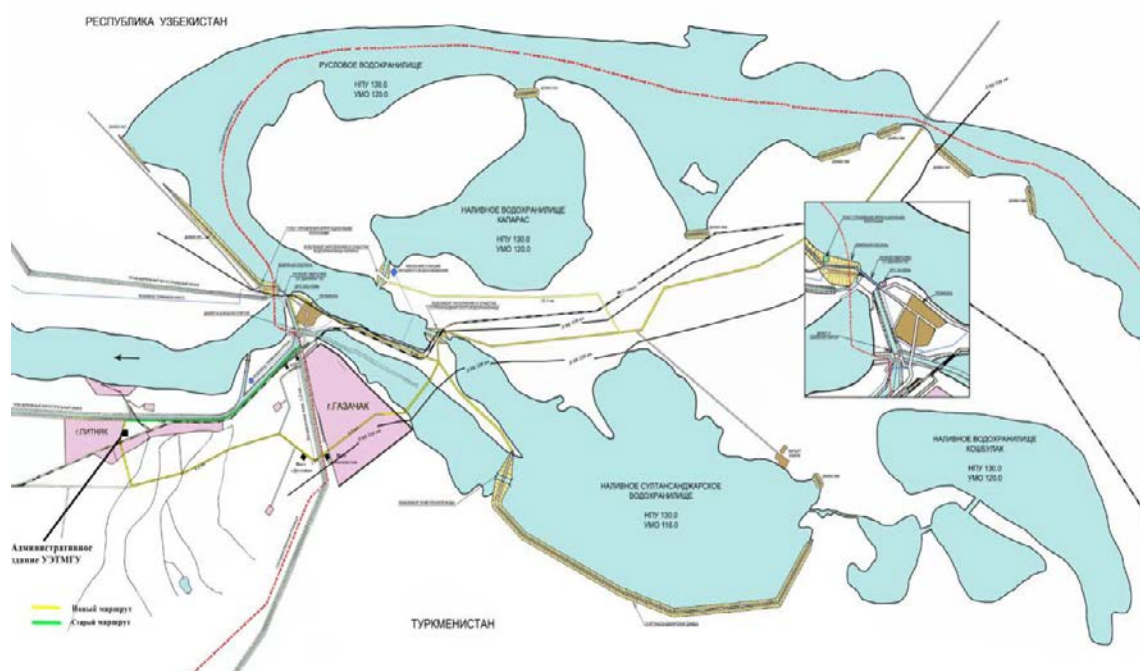
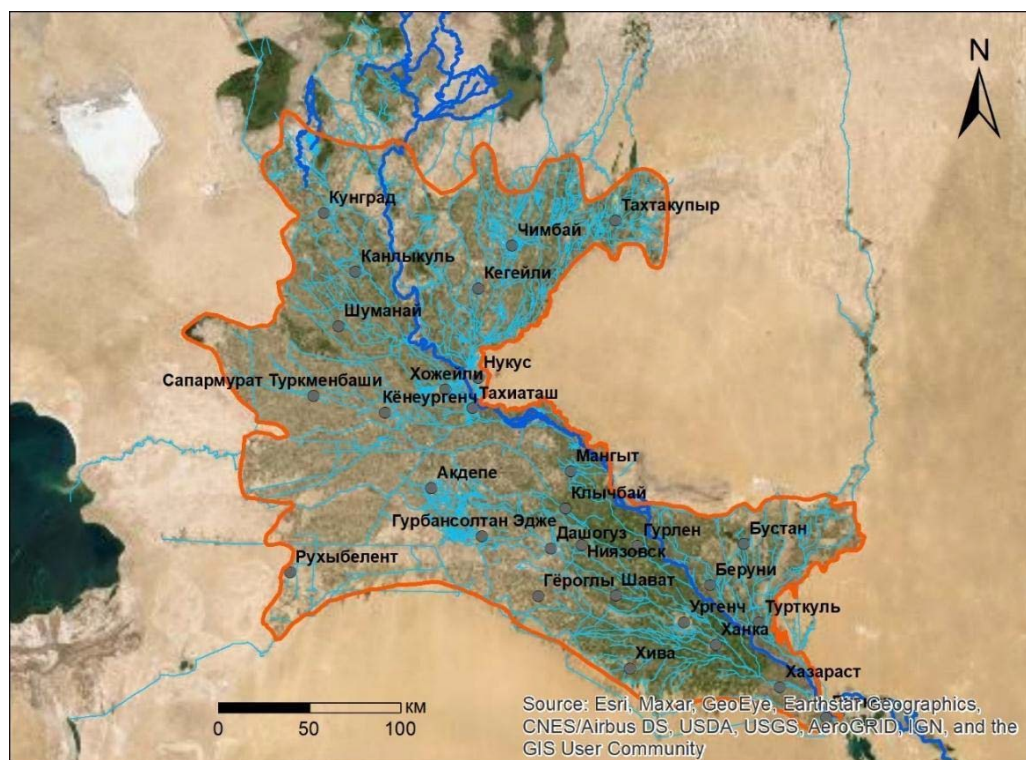


Рисунок 2: Водохранилища Туямуюнского гидроузла

При строительстве ГЭС долина реки была перекрыта земляной плотиной высотой 34 м и длиной 900 м, а непосредственно в русле реки был построен бетонный участок с водопропускными трубами и машинным залом. Основная часть комплекса - главная плотина гравитационного типа - длиной 141 м и шириной 25 м вмещает водохранилище Русловое, которое соединено каналами с тремя другими водохранилищами – Капарас, Султансанджар и Кошбулак, расположенными на левом берегу. Общая площадь поверхности водохранилищ составляет 790 км², а их общий объем - 7,8 млрд м³ (полезный объем – 5,27 млрд м³). К началу 2000-х годов в результате седиментации общий объем сократился до 6,7 млрд м³. Система каналов главной плотины питает сеть ирригационных каналов в различных районах Туркменистана и Узбекистана (Рисунок 3).



- орошаемые земли — реки
• населенные пункты — каналы

Рисунок 3: Ирригационные каналы, поставляющие воду из Туямуюнского гидроузла, на территории Узбекистана и Туркменистана

Туямуюнский гидроузел играет незаменимую роль в управлении водными ресурсами между двумя странами. В этом качестве он обеспечивает: i) водой 751 607 га орошаемых земель в Узбекистане (236 980 га в Хорезмской области, 514 627 га в Республике Каракалпакстан) и 425 000 га в Туркменистане; ii) производство электроэнергии в Узбекистане (450 млн. кВт/ч в год); iii) питьевое водоснабжение в Хорезмской области и Республике Каракалпакстан; iv) автомобильное и железнодорожное сообщение между двумя берегами реки Амударья; v) регулируемый сезонный гидрорежим реки Амударья; vi) регулируемый сброс воды для Тачиаташского гидрокомплекса в Узбекистане; vii) защита от эрозии берегов реки Амударья ниже объекта.

На территории Узбекистана земли, орошаемые водой Туямуюнского гидроузла, расположены в административных границах Хорезмской области и Республики Каракалпакстан. Районы расположения орошаемых земель и их площади приведены в Таблице 1.

Таблица 1: Земли Узбекистана, орошаемые из Туямуюнского гидроузла

Территория	Площадь района, км ²	Площади орошаемых земель, км ²
Хорезмская область		
Багатский район	358,5	201,54
Гурленский район	352,1	294,51
Кошкуньский район	423,5	265,29
Ургенчский район	491,8	273,91
Хазараспский район	1834,1	184,81
Ханкинский район	468,1	251,72
Хивинский район	292,0	177,76
Шаватский район	415,1	243,22
Янгиарыкский район	358,3	166,53
Янгибазарский район	261,9	211,32
Тупраккалинский район		99,19
Всего:		2369,80
Республика Каракалпакстан		
Турткульский район	6417,8	317,13
Берунийский район	3780,1	331,04
Элликкалинский район	5024,0	340,36
Амударьинский район	715,6	394,63
Ходжейлийский район	586,8	215,24
Тахиаташский район		79,73
Шуманайский район	487,6	291,18
Канлыккульский район	811,8	355,54
Кунградский район	75215	414,64
Нукусский район	1076,7	308,01
Кегейлийский район	1803,6	323,84
Чимбайский район	2417,7	487,64
Караузакский район	5455,8	356,39
Тахтакупырский район	20180	346,50
Муйнакский район	42365	261,24
Бозатауский район		301,22
г.Нукус		21,93
Всего:		5146,27

Источник: Комплексная оценка Туямуюнского гидроузла, 2021 (Кучкаров Камоль)

Река Амударья является источником воды для орошения в Республике Каракалпакстан.

На территории Туркменистана орошаемые земли расположены в пределах Дашогузского велаята. Названия районов и площади орошаемых земель, получающих воду Туямуюнского гидроузла, приведены в Таблице 2.

Таблица 2: Земли Туркменистана, орошаемые из комплекса Туямуюнского гидроузла

Район (этрап)	Количество колхозов	Площади орошения, га
Акдепе	17	45 355
С.А.Ниязов	18	72 297
Гёроглы	14	41 760
Гурбансолтан Эдже	14	89 671
Рухыбелент	10	17 651
Всего	73	273 734

Источник: Комплексная оценка Туямуюнского гидроузла, 2021 (Куртовезов Георгий)

Подача воды для орошения на территории Дашогузского велаята осуществляется через основные межхозяйственные ирригационные каналы – Шават, Ханяп, Туркмендерья и Шасенем. Общий водозабор велаята из природных водных источников в 2011 году составил 6 631,7 млн м³, из них было всего использовано 3257,1 млн. м³ на водоснабжение и сельское хозяйство – 3 231,1 млн. м³, на хозяйственно- бытовые нужды – 24,4 млн. м³ и на производственные цели – 1,6 млн. м³.

3.2 Окружающая среда и проблемы, связанные с изменением климата

Туямуюнский гидроузел испытывает интенсивную седиментацию в своем основном проточном Русловом водохранилище, расположенном на реке Амударья. Горный рельеф и высокая концентрация взвешенных веществ в реке Амударья ускоряют интенсивность процесса седиментации. По последним оценкам седиментации, проведенным 11 лет назад местной узбекской компанией KAZNIP, интенсивность седиментации Руслового водохранилища достигла 1 270 млн. кубометров. Из-за седиментации Русловое водохранилище потеряло 33% своего полезного объема, а объем седиментации достигает 70%. На практике эксплуатация водохранилища подвергается серьезному риску, если объем седиментации достигает 50%. Однако Русловое водохранилище не подвергалось седиментационной очистке с момента ввода в эксплуатацию 42 года назад. Осадкообразование является результатом мутности вод Амударьи и зависит от обильных осадков и деградации земель выше по течению.

В настоящее время Туркменистан и Узбекистан не могут полностью использовать водные ресурсы реки Амударья для удовлетворения своих энергетических и ирригационных потребностей из-за повышенного уровня седиментации ее ключевого водохранилища. Очистка от наносов на Русловом водохранилище не проводилась с момента ввода объекта в эксплуатацию. Эта проблема

характерна не только для данного пилотного объекта, но и весьма распространена для остальных водохранилищ региона, которые выполняют основную роль по регулированию речного стока и борьбе с наводнениями.

Другой ключевой проблемой является то, что Русловое водохранилище является точкой входа для водных ресурсов реки Амударья, сбрасываемых далее в водохранилища Туямуюнского гидроузла, расположенные ниже по течению, а именно Капарасское, Султансанджарское и Кушбулакское. Эти три водохранилища поставляют воду для ирригационных и питьевых целей. Таким образом, Русловое водохранилище играет огромную роль в водоснабжении, и уменьшение его объема из-за седиментации означает выделение меньшего количества воды потребителям, а также неэффективное использование массивного и капиталоемкого сооружения Туямуюнского гидроузла.

Помимо проблемы управления водными ресурсами, все более актуальной становится проблема влияния жары и засухи на земледелие и овощеводство.

Другой основной вопрос – сокращение поступления воды в Аральское море. Если в девяностые годы планировалось 7000 млн м³, то в 2020 г. эта цифра была снижена до 2100 млн м³ для вегетационного периода и с 3500 до 2100 млн м³ для межвегетационного периода (Рисунок 4). Эффективный средний 10-летний приток неуклонно снижается с 8146 млн. м³ в 1992–2001 гг. до 3118,5 млн. м³ в период 2011–2020 гг. за вегетационный период и с 3891 до 1748 млн. м³ за межвегетационный период³. Наблюдая неуклонное снижение уровня воды в Аральском море (Рисунок 5), экологический минимум притока достигается очень долго. Это ограничивает дальнейшее использование воды из Амударьи, и основное внимание необходимо уделять эффективности использования водных ресурсов.

³ http://www.cawater-info.net/aral/data/index_e.htm

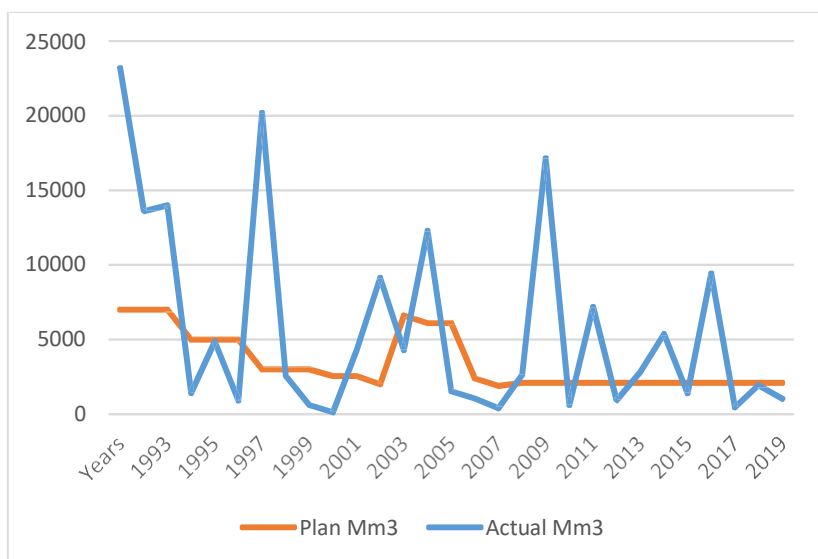


Рисунок 4: Водоснабжение Аральского моря рекой Амударья

(оранжевая линия – запланированные объемы, млн. м³, синяя линия – фактические объемы, млн. м³)

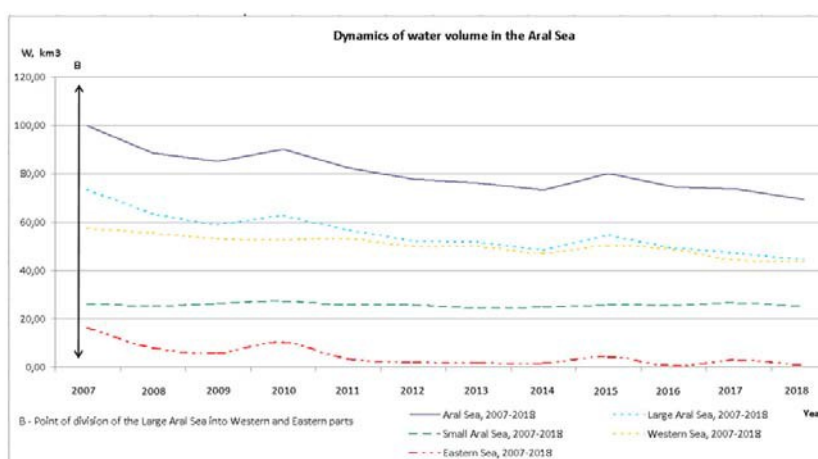


Рисунок 5: Динамика объема вод Аральского моря

Согласно предыдущим оценкам изменения климата на исследуемой территории, прогнозируется повышение температуры, увеличение частоты сильных ветров и уменьшение количества осадков, что приведет к снижению урожайности хлопка и пшеницы, ухудшению качества хлопкового волокна, увеличению потребности в воде, деградации пастбищ, снижению продуктивности животноводческих ферм, увеличению испарения и уменьшению стока водоемов.

В результате ключевыми показателями для ОРУИК являются увеличение продолжительности жары и засухи.

3.3 Социально-экономическая ситуация

Экономика региона основана преимущественно на сельском хозяйстве, включая переработку сельскохозяйственной продукции и обрабатывающую промышленность.

3.3.1 Дашогузский велаят (Туркменистан)

Дашогузский велаят расположен на левом берегу реки Амударья в пустыне Каракумы в северной части Туркменистана. На севере, северо-западе и северо-востоке регион граничит с Узбекистаном. Большую часть велаята занимает часть пустыни Каракумы. Площадь Дашогузского велаята составляет 73,43 тыс. км², население – 1,37 млн. чел (22% от общей численности населения Туркменистана – 6,14 млн. чел). Плотность населения в велаяте составляет 18,66 чел./км².

Дашогузский велаят состоит из девяти этрапов (районов). На территории Дашогузского велаята имеются 9 городов, 1 поселок и 612 сёл (Таблица 3).

Таблица 3: Административно-территориальное деление в Дашогузском велаяте (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Территории	Территория , тыс. км ²	Этрапы (район ы)	Количество			
			Городов	Посёлко в	Генгешликов (сельские советы)	Сёл
Общее по Туркменистану	491,21	43	51	62	504	171 7
Дашогузский велаят	73,43	9	9	1	134	612
в % от общего	14,9	20,9	17,6	1,6	26,6	35,6

Этрапы Дашогузского велаята:

1. Гурбансолтан эдже;
2. Болдумсазский;
3. Кёнеургенчский;
4. Акдепинский;
5. Сапармурад Туркменбаши;
6. Гёроглы;

7. им. С.А.Ниязова;
8. Губодагский;
9. Рухибелент.

Из вышеперечисленных 9 этрапов Дашогузского вelayта в настоящее время водой Туямуюнского гидроузла орошаются земли 5 этрапов, а именно:

1. Гурбансолтан эдже;
2. Акдепинский;
3. Гёроглы;
4. им. С.А.Ниязова;
5. Рухибелент.

Основные социально-экономические показатели Дашогузского вelayта в сравнении с данными по стране приведены в таблице 4.

Таблица 4: Основные социально-экономические показатели Дашогузского вelayта (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Основные социально-экономические показатели		2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г	В среднем		
Рост производительности труда по Туркменистану									
Темп прироста реального ВВП на одного занятого, в процентах		9,6	6,0	6,2	8,6	6,7	7,4		
Структура численности постоянного населения по городской и сельской местности по Туркменистану		2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г	(± уровень внутренней миграции за 5 лет)		
5,90	5,96	6,02	6,08	6,14	Сельское (± уровень внутренней миграции за 5 лет)			71,4 %	71
43,8 %	43,6 %	47,3 %	47,3 %	47,1 %					
56,2 %	56,4 %	52,7 %	52,7 %	52,9 %	Гендерная структура:				
				Мужское					
				Женское					
-	-	-	-	1,37					
28,6 %	28,4 %	30,6 %	30,4 %	30,3 %				(+ 1,7 %)	

Согласно данным ПРООН, по индексу человеческого развития (Human Development Index – HDI), который сочетает в себе продолжительность жизни, благосостояние и доступ к образованию, Дашогузский велаят имеет показатель 6,773 в среднем за 10 лет (2010 – 2019)⁴. Для Туркменистана в целом данный показатель за этот же период времени составляет 6,914. За данный период наблюдается постоянный рост индекса человеческого развития для всех велаятов и страны в целом. Хозяйствующие субъекты в сельском хозяйстве Туркменистана состоят из дайханских объединений, подсобных хозяйств предприятий, министерств и ведомств, частных хозяйств (в том числе личные подсобные хозяйства и хозяйства на землях, переданных для садоводства), частных товаропроизводителей и дайханских хозяйств.

Годовая величина осадков в Дашогузском велаяте за многолетний период наблюдений составляет 90-110 мм, что не позволяет вести богарное земледелие. В связи с этим богарных земель в этрапах не имеется. Основными выращиваемыми культурами на орошаемых землях Дашогузского велаята является пшеница, хлопчатник, овощи, картофель, бахчевые, виноград и плодовые. Основные выращиваемые культуры и посевные площади сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Дашогузского велаята за период с 2014 по 2018 годы по данным статистических ежегодников Туркменистана^{5,6} приведены в таблице 5.

Таблица 5: Основные выращиваемые культуры и посевная площадь сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Дашогузского велаята (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Виды культур	Посевная площадь, тыс. га					В среднем
	2014г	2015г	2016г	2017г	2018г	
Зерновые и зернобобовые	203,7	212,3	189,9	189,5	167,1	192,5
Хлопчатник	140,6	140,5	140,6	140,7	140,3	140,5
Овощи	7,1	6,8	8,6	7,4	7,2	7,4
Бахчевые	5,6	5,0	6,4	6,7	6,6	6,0
Картофель	3,9	3,7	7,4	6,5	6,6	5,6
Плоды, ягоды и виноград	-	-	10,9	-	10,2	10,5

⁴ Human Development Indices (Sub-National Level) 2010 - 2019. Global Data Lab:

https://globaldatalab.org/shdi/shdi/TKM/?levels=1%2B4&interpolation=1&extrapolation=0&nearest_real=0

⁵ Статистические ежегодники Туркменистана за 2015 г., 2016 г., 2017 г., 2018 г. и 2019 г.

⁶ Статистические ежегодники Туркменистана. Охрана окружающей среды и использование природных ресурсов в Туркменистане за 2018 г.

Основные выращиваемые культуры и площади посевов сельскохозяйственных культур на орошаемых землях по 5-и этрапам Дашогузского веляята, использующих воду из Туямуюнского гидроузла приводится в таблице 6.

Таблица 6: Посевная площадь (нетто) основных сельскохозяйственных культур по этрапам Дашогузского ваята Туркменистана, использующих воду из Туямуюнского гидроузла, за 2018 год, тыс. га (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Наименования	Хлопок-сырец	Овощи	Бахчевые	Картофель	Плоды и ягоды	Виноград	Зерновые, зернобобовые и прочие культуры.	Всего, посевная площадь
Дашогузский ваят	141,3	7,2	6,6	6,63	6,478	1,298	169,49	339,0
В том числе:								
г. Дашогуз		0,08	0,005	0,05		0,006	0,14	0,3
Этрапы:							0	
Гурбансолтан эдже	14,0	1,14	0,604	1,53	0,786	0,263	18,32	36,6
Акдепинский	17,0	0,63	0,785	0,50	0,287	0,063	19,26	38,5
Гёроглы	17,4	0,87	0,579	0,41	0,713	0,343	20,31	40,6
им. С.А.Ниязова	21,4	1,74	0,697	1,87	1,867	0,217	27,79	55,6
Рухыбелент	2,9	0,24	0,343	0,13	0,123	0,023	3,76	7,5
Всего:								178,9

На территории этрапов Дашогузского ваята при поливах сельскохозяйственных культур в основном используется поверхностное орошение, которое является основным традиционным способом орошения всех сельскохозяйственных культур, плодовых деревьев и виноградника.

#

20

D1.7 – Оценка рисков и уязвимости к изменениям климата на локальном уровне – Туямуюнский гидроузел – Узбекистан / Туркменистан

Применяются способы полива по бороздам, полосам и чекам. Преимуществом является возможность использования налаженной системы водоснабжения без дополнительных капитальных вложений, простота и большой опыт применения. Недостатком является большие потери воды при поливах на глубинное просачивание, сбросы в конце борозд и в поливной сети и неравномерность увлажнения почв.

Населённые пункты этрапов Дашогузского ваята Туркменистана не используют электроэнергию от Туямуюнской гидроэлектростанции. Электроэнергия от Туямуюнской гидроэлектростанции используется для населённых пунктов Узбекистана и для эксплуатации гидротехнических сооружений на Туямуюнском гидроузле.

В Дашогузском ваяте ведётся только орошаемое земледелие. Посевная площадь (нетто) по Дашогузскому ваяту по данным статистических ежегодников Туркменистана дана в таблице 7.

Посевные площади в 2014 году составляли 370,4 и в 2018 году 339,0 тыс. га и в среднем за 5-и летний период составили 362,4 тыс. га. Богарных земель в Дашогузском ваяте и этрапах не имеется. Орошаемые площади (брутто) в зависимости от водности реки Амударья за период 2014 - 2018 годы составили 425,7 – 389,7 тыс. га и в среднем за этот период 416,5 тыс. га.

Таблица 7: Орошаемая (брутто) и посевная (нетто) площади земель по Дашогузскому ваяту в тыс. га (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Основные показатели	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г	В среднем
Орошаемая площадь (брутто)	425,7	435,7	418,16	413,4	389,7	416,5
Посевная площадь (нетто)	370,4	379,1	363,8	359,7	339,0	362,4

Примечание: Посевная площадь (нетто) взята по данным статистических ежегодников Туркменистана. Орошаемая площадь (брутто) рассчитана переумножением площади нетто на средний коэффициент земельного использования составил 0,87. Посевная площадь (нетто) по Дашогузскому ваяту в 2012 году составляла 355,1 тыс. га, орошаемая площадь (брутто) Б.К.Балакаева составила 409,27 тыс. га⁷. При этом средний коэффициент земельного использования составил 0,87.

Наименования и расположение этрапов, а также оросительной сети в Дашогузском ваяте приведены на рисунке 6.

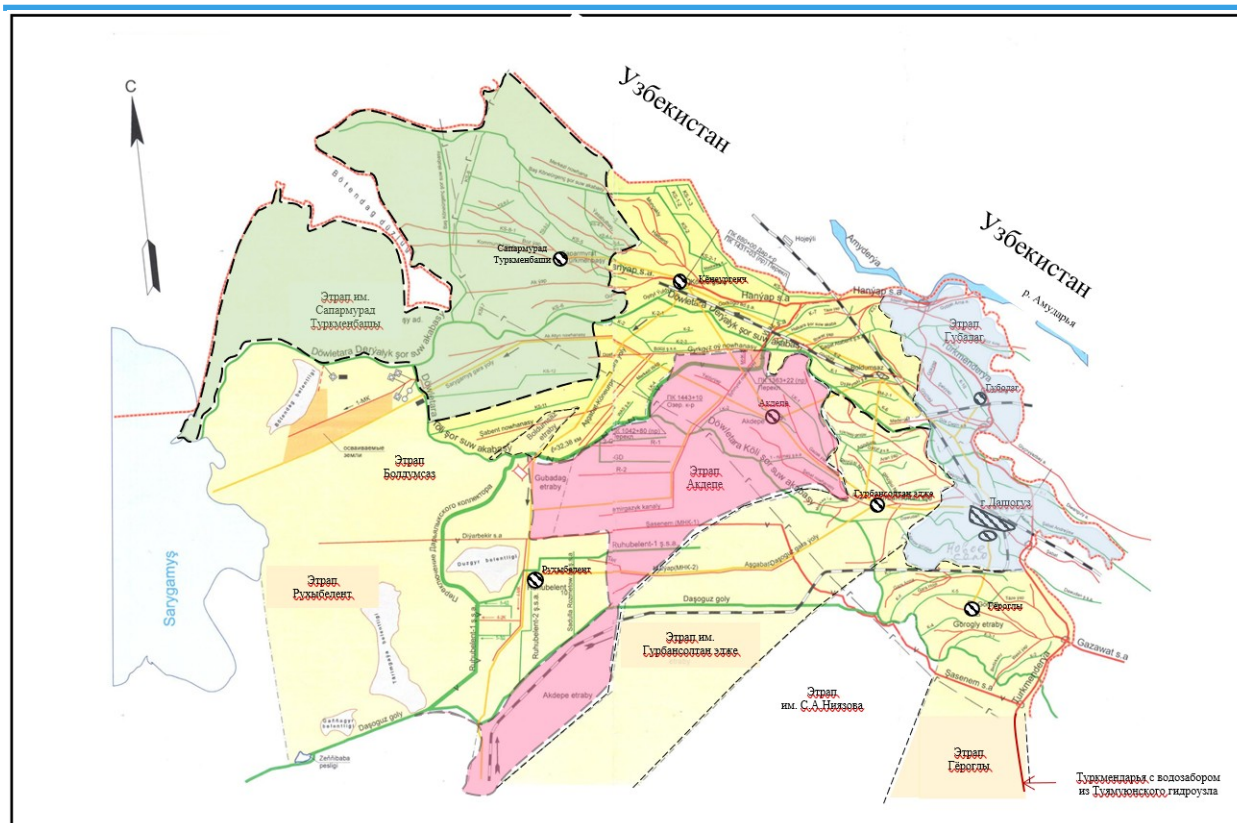


Рисунок 6: Карта этрапов и оросительной сети в Дашогузском велаяте (Статистические ежегодники Туркменистана. Охрана окружающей среды и использование природных ресурсов в Туркменистане за 2018г.) Площади орошаемых и богарных земель по каждому из этрапов Дашогузского велаята даны в таблице 8.

Таблица 8: Посевные (нетто) и орошаемые (брутто) площади по этрапам Дашогузского велаята (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Наименования этрапов Дашогузского велаята	Посевная площадь (нетто), тыс. га	Орошаемая площадь (брутто), тыс. га	Богарные земли, тыс. га
---	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------

⁷ Balakaýew B.K. we başgalar. Türkmenistanyň suw gorlaryny rejeli peýdalanmak boýunça çäreleriň toplumu. – A.: Ýlym, 2013, 204 sah.

Дашогузский вelayт	339,0	389,7	0
В том числе по этрапам:			
Гурбансолтан эдже	36,6	42,1	0
Болдумсазский	22,8	26,2	0
Кёнеургенчский	42,8	49,2	0
Акдепинский	38,5	44,3	0
Сапармурад			0
Туркменбаши	65,3	75,1	
Гёроглы	40,6	46,7	0
им. С.А.Ниязова	55,6	63,8	0
Рухыбелент	7,5	8,6	0
Губодагский	29,3	33,7	0

Площади орошаемых и богарных земель по 5 этрапам Дашогузского вelayта, которые пользуются водами Туюмунского гидроузла, даны в таблице 9.

Таблица 9: Посевные (нетто), орошаемые (брутто) и богарные площади, использующие воды из Туюмунского гидроузла (ТМГУ) по оросительной системе Туркмендарья (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Площади орошения по Туркмендарье из ТМГУ			
Наименования этрапов	Посевная площадь на орошаемых землях (нетто), тыс. га	Орошаемая площадь (брутто), тыс. га	Богарные земли, тыс. га
Гурбансолтан эдже	36,6	42,1	0
Акдепинский	38,5	44,3	0
Гёроглы	40,6	46,7	0
им. С.А.Ниязова	55,6	63,9	0
Рухыбелент	7,5	8,6	0
Всего:	178,9	205,6	0

В животноводстве Дашогузского вelayта разводятся в основном крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот (овцы и козы), верблюды, лошади и птицы.

Поголовья животных по 5-и этрапам Дашогузского вelayта, которые используют воду из Туюмунского гидроузла приводится в таблице 10.

Таблица 10: поголовья животных по этрапам Дашогузского вelayа, которые используют воду из Туямунского гидроузла (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Территория	Крупный рогатый скот		Овцы и козы		Верблюды		Лошади		Птица	
	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019
Дашогузский вelayа, всего в тыс. голов, 100 %	1044,6	1077,8	3551,7	3664,5	16,4	16,4	8,7	8,7	4429,1	4648,1
в том числе:										
г. Дашогуз	5,0	5,1	4,7	4,7	-	-	-	-	167,9	172,0
Этрапы, пользующиеся услугами из ТМГУ по поставке воды:										
1. Гурбансолтанэдже	83,2	86,0	163,1	169,6	0,6	0,6	0,7	0,7	359,9	376,6
2. Акдепинский	120,7	124,6	457,3	478,5	0,9	1	0,9	0,9	636,7	688,9
3. Гёроглы	174,6	180,3	1028,5	1048,6	2,7	2,5	0,4	0,4	1189,0	1251,7
4. им. С.А.Ниязова	135,0	139,5	301,9	321,1	1,5	1,7	0,8	0,8	500,6	514
5. Рухыбелент	22,9	23,6	129,1	132,0	1,4	1,4	0,6	0,6	79,8	81,4
Всего:	541,4	559,1	2084,6	2154,5	7,1	7,2	3,4	3,4	2933,9	3084,6
в % от общего	51,8	51,9	58,7	58,8	43,3	43,9	39,1	39,1	66,2	66,4

Показатели использования водных ресурсов по состоянию на 2018 по этрапам Дашогузского вelayа за 2018 год показаны в таблице 11.

Таблица 11: Основные показатели использования водных ресурсов по Дашогузскому вelayу Туркменистана, млн м³ (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Наименования	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г
Забор воды из всех природных источников по Туркменистану	27697,1	28487,8	28117,7	28856,2	26880,0
в том числе по Дашогузскому вelayу:					
Забор воды из природных источников (р. Амударья)	6246,7	6309,8	6315,2	6321,5	5969,0

Почти вся оросительная сеть Дашогузского вelaya имеет земляное русло (более 99 %). Необходимо отметить, что в Дашогузском вelaye имеются наиболее старые оросительные системы, проложенные в земляном русле. По данным Б. Балакаева средний коэффициент полезного действия межхозяйственной оросительной сети (КПД) в Дашогузском вelaye составляет 0,61⁸.

Количество воды, взятой из источника р. Амударьи и поданной на орошение в хозяйства всех этрапов Дашогузского вelaya, в том числе и из ТМГУ, показано в таблице 12.

Таблица 12: Количество воды, взятой из источника р. Амударьи и поданные на орошение в хозяйства всех этрапов Дашогузского вelaya (2018 г.) (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Показатели использования воды	Всего, млн м ³	
	Использовано в хозяйствах (по данным статистики)	Забор воды из р. Амударьи (рассчитан по среднему значению КПД)
Дашогузский вelay, всего	3641,0	5969
в том числе:		
г. Дашогуз	20,7	34
г. Кёнеургенч	1,2	2
Этрапы:		
Гурбансолтан эдже (из ТМГУ)	379,5	622
Болдумсазский	250,0	410
Кёнеургенчский	424,7	696
Акдепинский (из ТМГУ)	391,7	642
Сапармурад Туркменбаши	895,0	1467
Гёроглы (из ТМГУ)	355,9	583
им. С.А.Ниязова (из ТМГУ)	445,2	730
Губодагский	329,5	540
Рухыбелент (из ТМГУ)	147,6	242

Количество воды, взятой из Туямуюнского гидроузла и поданные на орошение в хозяйства 5-и этрапов Дашогузского вelaya приведены в таблице 13.

Таблица 13: Количество воды, взятой из Туямуюнского гидроузла и поданные на орошение в хозяйства 5-и этрапов Дашогузского вelaya (2018 г.) (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Показатели использования воды	Всего, млн м ³	
	Использовано (по данным статистики)	Забор воды (рассчитан по среднему значению КПД)
Дашогузский вelay, всего, 100 %	3641,0	5969

в том числе из Туямуюнского гидроузла:

г. Дашогуз	20,7	34
Этрапы:		
1. Гурбансолтан эдже	379,5	622
2. Акдепинский	391,7	642
3. Гёроглы	355,9	583
4. им. С.А.Ниязова	445,2	730
6. Рухыбелент	147,6	242
Всего взято и использовано из ТМГУ,	1741	2853
% от общего потребления в Дашогузском веляте	47,8 %	47,8 %

Производство важнейших видов продукции в натуральном выражении по Дашогузскому веляту за период с 2014 по 2018 годы даны в таблице 14.

Таблица 14: Производство важнейших видов продукции по Дашогузскому веляту за период с 2014 по 2018 годы (Статистические ежегодники Туркменистана, 2015-2019)

Виды продукции	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г
Электроэнергия, а млн. кВт. ч	1570,0	1518,0	1615,5	1592,4	1480,4
Элементы сборных конструкций из бетона для строительства, тыс. м3	54,6	41,7	38,0	37,3	41,0
Кирпичи строительные, в млн. шт. условного кирпича	64,0	63,4	75,5	79,5	81,9
Волокно хлопковое, тыс. тон	80,2	86,0	57,6	67,7	53,5
Пряжа хлопчатобумажная, тыс. тон	11,0	12,8	12,9	13,0	11,2
Изделия чулочно-носочные, тыс. пар	3705	4677	1858	1766	1807,3
Мясо, включая субпродукты, тыс. тон	4,6	3,9	3,9	2,2	2,0
Сыр и творог, тон	108	123	104	144	143
Масла растительные нерафинированные, тыс. тон	23,4	21,3	17,3	16,2	14,9
Изделия макаронные, тыс. тон	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Изделия кондитерские, тыс. тон	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4
Хлеб и изделия булочные, тыс. тон	232,3	239,6	253,3	246,1	233,2
Мука, тыс. тон	104,3	112,6	121,8	138,1	135,8
Консервы плодоовощные, млн. условных банок	47,0	47,3	41,9	63,4	63,1

⁸ Balakaýew B. we başalar. "Türkmenistanyň suw gurlaryny rejeli peýdalanmak boýunça çäreleriň toplumy", "Ylym" neşirýaty, 2013. -204 sah.

3.3.2 Хорезмская область и Республика Каракалпакстан (Узбекистан)

Хорезмская область является одним из аграрно-индустриальных регионов Узбекистана. Важную роль в экономике области занимает сельское хозяйство. В нём всё большую роль и значение имеют фермерские хозяйства, число которых после реформы укрупнения превысило показатель 5000. Фермеры сдают около 98% хлопка-сырца и 65% зерна, выращиваемого в Хорезме. Местная промышленность, главным образом, связана с переработкой сельскохозяйственной продукции.

Также имеются предприятия по производству ковров, строительных материалов и пищевых продуктов. Население Хорезмской области составляет 1 866 493 чел. (505 982 семей) по состоянию на 2020 г., плотность населения относительно невысокая – 243 чел/км².

По предварительным данным, валовой региональный продукт Республики Каракалпакстан в 2020 г. увеличился на 2,6% и составил 21 200,9 млрд. сумов. Рост ВВП обусловлен положительными темпами роста в основных отраслях экономики региона, таких как сельское, лесное и рыбное хозяйство - 102,4% (доля в структуре ВРП - 30,4%), промышленность - 104,1% (27,9%), строительство - 101,5% (8,5%) и сфера услуг 101,6% (33,2%). ВРП на душу населения увеличился на 1,1% и составил 11 093,5 тыс. сумов⁹.



Рисунок 7: Отраслевая структура ВВП Республики Каракалпакстан (Комплексный анализ Туямуюнского гидроузла со стороны Узбекистана, 2021)

Основными отраслями сельского хозяйства Республики Каракалпакстан являются производство пшеницы и риса-сырца, хлопководство, животноводство и шелководство, промышленность и строительство. Объем сельскохозяйственного производства в январе-декабре 2020 г. составил 249,8 трлн. сумов, или 102,8% к соответствующему периоду 2019 г., в том числе продукции растениеводства - 123,6 трлн. сумов (103,4%), продукции животноводства.

По состоянию на 2019 год население Республики Каракалпакстан составляло 1 875,4 тыс. человек (419 730 семей). Республика Каракалпакстан содержит самое молодое население, где средний возраст меньше 28 лет.

Плотность населения менее значима, так как население сосредоточено в орошаемых районах вокруг Амударьи. Доходы населения носят ярко выраженный сезонный характер и связаны с количеством сельскохозяйственных работ в данном месяце.

Между провинциями существуют значительные социально-экономические различия. Например, уровень бедности в Хорезмской области низкий, а в Республике Каракалпакстан – средний или высокий. По социально-экономическим показателям Республика Каракалпакстан в целом ниже, чем Хорезмская область. По миграции рабочей силы в Республике Каракалпакстан и Хорезмской области показатели выше среднего по стране. По экономическим факторам обе области имеют показатели чуть выше среднего по стране.

Уровень доходов в Республике Каракалпакстан ниже среднего по стране, в то время как в Хорезмской области он выше национального уровня.

По показателю индекса человеческого развития Республика Каракалпакстан и Хорезмская область находятся в среднем диапазоне со значениями 0,707-0,717.

Между исследуемыми областями есть заметные различия. По миграционной рабочей силе в Узбекистане выделяются Ханкинский и Нукусский районы с высоким уровнем миграционной рабочей силы. Миграция рабочей силы сильно влияет на адаптационные возможности, так как

⁹ Комплексный анализ Туямуюнского гидроузла со стороны Узбекистана, 2021

молодые и среднего возраста работники покидают регион, и внимание к природным ресурсам снижается. Это приводит к более дешевым и краткосрочным решениям. С другой стороны, это увеличивает денежные потоки для преодоления трудных периодов и опасностей, таких как жара и засуха, и увеличивает скорость восстановления. По экономическим показателям, которые включают в себя бизнес-среду, обе области имеют показатели выше среднего по стране. В Узбекистане положительно выделяются Шуманайский и Караузякский районы. Также в области медицинских услуг Ханкинский и Нукусский районы являются исключением в своей области с очень низким уровнем услуг. Ханкинский район в Хорезмской области и в Каракалпакстане Амударьинский и Канлыкульский районы имеют наихудшие показатели, и можно предположить, что они имеют самую высокую социально-экономическую чувствительность проектной территории. Республика Каракалпакстан по сравнению с другими регионами Узбекистана имеет относительно низкий расчетный уровень потребления на душу населения, относительно менее стабильную занятость, более высокий уровень безработицы и гораздо большую зависимость от денежных переводов.

Одиноким пожилым людям составляют большую долю населения в Республике Каракалпакстан наряду с некоторыми другими регионами Узбекистана. В общинах Хорезмской области, наоборот, проживает относительно меньше одиноким пожилым людей. В Республике Каракалпакстан также наблюдается самая высокая доля населения, зарегистрированного как инвалиды¹⁰.

Очень немногие общины в Узбекистане имеют непосредственный доступ к больницам, поликлиникам, аптекам и другим медицинским учреждениям. Те, что имеют – сосредоточены в основном в городских районах. По данным показателей, поселения Республики Каракалпакстан чаще имеют совпадающие факторы риска (Таблица 15).

Таблица 15: Средние по региону значения показателей доступа к местным услугам и инфраструктуре (Seitz W. et al. Uzbekistan. Dynamically Identifying Community-level COVID-19 Impact Risks. WorldBankGroup. 2021. 51 pp.)

Территория	Нет местной больницы	Нет местной поликлиники	Нет местной аптеки	Нет общественных бань	Плотность (семей/домохозяйств)	Средние по размеру городские общины
Каракалпакстан	86.0%	60.7%	66.6%	80.8%	65.4%	18.3%
Хорезмская область	91.1%	76.6%	53.7%	89.0%	17.7%	18.1%

#

Миграция за границу распространена в сельских районах Узбекистана и сильно связана с низким уровнем трудовых доходов. Все общины Хорезмской области отправляют за границу большое количество мигрантов. Тем не менее, многие районы и общины с трудом ведут точный учет миграционных процессов, и оценки, полученные в ходе обследований, довольно приблизительны. По всем показателям в этом измерении общины Республики Каракалпакстан и Хорезмской области чаще всего определяются как наиболее зависимые от миграции и денежных переводов, причем концентрация по обоим показателям во многом совпадает.

3.4 Ключевые секторы и сферы под влиянием изменений климата

Вода является ключевым природным ресурсом, от которого зависят отрасли.

3.5 Стороны, заинтересованные в оценке рисков и уязвимости к изменению климата

Вода является ключевым природным ресурсом, от которого зависят отрасли. Поэтому, основные отрасли, зависящие от Туямуюнского гидроузла, включают производство гидроэнергии, ирригацию, земледелие и снабжение питьевой воды.

Заинтересованные в ОРУИК стороны со стороны Туркменистана – Государственный комитет по водным ресурсам Туркменистана, Министерство сельского хозяйства и охраны окружающей среды (Туркменгидромет), Министерство энергетики Туркменистана, местные администрации этрапов, дайханские (фермерские) общины.

Со стороны Узбекистана заинтересованными сторонами являются – Министерство водного хозяйства, Министерство энергетики, Министерство сельского хозяйства, Центр гидрометеорологической службы (Узгидромет), Государственный комитет по экологии и охране окружающей среды, Центрально-Азиатский научно-исследовательский институт ирригации, местные администрации и общины. Эти организации играют важную роль в политике и управлении территорией.

¹⁰ Worldbank, Dynamically Identifying Community-level COVID-19 Impact Risks, 2020

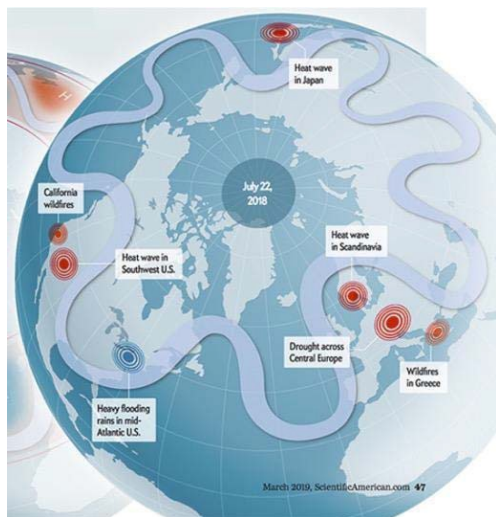
4 ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

4.1 Региональные процессы

На климат в Центральной Азии воздействуют различные климатические системы (Рисунок 8):

- Струйное течение / вихри Россби
- Западные ветры (дожди)
- Антициклоны (Сибирский / Персидский)
- Сезон дождей (избыток осадков)
- Ла-Нинья (засуха)

Струйное течение и вихри Россби являются стимулирующим механизмом для продвижения циклона и антициклона к востоку. Скорость движения вихрей Россби зависит от разницы температур между Северным полюсом и территориями с умеренным климатом. Меньшая разница температур, наподобие вызываемой изменением климата, приводит к снижению скорости или даже остановке вихрей Россби. В результате погода между вихрями стабилизируется. Для Центральной Азии это означает летнюю фиксацию областей высокого давления, приводящую к жаре и засухе.



Типичным результатом остановки вихрей Россби является жара и засуха в одном регионе, и параллельно она приводит к чрезмерному выпадению осадков в соседних областях.

Западные ветры приносят влагу Атлантики и Средиземного моря в Центральную Азию. Зимой Западные ветры находятся под сильным влиянием Сибирского антициклона, летом – Персидского антициклона.

Ослабление **Сибирского антициклона** приводит к более теплым и коротким зимам, осадкам на

#

31

D1.7 – Оценка рисков и уязвимости к изменениям климата на локальном уровне – Туямунунский гидроузел – Узбекистан / Туркменистан

более низких высотах и большему выпадению осадков в северных частях Центральной Азии. Оно также позволяет Балтийскому циклону оказывать большее воздействие в регионе.

Летом **Персидский антициклон** находится под давлением антициклона Сахары и всё больше вытесняется по направлению Каспийского моря. В результате западные ветры поворачиваются к югу и приносят теплые летние дожди в южные регионы, такие как Пакистан. Этот процесс в дальнейшем усиливается остановкой вихрей Россби.

Муссоны продвигаются к северо-западу и становятся более обильными в результате тепла от Индийского океана. Поэтому возрастает вероятность, что муссоны перейдут через хребет Гиндукуш. Это особенно влияет на Памир и в меньшей степени на Тянь-Шань, вызывая обильные осадки (Рисунок 9).



Рисунок 9: Основные климатические системные процессы, воздействующие на климат Центральной Азии

Горы являются основной географической особенностью Центральной Азии, имеющей решающее

значение для климата и водных ресурсов региона. Западные ветры теряют влажность, когда они вытесняются над горами. В результате вышеописанных процессов больше осадков выпадает в виде дождя, осадки наблюдаются на более низких высотах, и температура на больших высотах растет. Это приводит к таянию ледников (Рисунок 10).

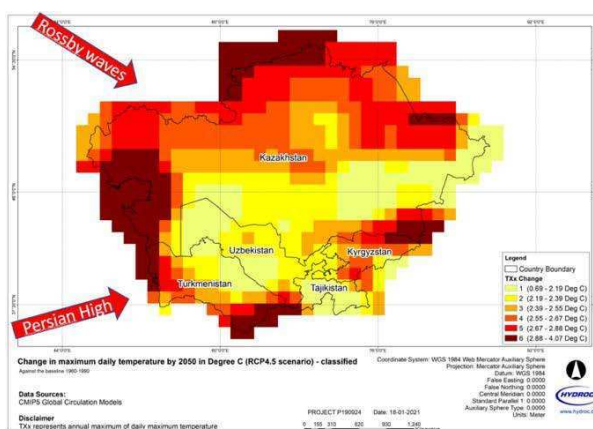


4.2 Последствия для Центральной Азии

Выше упоминалось влияние климатических систем (Рисунок 9). Они проецируются на карты воздействия изменения климата в Центральной Азии по экстремально максимальной температуре, продолжительности засухи, осадкам и экстремальным осадкам для Центральной Азии (RCP 4.5) на основе 7 наиболее подходящих моделей¹¹. Они показывают четкую связь между изменением климатических систем и климатическими сценариями для соответствующих климатических индикаторов в Центральной Азии (Рисунок 11).

¹¹ Методология оценки рисков и уязвимости к изменению климата (ОРУИК) на национальном и субнациональном уровнях - Обзор

Жара



Засуха

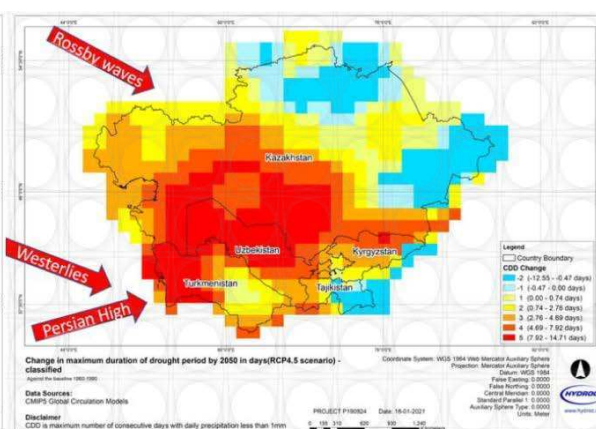


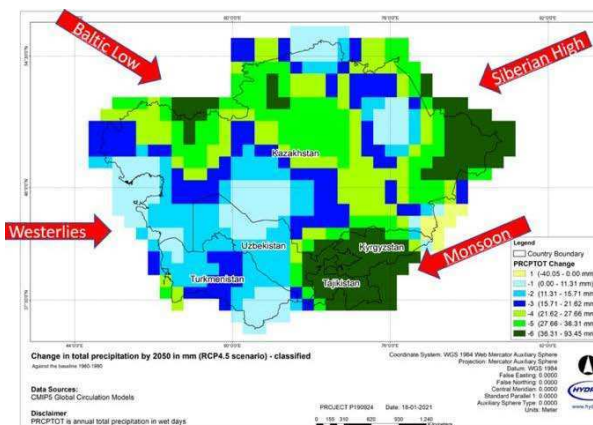
Рисунок 11: Воздействие изменения климата на Центральную Азию

Жара и засуха в основном управляются теми же климатическими процессами.

- Прекращение вихрей Россби летом останавливает движение антициклонов на восток, приводя к периоду жары и засухи

Движение на север Персидского антициклона вызывает сухую и жаркую погоду и поворачивает влажные западные ветры на юг. В результате жара и ее продолжительность в Центральной Азии возрастают за исключением области Памира. На северо-востоке Казахстана это приводит к сокращению периодов засухи (Рисунок 11).

Всего осадков



Чрезмерное выпадение осадков

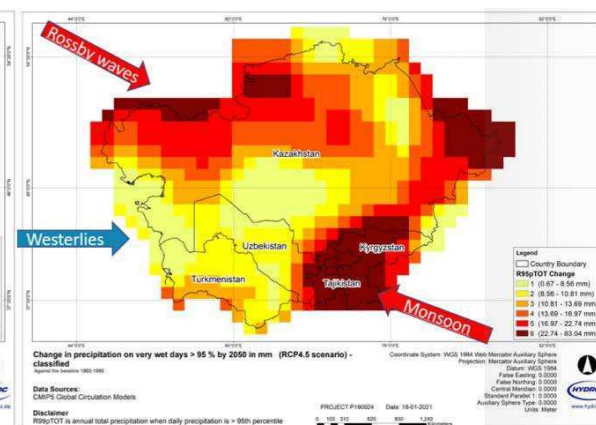


Рисунок 12: Карты осадков

Движение муссона на северо-запад вызывает сильные осадки на юго-западе Центральной Азии;

- Западные ветры приносят теплые дожди, Балтийский циклон несет дождь;

- Ослабление Сибирского антициклона зимой оказывает большее влияние на западные ветры, Балтийский циклон и осадки на более низких высотах. В результате суммарное количество осадков в Центральной Азии увеличивается, особенно в горных районах;
- Муссоны продвигаются на северо-запад и становятся более обильными;
- Прекращение вихрей Россби приводит к циклонам и антициклоны задерживаются на месте на более долгий период. В результате погода может оставаться одинаковой более длительное время. Летом это приводит к засухе, но также к увеличению обильных осадков. Этот эффект сильнее всего проявляется в горных районах.

5 СЕКТОРАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ СЕКТОРОВ ПИЛОТНОЙ ТЕРРИТОРИИ)

Информация и результаты анализа, приведенные в этом разделе, включают как оригинальные данные, полученные в результате проведенной работы, так и взятые из портала знаний по изменениям климата Всемирного банка¹². Концептуальная схема воздействия климата на различные секторы представлена на рисунке ниже (Рисунок 13).

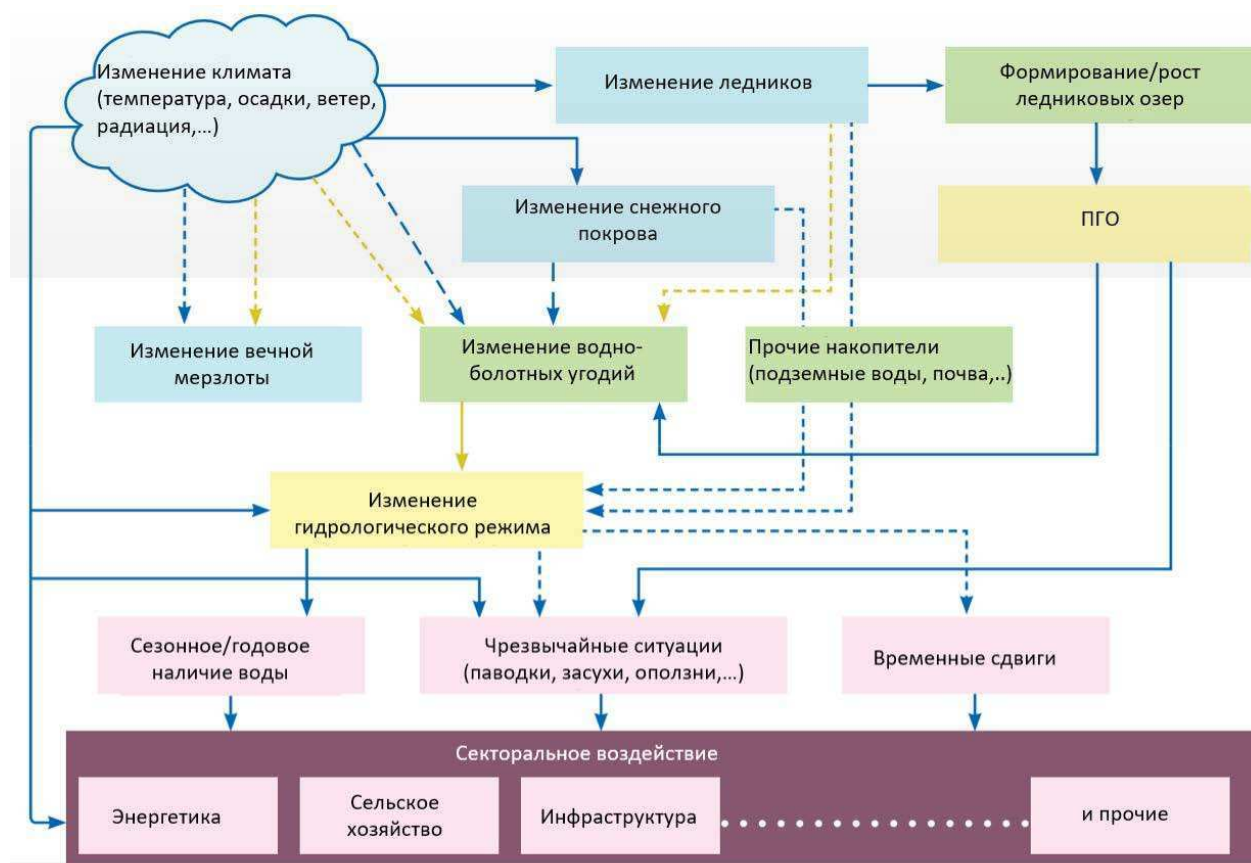


Рисунок 13: Концептуальная схема воздействия климата.

¹² <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

Источник: Воздействие изменения климата на криосферу, гидрологические режимы и ледниковые озера региона Гиндукуш-Гималаи, Луц и др., ICIMOD, 2016 г.

В следующей главе дается краткий обзор потенциального воздействия изменения климата на соответствующие секторы в пилотном регионе и взаимосвязи с климатическими индикаторами. Эта информация используется в качестве исходных данных для оценки рисков и уязвимости в главе 7. В качестве основных секторов для территории Туямуюнского гидроузла были определены сельское хозяйство, водные ресурсы, энергетика и угрозы от межсекторальных проблем.

5.1 Сельское хозяйство

Продовольственная безопасность будет находиться под угрозой вследствие прогнозируемых последствий глобального изменения климата и чрезвычайных погодных условий на питательную ценность и урожайность культур, поголовье скота, рыбное хозяйство и аквакультуру, землепользование. Изменения климата уже повлияли на возможность выращивания культур во многих районах, приводящую к изменениям уровня производства основных сельскохозяйственных культур. На производство сельхозкультур отрицательно влияет возрастание как прямых, так и косвенных климатических крайностей. Прямые чрезвычайные погодные условия включают экстремальные изменения количества дождей, увеличение жарких ночей, крайне высокие дневные температуры, засуху, тепловой стресс, паводки и ущерб от похолодания. Косвенные последствия включают распространение вредителей и болезней, которые также могут иметь пагубное воздействие на системы земледелия¹³.

Некоторые прямые последствия изменений климата в сельскохозяйственном секторе, перечислены в нижеследующей таблице (Таблица 16).

Таблица 16: Перечень воздействий, которые различные климатические индикаторы оказывают на сельскохозяйственный сектор в Туркменистане и Узбекистане

Жара	Осадки	Избыточные осадки	Засуха
------	--------	-------------------	--------

¹³ <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Когда температура поднимается выше 37°C, большинство культур испытывают стресс или вообще перестают расти. Температура выше 40 °C во время цветения зерновых может сделать культуры бесплодными. Такой риск существует практически для всех регионов Туркменистана и Узбекистана. Также с повышением температуры вредители и болезни развиваются раньше в сезоне. Ранняя жара снижает цветение злаков, что приведет к снижению урожая.

Изменяется пригодность культур.

В целом, большее количество осадков, ожидаемое почти по всей стране, увеличило бы урожайность. Однако ожидаемый сдвиг сезонности и увеличение частоты выпадения обильных осадков будет, в сущности, исключать положительное влияние на сектор.

Увеличение обильных осадков вызывает эрозию и заболачивание, снижение фильтрации и поэтому меньшую эффективную влагоемкость. Риск ущерба/гибели культур

Засушливый период подвергает большому стрессу рост культур и увеличивает потребность в воде для богарных и орошаемых возделываемых земель. Он также влияет на производство кормов для скота. Растет ущерб от природных пожаров. Увеличивается деградация земель и ветровая эрозия

5.2 Водные ресурсы

За прошедшее столетие существенный рост населения, промышленная и сельскохозяйственная деятельность и уровень жизни усугубили стресс на водные ресурсы во многих частях Земли, особенно в полупустынных и аридных регионах. Однако, изменение климата будет регионально обострять или компенсировать воздействие нагрузки со стороны населения в следующее десятилетия. Прогнозируется значительное уменьшение возобновляемых ресурсов поверхностных и подземных вод в наиболее засушливых субтропических регионах. И наоборот, предполагается увеличение водных ресурсов на больших высотах. Пропорциональные изменения стандартно от одного до трех раз больше для стока, чем для осадков. Более того, при изменении климата прогнозируется ухудшение качества сырой воды, создавая риски для качества питьевой воды даже со стандартной очисткой¹⁴.

Некоторые прямые последствия, которые изменение климата может вызывать в водном секторе, перечислены в нижеследующей таблице (Таблица 17).

¹⁴ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf

Таблица 17: Перечень воздействий различных климатических индикаторов на водный сектор в Туркменистане и Узбекистане

Жара	Осадки	Обильные осадки	Засуха
Жара увеличивает потребность в воде, и возрастают потери воды вследствие испарения. Таяние ледников увеличивает временный сток, но уменьшает запасы воды. Ухудшение качества воды и рост вредителей	В целом увеличение количества осадков означает, что больше воды имеется для использования.	Рост случаев ливневых осадков означает более высокий риск паводков. Водохранилища комплексного назначения будут нужны для удержания нормального уровня эксплуатации, чтобы учитывать возросший риск паводков. Нижние уровни нормальной эксплуатации означают, что меньше воды доступно пользователям в нижнем течении, когда она им нужна. В дальнейшем это приведет к мутности воды и седиментации, меньшей фильтрации в водоносные горизонты и увеличению нагрузки паразитов на водохранилища и скважины.	Засуха увеличивает спрос на воду, но также и испарение. Это ведет к снижению запасов воды.

5.3 Энергетика

Энергетический сектор связан с колебаниями и изменением климата различными способами. С одной стороны, общая выработка энергии вносит большой вклад в изменение климата посредством выброса парниковых газов. С другой стороны, она также подвергается разнообразным воздействиям колебаний и изменений климата посредством изменений в энергоснабжении (например, перебои в эксплуатации и распределении энергии) и спроса (растущее население и развивающаяся потребность в электроэнергии). Последствия могут быть сложными, как положительными, так и отрицательными. Энергетический сектор важен для этой оценки в отношении газовой электростанции и Туямуюнской гидроэлектростанции.

Некоторые из самых непосредственных последствий, которые изменение климата может вызывать в энергетическом секторе, перечислены в нижеследующей таблице (Таблица 18).

Таблица 18: Перечень воздействий, которые различные климатические индикаторы оказывают на энергетический сектор в Туркменистане и Узбекистане

Жара	Осадки	Избыточные осадки	Засуха
Ископаемое топливо требует воду для охлаждения. Повышение температуры водных объектов неизбежно вызовет снижение охлаждающей способности. Кроме того, вода, сбрасываемая в окружающую среду из охлаждающих систем, будет иметь более высокую температуру, повышая таким образом экологические риски. Ожидается, что к 2050 году затраты энергии, необходимой для охлаждения, возрастут до 25%. Снижена КПД выработки. Снижена мощность передачи	Больше осадков означает больше воды в реках и увеличение потенциала выработки электроэнергии. Однако возникновение более обильных осадков означает, что водохранилища должны будут усилить свою способность задерживать катастрофические паводки, таким образом снижая общую эффективность систем гидроэнергетики	Вследствие возросших рисков паводков нормальные уровни эксплуатации должны быть снижены, таким образом уменьшая общий КПД выработки энергетических систем. Кроме того, риск возникновения паводков может препятствовать передаче и транспортировке электроэнергии. В дополнение к этому, большие паводки вызовут больший перенос наносов, увеличение мутности воды и усиленный износ механического оборудования.	Засухи ограничивают наличие воды, необходимой для охлаждения электростанций на ископаемом топливе, что снижает выработку электроэнергии. Чтобы учесть более частые засухи, в водохранилищах необходимо накапливать больше воды, снижая таким образом выработку электроэнергии.

5.4 Стихийные бедствия

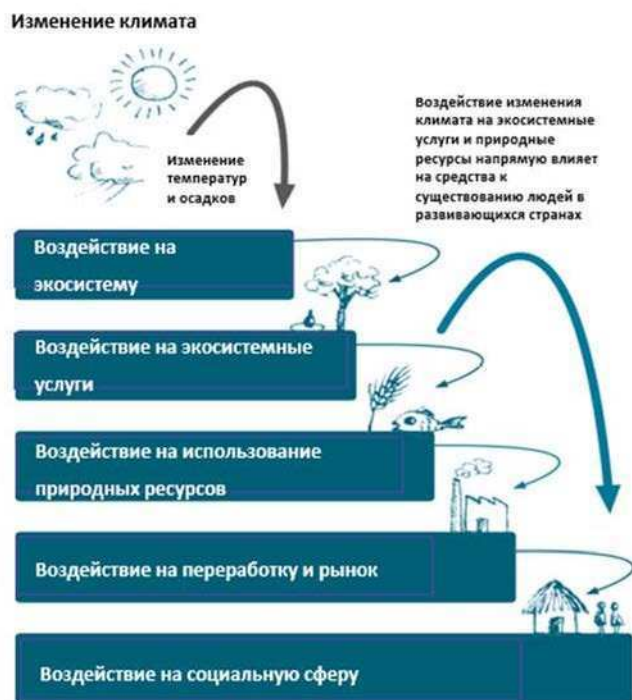
Общие риски от воздействий, связанных с климатом, оцениваются на основе взаимодействия угроз, связанных с климатом (включая опасные события и тенденции), с уязвимостью сообществ (восприимчивость к ущербу и отсутствие способности адаптироваться), и воздействиями на человека и природные системы. Изменения как в климатической системе, так и в социально-экономических процессах, включая меры по адаптации и смягчению последствий, являются движущими факторами угроз, подверженности и уязвимости ([IPCC Fifth Assessment Report, 2014](#)).

Некоторые из самых непосредственных воздействий, которые изменение климата может оказывать на вероятность чрезвычайных ситуаций, перечислены в таблице (Таблица 19).

Таблица 19: Перечень воздействий различных климатических индикаторов на угрозу природных бедствий Туркменистана и Узбекистана

Рост температуры	Осадки	Обильные осадки	Засуха
С повышением температуры как одной из причин, и на большой высоте тоже, ледники тают, увеличивая формирование новых ледниковых озер и вместе с этим вероятность наводнения из-за прорыва ледникового озера.	Осадки теперь выпадают раньше в сезоне и на более низких высотах в горах, тем самым увеличивая риск схода лавин.	Экстремальные ливни увеличивают риск паводков, ливневых паводков, селей, оползней и камнепадов. Риск также очень зависит от деградации земель	Периоды засухи. Ожидается, что засуха станет одним из самых больших экономических ущербов в условиях природных бедствий. А когда риск засухи и дефицит воды происходят одновременно, чувствительность к периодам засухи является высокой. Рост обезлесения (в том числе вызванного человеком)

6 ЦЕПОЧКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА



Изменение климата не оказывает прямого воздействия на сектора. Стресс от изменения климата проявляется в воздействии на экосистемы и экосистемные услуги, и прежде всего в нашем использовании природных ресурсов, переработке, маркетинге и антропогенном воздействии (Рисунок 14)¹⁵. Помимо экосистемы, человеческое поведение также влияет на цепочку воздействий через адаптивную способность населения, а также через свое влияние на природные ресурсы, такое как деградация земель, которое умножает

климатический риск и стихийные бедствия. Также на воздействия влияет инфраструктура, например, такая как плотины (Рисунок 15).

¹⁵ Fritzsche et.al (2014). The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments.

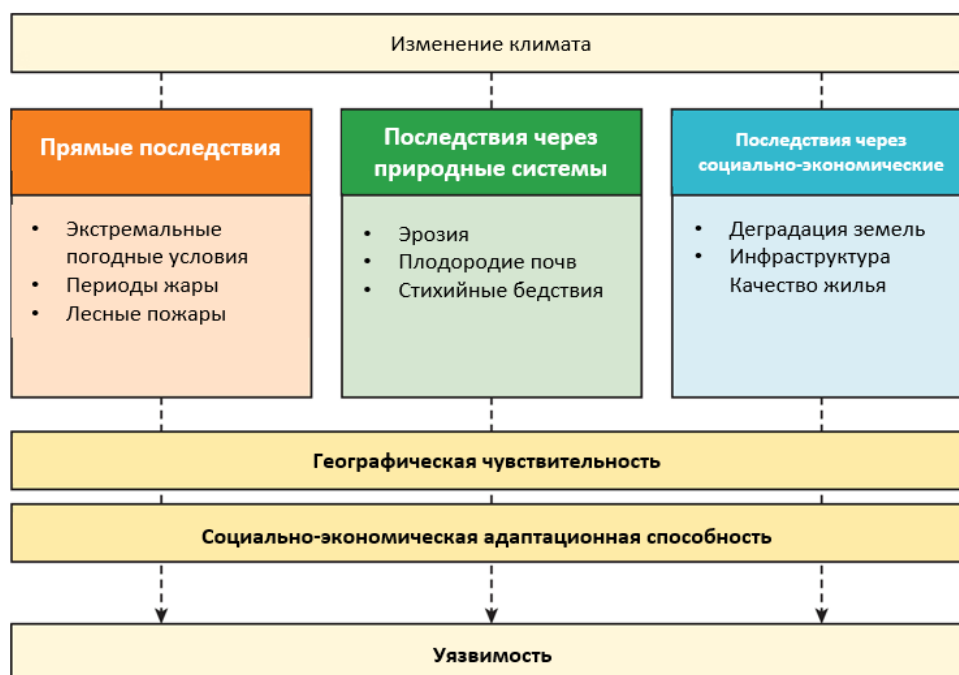


Рисунок 15: Последствия изменения климата

Когда прямое воздействие оказывается на экстремальные погодные условия, такие как аномальная жара, часть воздействия происходит через природные системы и вызывает эрозию и стихийные бедствия. Человеческая деятельность оказывает сильное влияние на последствия при воздействии изменения климата, например, на неустойчивое землепользование, приводящее к деградации земель, а также положительно посредством адаптированного качества жилья и инфраструктуры. Местные географические обстоятельства могут усилить последствия при воздействии изменения климата, таких как риск засухи, дефицит воды, уязвимость, для плодородия земель.

Социально-экономическая ситуация оказывает сильное влияние на способность к адаптации, способность справляться с воздействием климата. Здесь вступают в силу такие факторы, как бедность, здравоохранение и образование.

7 ОЦЕНКА РИСКОВ И УЯЗВИМОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

7.1 Общие аспекты

Оценка риска и уязвимости к изменению климата направлена на устранение разрыва между воздействием климата и адаптацией к изменению климата. Это достигается, помимо подверженности изменению климата, путем включения чувствительности к изменению климата и способности к адаптации в процесс принятия решений. Это приводит к оценке уязвимости. На основе оценки уязвимости легче выбрать адаптационную меру и определить ее приоритетность¹⁶.

Оценка рисков и уязвимости к изменению климата включает 8 основных задач – от выявления проблем посредством сбора данных до составления карт. Поскольку ОРУИК является проблемноориентированной, на этапе подготовки необходимо четко описать проблемы и задействованные секторы. На основе секторов должны быть выбраны климатические индексы (Таблица 20)¹⁷.

Таблица 20: Климатические индексы, используемые для оценки рисков и уязвимости различных секторов

Сектор	Жара	Продолжительность вегетационного периода	Всего осадков	Обильные осадки	Засуха
Сельское хозяйство	V	V	V	V	V
Энергетика			V	V	V
Водное хозяйство	V		V	V	V
Здравоохранение	V			V	V
Транспорт	V			V	
Лесное хозяйство	V	V	V	V	V

¹⁶ Methodology on climate risk and vulnerability assessment (CRVA) on national and sub national levels - Summary

¹⁷ UNFCCC reports and ADB climate proofing of investments

Чрезвычайные ситуации	V	V	V
-----------------------	---	---	---

Чувствительность можно разделить на:

- Географическую чувствительность
 - Дефицит воды, риск засухи, изменение почвенного покрова (дополнительная влажность почвы)
- Социально-экономическую чувствительность и потенциальную способность к адаптации
 - Валовой национальный доход на душу населения, индекс человеческого развития (продолжительность жизни, образование, здравоохранение), удаленность от рынков (потенциал для развития)
- Дополнительную полезную информацию
 - Землепользование, высота над уровнем моря/ уклон, доля рынка, риск паводков

7.2 Методология адаптации к ОРУИК на национальном уровне

Для понимания приоритетности адаптационных мер необходимо различать понятия «воздействие климата», «чувствительность», «способность к адаптации», «уязвимость» (Ошибка! Источник ссылки не найден.)¹⁸:



¹⁸ WWF, Understanding of vulnerability

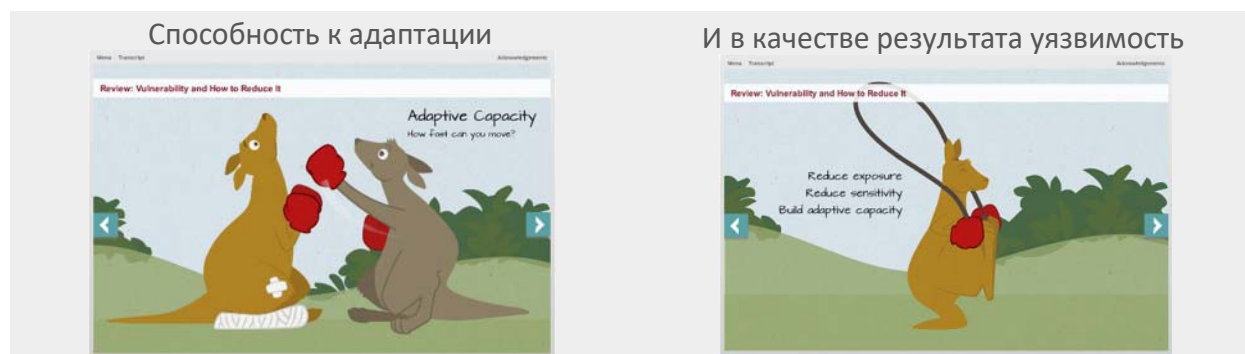


Рисунок 16: Меры адаптации к изменению климата

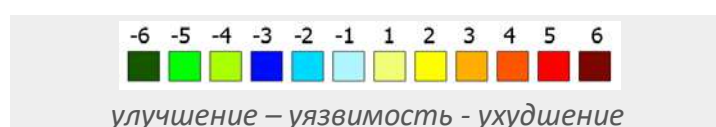
На основании этой информации могут быть выбраны адаптационные меры для снижения чувствительности и/или повышения способности к адаптации.

7.3 Структура воздействия климата

Оценка воздействия изменения климата основана на сравнении среднего значения за период 1960–1990 гг. с данными моделирования в рамках CIMP5 для двух сценариев изменения климата – RCP 4.5 и RCP 8.5 ¹⁹. Ожидается, что в рамках CIMP6 экстремальные параметры будут определены рабочей группой ETCCDI к концу этого года, а первые модели экстремальных параметров, как ожидается, будут доступны к концу 2022 г.

Карты с показателями изменений климата составлены на семи проверенных климатических моделях, представляющих наиболее достоверные результаты для исследуемой территории: CMCC-CM, CSIRO-Mk3.6.0, GFDL-ESM2G, MIROC5, MPI-ESM-LR, MPI-ESM-MR, MRI-CGCM3. Масштаб ограничен пространственным разрешением доступных моделей в рамках CIMP5 по экстремальным климатическим индикаторам и составляет 100x100 км.

Классификация проводится с использованием системы классов по процентилям. Балл варьируется от 6-1 за наиболее отрицательное воздействие до от -1 - -6 за положительное воздействие.



¹⁹ Согласно сценария RCP 4.5, который считается наиболее вероятным, выбросы парниковых газов будут расти до 2040 года, а затем снижаться, вследствие чего ожидается глобальное повышение температуры в среднем на 1,8°C. Сценарий RCP 8.5 является более пессимистичным и предполагает, что выбросы парниковых газов будут расти на протяжении всего XXI столетия, что приведет к глобальному повышению температуры в среднем на 3,7°C.

Карта воздействия климата составляется следующим образом:

- Жара – экстремальная максимальная дневная температура и продолжительность тепла
- Суммарное количество осадков
- Осадки – Обильные осадки, Экстремальные осадки, 1-дневные максимальные осадки
- Засуха – Продолжительность последовательных засух

Географическая чувствительность, связанная с изменением климата, составляется следующим образом:

- Дефицит воды (процент использованных природных водных ресурсов), риск засухи (комбинирует индекс дефицита воды с населением, бедностью)
- Изменения плодородия почв

Социально-экономическая чувствительность, связанная с изменением климата, (и способность к адаптации) строится по следующим индексам:

- Валовый национальный доход на душу населения (бедность), индекс человеческого развития (продолжительность жизни, здравоохранение и образование), удаленность от рынков

На рисунке ниже приведена схема по компоновке информации (Рисунок 17).



Рисунок 17: Схематическое представление анализа рисков и уязвимости к изменению климата

8 АНАЛИЗ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

Национальная ОРУИК²⁰ строится из следующих компонентов:

- Воздействие изменения климата
- Географическая чувствительность, связанная с изменением климата
- Социально-экономическая чувствительность, связанная с изменением климата

Оценка проведена для сценариев RCP 4.5 и 8.5, которые предполагают глобальное повышение температуры воздуха на 1,8 и 3,7°C соответственно. Карты уязвимости к изменениям климата построены для территории, получающей водные ресурсы из Туямуюнского гидузла в Туркменистане и Узбекистане.

Некоторые ключевые выводы из анализа, графически представленные в следующих разделах, можно резюмировать следующим образом:

- **Воздействие изменения климата:** Территория Туямуюнского гидроузла имеет высокую степень воздействия климата. Увеличение жары (до 3,1°C) и продолжительности засухи (до 11 дней) оказывают наибольшее влияние на эту территорию. Экстремальные максимальные температуры более всего повышаются на северо-востоке территории (Рисунок 18). Продолжительность теплого периода сильнее всего увеличивается в северной части пилотной территории на 18% (Рисунок 19). Увеличение количества осадков (до 17 мм/год) (Рисунок 20) нивелируется усилением жары и, соответственно, испарения, а также увеличением продолжительности периодов засухи (Рисунок 24). Увеличение количества осадков будет происходить в основном в виде сильных осадков (до 11 мм) (Рисунок 21 -Рисунок 23). Особенно это касается южной части территории. В результате наибольшее воздействие климата ожидается в юго-западных районах территории расположения Туямуюнского комплекса (Рисунок 25).

²⁰ Based on the adapted methodology of the GIZ guidebook for Climate Risk. Assessment for Ecosystem-based Adaptation

- **Географическая чувствительность, связанная с изменением климата:** Вся территория Туямуянского гидроузла находится в условиях очень высокого дефицита водных ресурсов (высокая доля – более 80% – водных ресурсов используется секторами) (Рисунок 26). Кроме того, риск засухи характеризуется средними или высокими значениями (Рисунок 27). В среднем за последние 20 лет продуктивность почвы немного увеличилась в центральной части территории Туямуянского гидроузла, скорее всего, благодаря улучшению орошаемого земледелия. По краям и за пределами орошаемых территорий наблюдается явное снижение продуктивности почвы, частично из-за изменения климата, частично из-за деградации водных ресурсов и деградации земель, вызванной деятельностью человека. Наибольший рост продуктивности почвы наблюдается в северной и восточной части территории (Рисунок 28). В результате географическая чувствительность сосредоточена на северной и западной окраинах зоны Туямуянского гидроузла (Рисунок 29).
- **Социально-экономическая чувствительность, связанная с изменением климата:** Адаптационный потенциал связан с доходом на душу населения, образованием, здоровьем, ожиданием жизни и удаленностью от рынка. ВНД по ППС на душу населения в Туркменистане (16000 ВНД по ППС на душу населения) значительно выше, чем в Республике Каракалпакстан и Хорезмской области (в среднем 7000 ВНД по ППС на душу населения). По индексу человеческого развития (объединяющему ожидаемую продолжительность жизни, образование и здоровье) все три области имеют низкие показатели, причем Дашогузский велаят ниже, чем Республика Каракалпакстан и Хорезмская область. В условиях растущего населения образование и здравоохранение являются сферами внимания для всей пилотной территории. В сочетании с одноотраслевой экономикой и сезонными доходами домохозяйств, по крайней мере, в Узбекистане, это приводит к высокой социально-экономической чувствительности для всей пилотной территории. Заметные различия наблюдаются между районами в трех областях. В Узбекистане часть района Туямуянского гидроузла – Хонкийский район в Хорезмской области, Амударьинский и Канлыкульский районы в Республике Каракалпакстан – можно считать имеющими самую высокую социально-экономическую чувствительность. Для туркменской части территории такая дифференциация по районам не может быть проведена.

Анализ социально-экономических данных показывает, что доля забора воды сокращается меньше, чем сокращается сброс в Аральское море. В результате имеющийся запас для

покрытия возросших потребностей в воде в результате адаптации к климату недоступен. Поэтому адаптация должна быть направлена на повышение эффективности использования воды.

Высокая потеря воды между забором из Амударьи и использованием на фермерских хозяйствах Дашогузского вelaya составляет около 40%. Потребление воды на гектар посевов также относительно высокое. Оба этих фактора повышают уязвимость, но также предлагают хорошие возможности для экономии воды и повышения эффективности водопользования.

На территориях Туркменистана и Узбекистана, которые поддерживает Туямуюнский гидроузел, увеличивается численность населения, что дополнительно повышает уязвимость.

На территории Дашогузского вelaya Туркменистана увеличивается поголовье скота. В результате сокращения возможностей выпаса на сухих пастбищах зависимость от ирригационной воды будет возрастать, так же, как и риск деградации земель.

На туркменской части территории доходы населения относительно выше, но зависимость от сельского хозяйства также выше. В результате более высокий доход не приводит к снижению уязвимости.

В заключение, карта уязвимости к климатическим рискам (Рисунок 30), составленная на основе трех компонентов, описанных выше, показывает, что уязвимость к изменению климата основана на риске засухи, повышенной жаре, недостаточном уровне образования и здравоохранения. Дегradация земель на территории со стороны Аральского моря повышает уязвимость.

Подробная информация об анализе уязвимости к климатическим рискам, проведенном на территории Туямуюнского гидрокомплекса, представлена в следующих разделах.

8.1 Секторальная уязвимость (для отдельных секторов пилотной территории)

Разные секторы по-разному реагируют на изменение климата. На основании воздействия, описанного в главе 5, это приводит к нижеследующей уязвимости.

- Ожидается, что **сельское хозяйство** пострадает от воздействия климата на территории Туямуюнского гидроузла. Наибольшее влияние окажет увеличение экстремальной

температуры (Рисунок 18) и продолжительности теплого периода (Рисунок 19). Поскольку температура выше 37-40°C будет достигаться во время вегетации раньше, то эффективный вегетационный период может стать короче. Пшеница и фрукты, обладая относительно низкими значениями стрессовой температуры, как ожидается, более остальных культур пострадают от климатического воздействия. Хлопок переносит более высокие экстремальные температуры, но и для этой культуры воздействие климата превышает стрессовые температуры. Увеличение экстремальных осадков (Рисунок 22) нивелирует преимущества увеличения общего количества осадков (Рисунок 20). Деградация земель наблюдается на севере и западе пилотной территории. Дефицит водных ресурсов и риск засухи, упомянутые в разделе "Водные ресурсы" данного отчета, дополнительно оказывают усиливающее воздействие изменения климата. Повышение уровня образования населения и передача знаний, как ожидается, повысят адаптационный потенциал и должны быть предметом особенного внимания, так же, как и служба здравоохранения.

- **Водный сектор** может ожидать увеличения нагрузки в результате увеличения периодов засухи, водного стресса и риска засухи в районе (Рисунок 26, 27). Эти факторы могут также повлиять на доступность питьевой воды. Это сопровождается увеличением спроса на воду для большинства секторов. Увеличение количества обильных осадков повысит потребность в увеличении буферной емкости. Вместе с увеличением испарения это приведет к снижению эффективной емкости запасов воды. В верхнем бассейне Амударьи (Пяндж) количество осадков увеличивается, но в основном в виде экстремальных осадков (Рисунок 34). Также в верхнем бассейне наблюдается тенденция деградации земель (Рисунок 28). Ожидается, что это сочетание приведет к увеличению максимального стока примерно на 20%²¹. Для Амударьи это означает, что риск наводнений возрастает. Кроме того, возникает смещение высоты выпадения осадков на более низкую высоту и сезонный сдвиг на весну²². После 2050 года влияние таяния ледников уменьшится^{23 24}, но увеличение количества осадков будет продолжаться. Ожидается, что сочетание таяния ледников,

²¹ Climate Resilience in design and operation of irrigation and flood control projects in the Pyanj valley, ADB, 2017

²² Snow cover variability in central asia, Andreas Dietz, a.o., 2013

²³ impacts of climate change on the cryosphere, hydrological regimes of the Hindu Kush and Himalayas, Lutz et al., ICOMOD, 2016

²⁴ Glacier Resources of Tajikistan, Kyamov.A

деградации земель, увеличения количества осадков, а также увеличение продолжительности засухи приведет к более экстремальным значениям расхода воды и выносу взвешенных веществ в Амударье, к которым необходимо адаптировать управление водохранилищами и управление рисками наводнений. При этом не учитывается развитие гидроэнергетики и ирригации в верхнем течении реки^{25 26 27}.

- **Энергетический сектор** может ожидать значительных экстремальных ситуаций в водоснабжении, что требует большего резервирования на случай засухи и экстремальных значений расхода воды, что снижает эффективность. Ожидается, что экстремальный расход увеличится на 20% для реки Пяндж²⁸, в сочетании с увеличением пятидневных осадков в горах Памира и Афганистана и деградацией земель в Афганистане и на юге Таджикистана, увеличение мутности воды в Амударье продолжается²⁹ и скорее всего будет продолжаться, что приведет к увеличению отложений в Туямунском гидроузле. Это также повлияет на запасы воды для орошения.
- Основными **опасными явлениями**, частота которых, как ожидается, возрастет, являются жара и засуха. Ожидается, что жара, засуха и деградация земель будут приводить к наиболее высоким экономическим ущербам, связанными с климатом.

Образование и здравоохранение в регионе требуют дополнительного внимания в связи с уязвимостью.

8.2 Воздействие изменения климата

Анализ воздействия изменения климата был проведен для двух сценариев изменения климата: RCP 4.5 и RCP 8.5.

Сценарий RCP, или Репрезентативный путь концентрации – это траектория концентрации парниковых газов (не выбросов), принятая МГЭИК. Четыре пути использовались для

²⁵ WFP/UNEP, climate change in afghanistan 2016

²⁶ The Afghan part of the Amu Darya Basin, IMpact of irrigation in Northern Afghanistan on Water use in the Amu Darya Basin, W.Klemp et.al. FAO, 2010

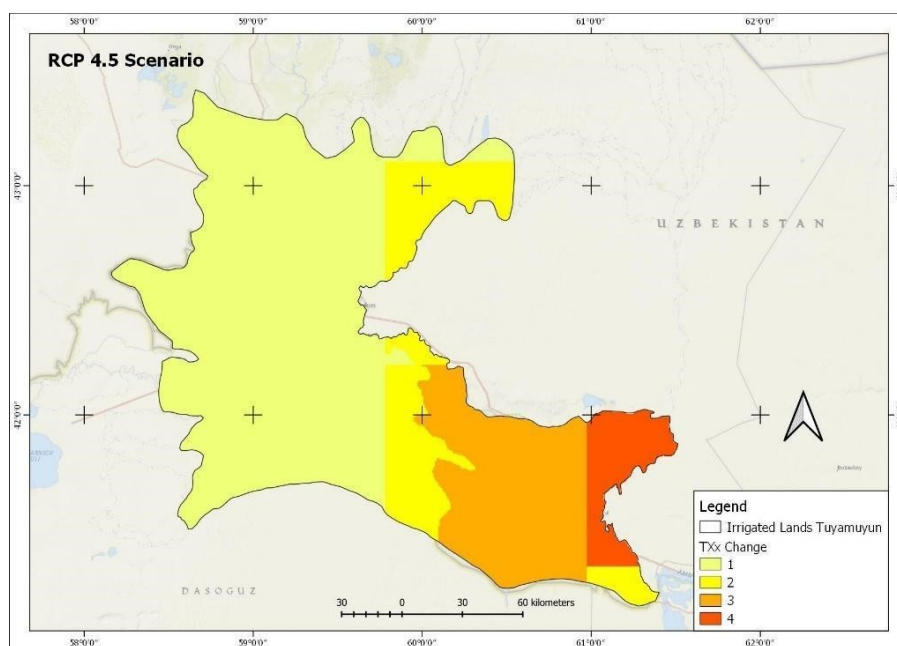
²⁷ Review of current and possible future relations in Amu Darya Basin, Hassani, Kabul, 2017

²⁸ Climate Resilience in design and operation of irrigation and flood control projects in the Pyanj valley, ADB, 2017

²⁹ ESA Climate Dashboard, water reservoirs and lakes - <https://climate.esa.int/en/odp/#/project/lakes>

моделирования климата и исследований для пятого оценочного доклада МГЭИК (ДО5) в 2014 году. Эти пути описывают различные варианты будущего климата, все они считаются возможными в зависимости от объема парниковых газов (ПГ), выбрасываемых в ближайшие годы. RCP - первоначально RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 и RCP 8.5 – помечены после возможного спектра значений радиационного воздействия в 2100 г. (2.6, 4.5, 6 и 8.5 Вт/м², соответственно). На практике, сценарии RCP 4.5 и RCP 8.5 означают повышение глобальной температуры на 1,8 и 3,7°C соответственно. Для Туркменистана и Узбекистана в данной оценке используется относительное изменение для территории страны.

8.2.1 Изменение максимальной дневной температуры в районе Туямуюнского гидрокомплекса (ТХх)



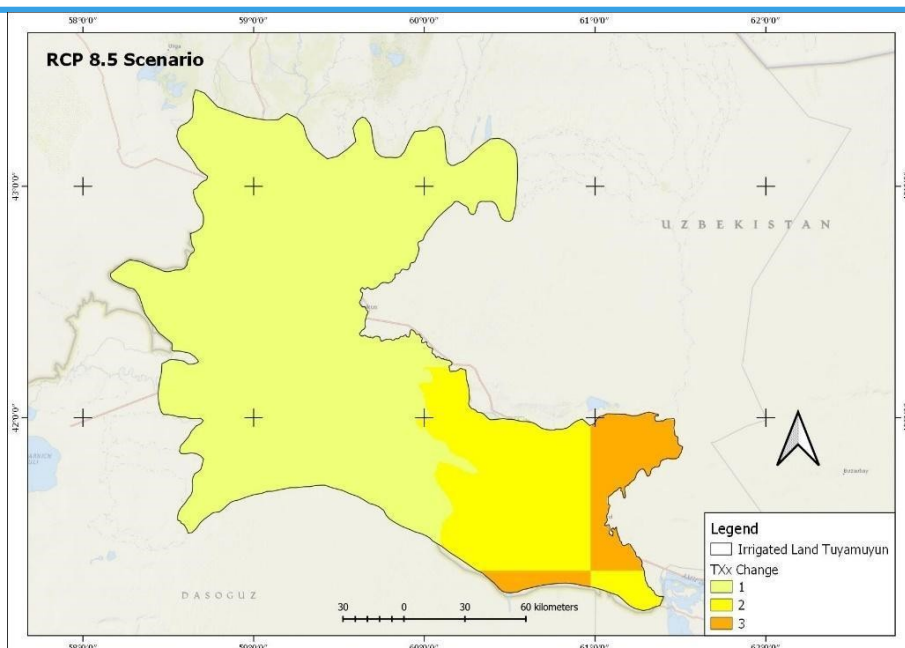
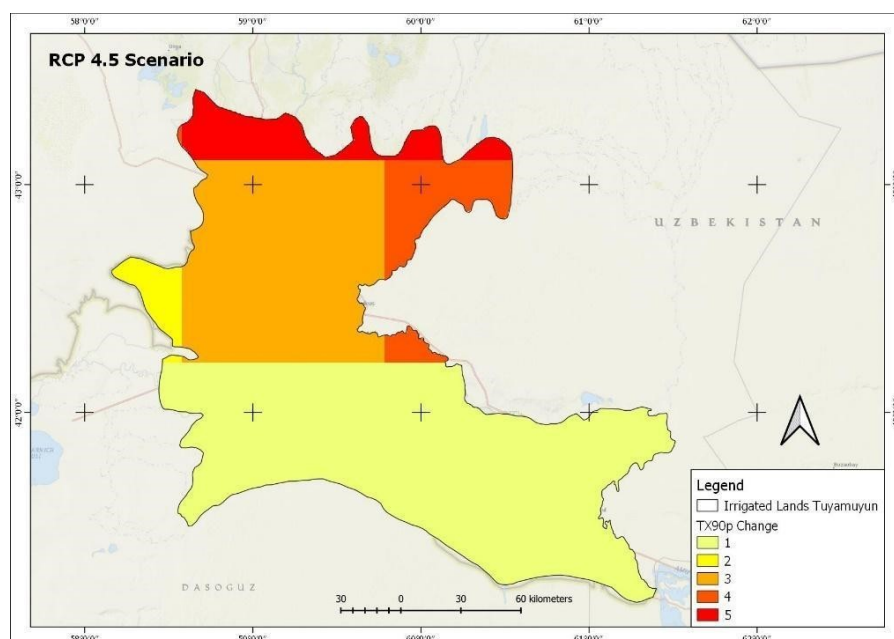


Рисунок 18: Прогнозируемое изменение максимальной дневной температуры (TXx) к 2050 г. по сравнению с базовой за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. TXx соответствует годовым максимальным значениям ежедневных максимальных температур.

Наибольшие изменения максимальной дневной температуры ожидаются на востоке исследуемой территории. Основное влияние на это оказывают Персидские антициклоны, которые проявляют в целом тенденцию постепенного сдвига на север, уменьшая общее количество выпадающих осадков и обеспечивая жаркую погоду.

8.2.2 Изменение количества дней с максимальными температурами (Tx90p)



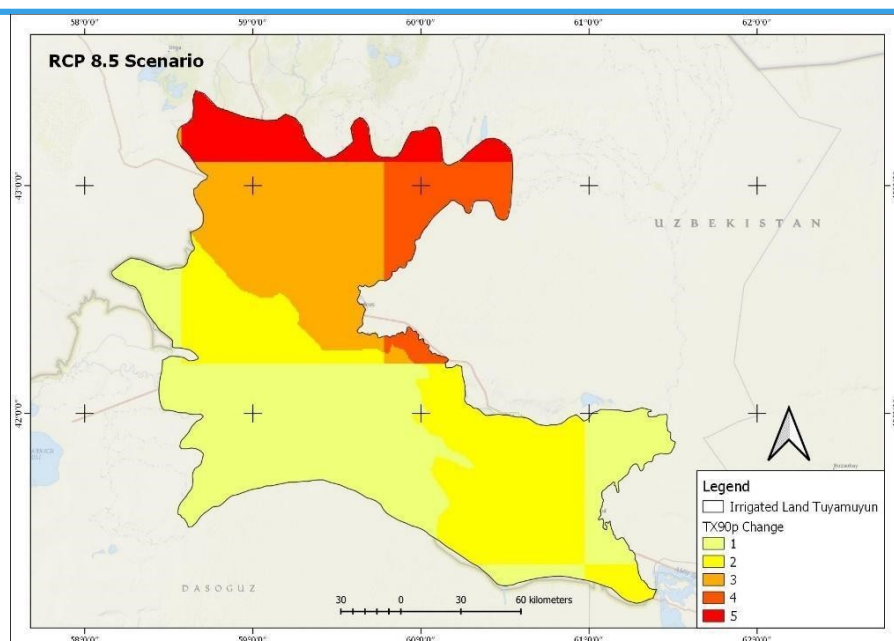
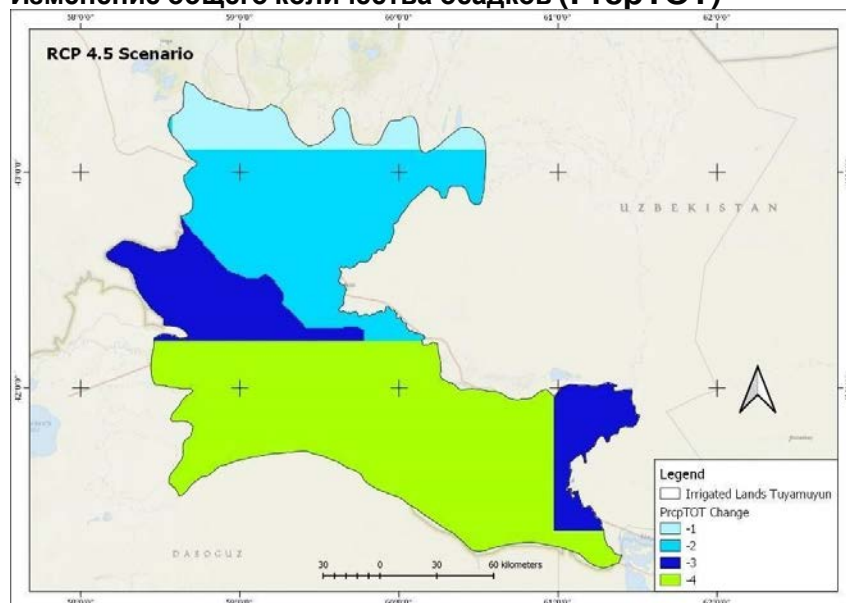


Рисунок 19: Прогнозируемое изменение процента дней, когда максимальная дневная температура превышает 90 перцентиль (TX90p) к 2050 г. по сравнению с базовым за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. TX90p соответствует % дней, когда дневная максимальная температура > 90-го перцентилья

Процент дней с максимальными температурами в году также возрастает, особенно в северной части территории преимущественно в узбекской ее части по направлению к Аральскому морю. Стоит отметить, что данная пространственная закономерность не совпадает с распределением абсолютных значений максимальной температуры на территории.

8.2.3 Изменение общего количества осадков (PrcpTOT)



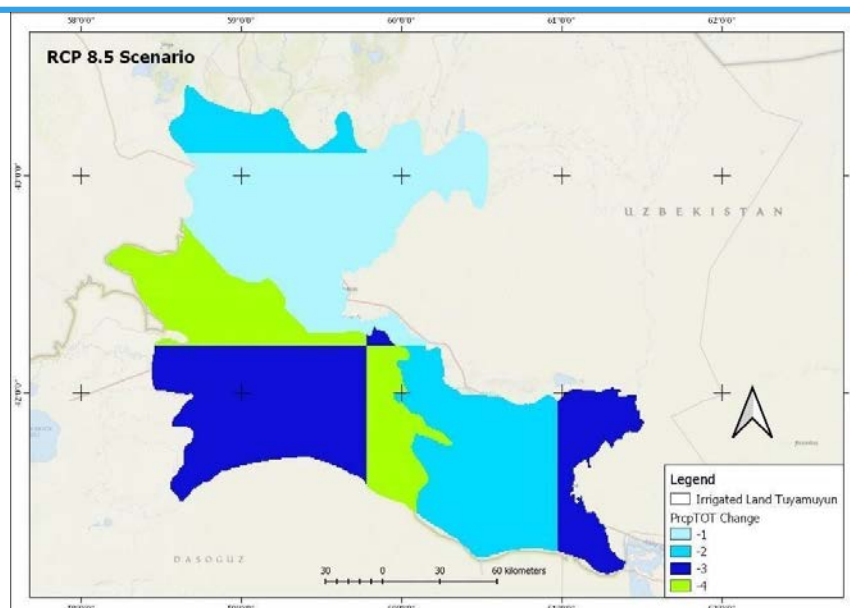
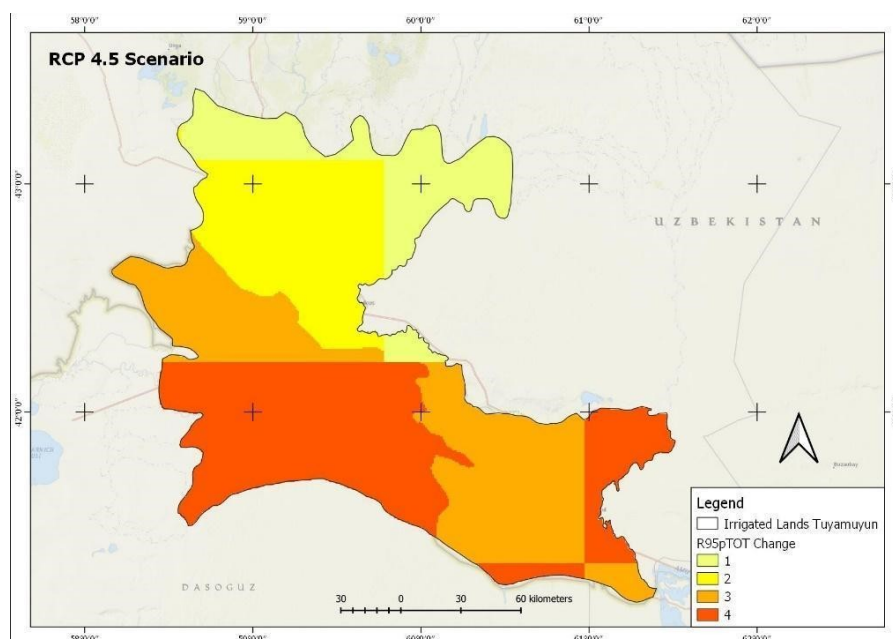


Рисунок 20: Прогнозируемое изменение общего количества осадков к 2050 г. по сравнению с базовым за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5.

Общее количество осадков соответствует годовым осадкам в дождливые дни

Общее количество осадков на изучаемой территории увеличивается, в северной части в меньшей степени, чем в южной (по более вероятному сценарию RCP 4.5). Благодаря постепенному ослаблению действия Сибирских циклонов наблюдается сезонный сдвиг выпадения осадков с ранней зимы на позднюю зиму и с раннего лета на раннюю весну.

8.2.4 Обильные осадки (Rx95p)



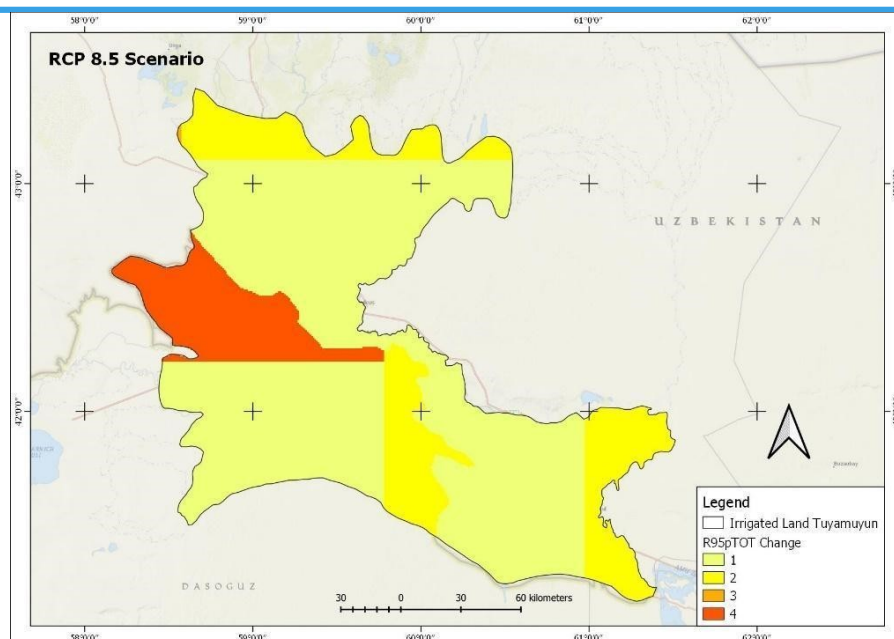
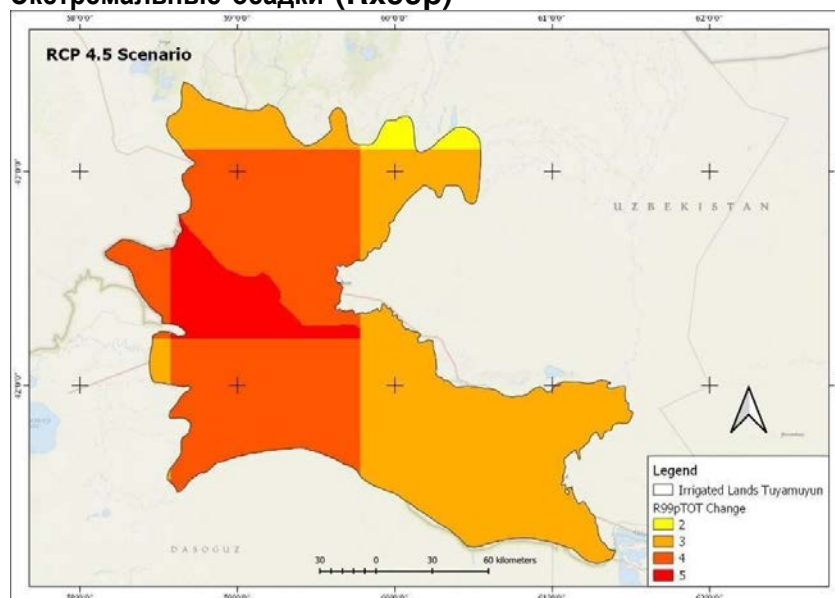


Рисунок 21: Прогнозируемое изменение осадков в очень дождливые дни > 95% (R95p) к 2050 г. по сравнению с базовым за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели СМIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. R95p соответствует общему годовому количеству осадков, когда осадки за день > 95-го процентиля.

Количество сильных осадков, так же, как и общее количество осадков, будет увеличиваться. Согласно сценарию RCP 4.5, в южной (преимущественно туркменской) части территории Туямуюнского гидрокомплекса наблюдается более интенсивный тренд увеличения сильных осадков.

8.2.5 Экстремальные осадки (Rx99p)



8.2.6

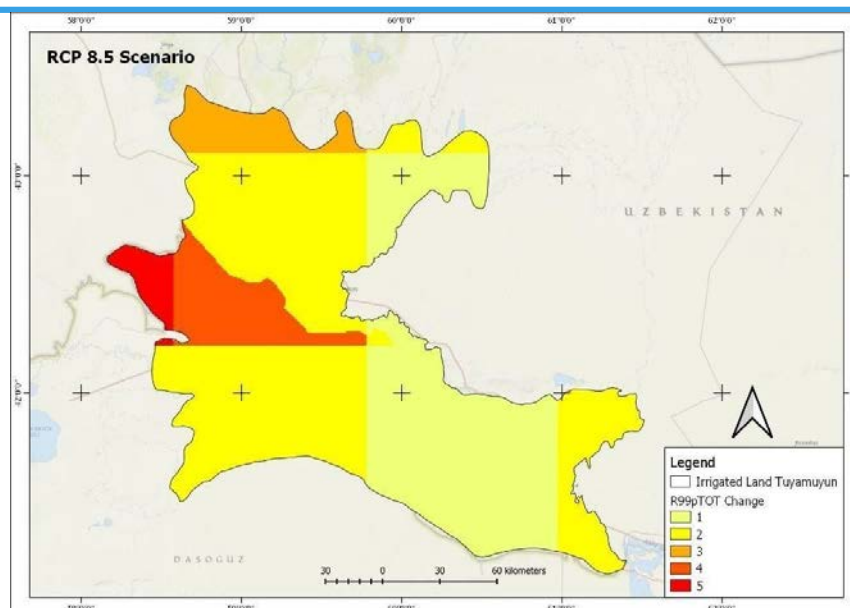
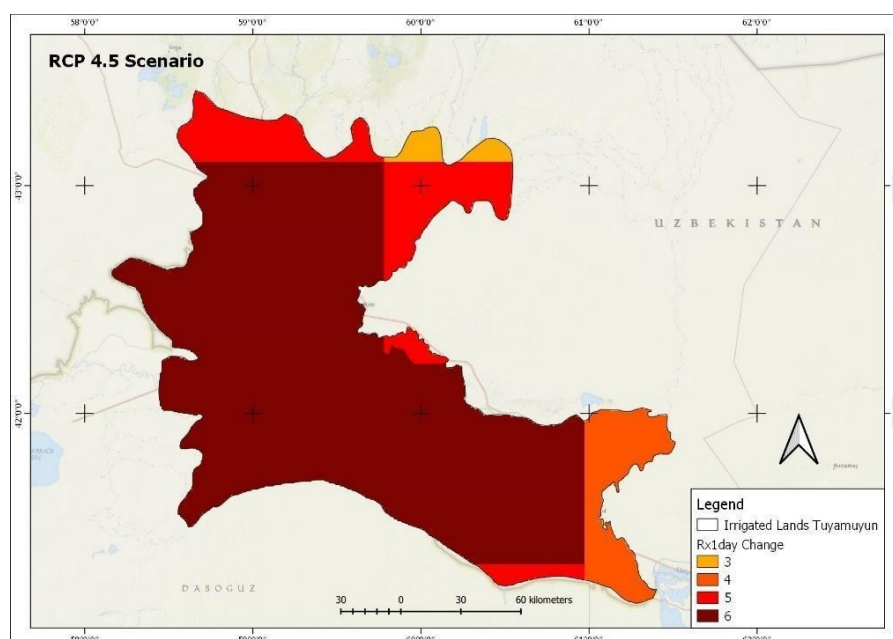


Рисунок 22: Прогнозируемое изменение осадков в очень дождливые дни > 99% (R99p) к 2050 г. по сравнению с базовым за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. R99p соответствует общему годовому количеству осадков, когда осадки за день > 99-го процентиля

Величина экстремальных осадков тоже проявляет тенденцию к увеличению, особенно в западной части территории Туямунского гидроузла. Это приводит к рискам наводнений, интенсификации выноса взвешенных частиц с речным стоком и седиментации в водохранилищах.

8.2.7 Максимальные дневные осадки (Rx1-day)



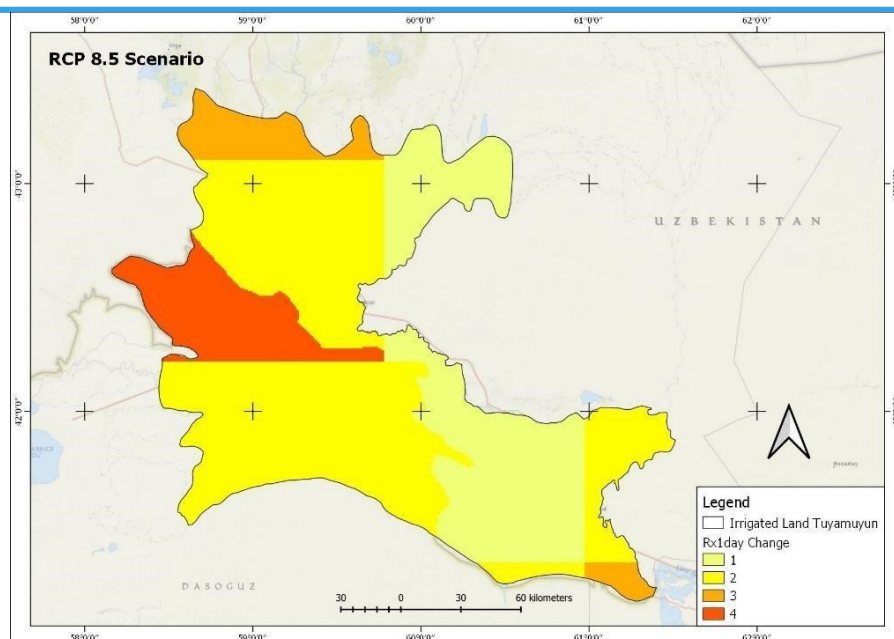
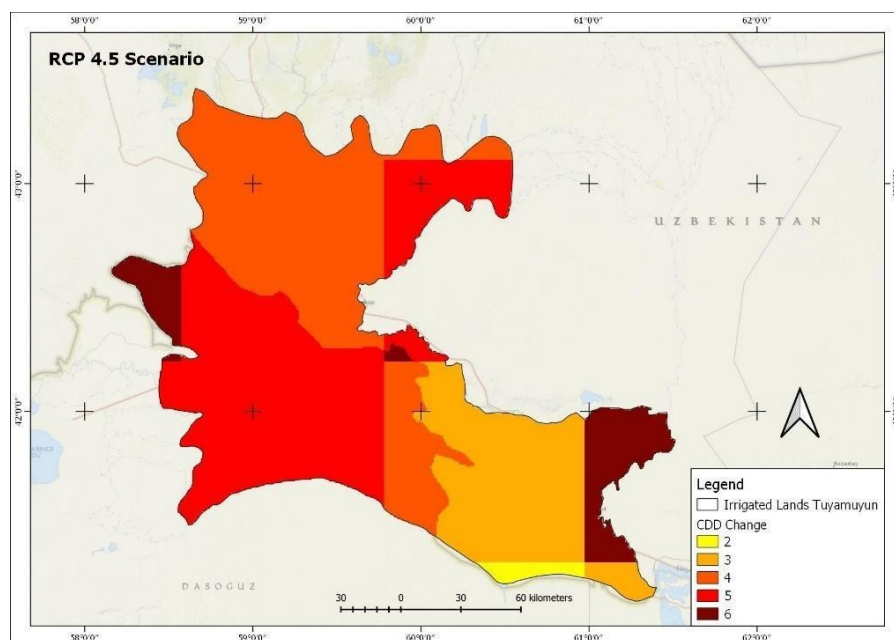


Рисунок 23: Прогнозируемое изменение максимальных однодневных осадков в год (R1-day) к 2050 г. по сравнению с базовыми за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели СМIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. Rx1day соответствует годовому максимальному количеству 1-дневных осадков. Максимальные дневные осадки проявляют заметную тенденцию к росту практически по всей территории Туямунского гидрокомплекса, особенно для сценария RCP 4.5. Этот показатель также свидетельствует о повышенных рисках наводнений на Амударье и ее притоках.

8.2.8 Продолжительность засушливого периода (CDD)



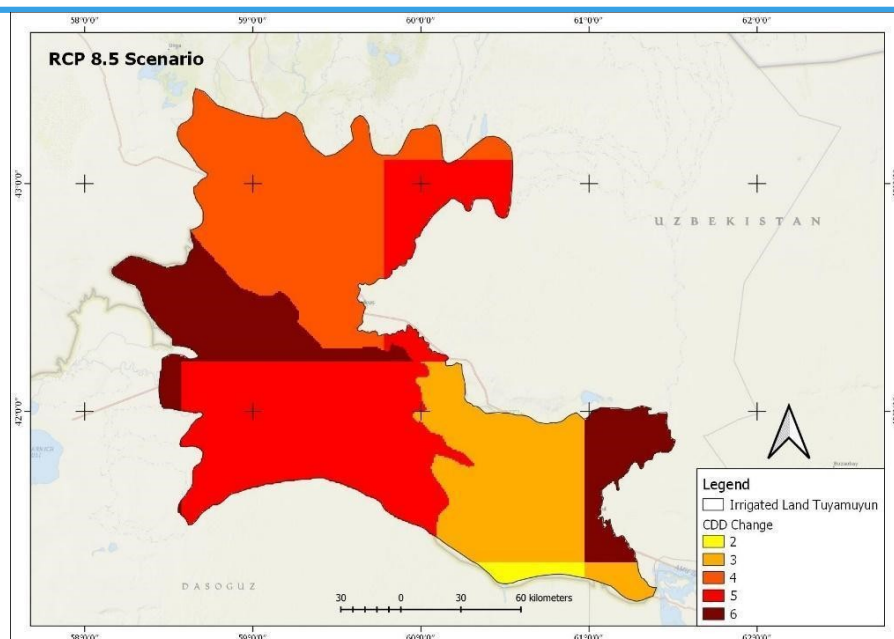
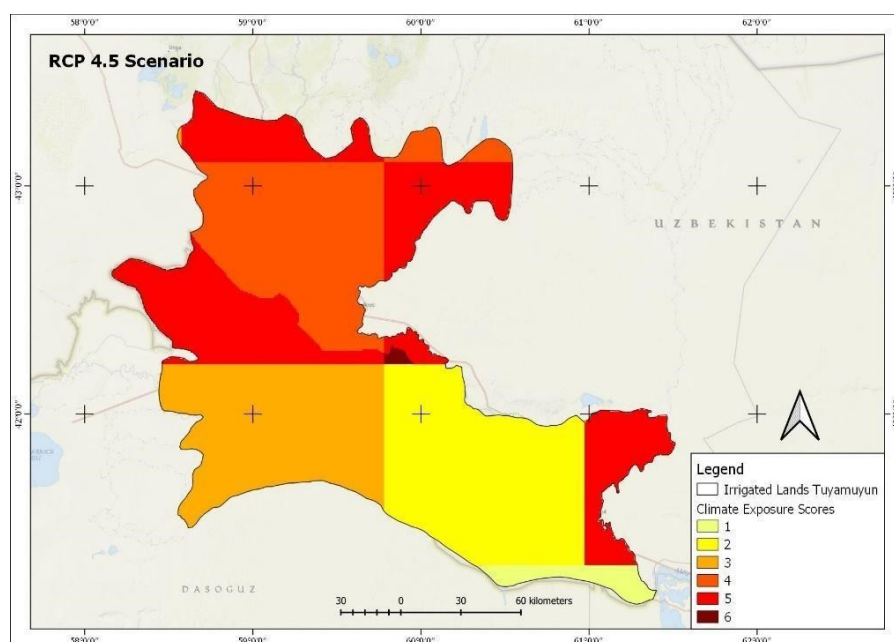


Рисунок 24: Прогнозируемое изменение максимальной продолжительности засушливого периода (CDD) к 2050 г. по сравнению с базовой за 1960-1990 гг. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. CDD является максимальным числом последовательных дней с дневными осадками менее 1 мм.

Продолжительность засушливого периода в течение года будет возрастать на всей территории Туямунского гидрокомплекса, хотя степень роста варьирует в зависимости от пространственного распределения температур и осадков.

8.2.9 Комбинированное воздействие климата



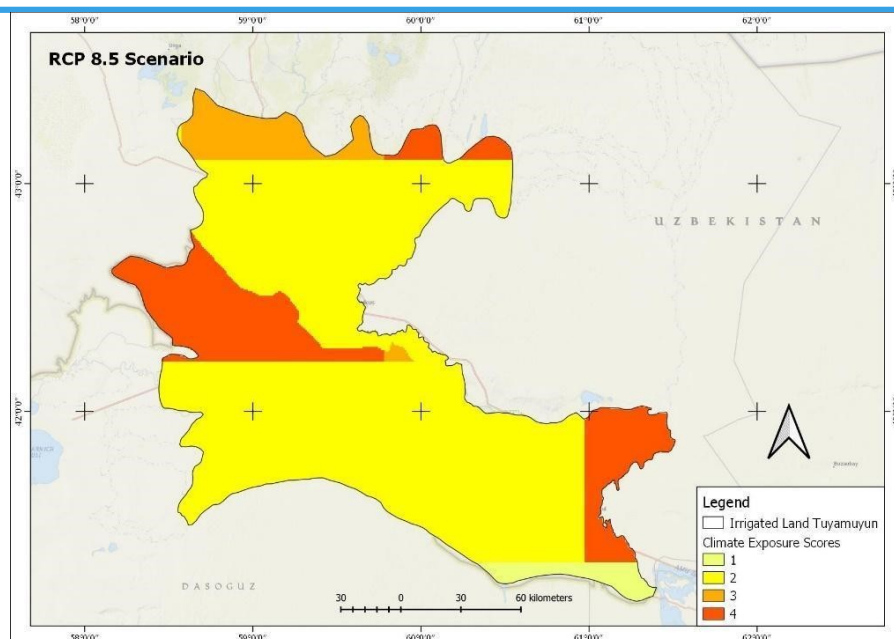


Рисунок 25: Общее воздействие климата как сумма баллов классифицированных климатических карт для жары/суммарных осадков/доли обильных осадков/продолжительности засухи к 2050 г. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5.

Общее воздействие климатических факторов в большей степени проявляется на северной половине территории Туямуюнского гидрокомплекса. Наибольший вклад в это вносят соответствующие изменения максимальной температуры и продолжительности засушливого периода в течение года.

8.3 Географическая чувствительность, связанная с изменением климата

8.3.1 Дефицит воды (процент от использованных водных ресурсов)

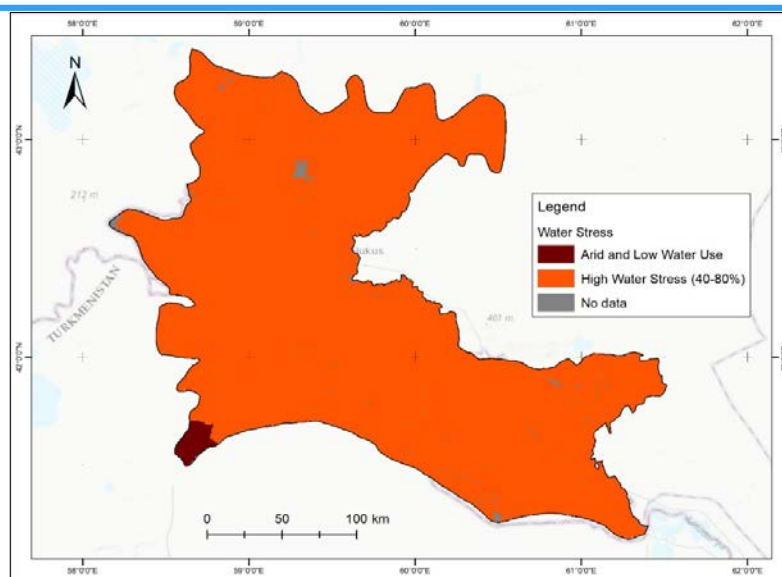


Рисунок 26: Годовой базовый (1960-2014 гг.) дефицит воды. Данные Aqueduct 3.0, Институт мировых ресурсов (WRI). Базовый дефицит воды измеряет отношение секторального спроса на воду к наличию воды, затем выражаемое в процентах.

Дефицит водных ресурсов, который выражается отношением спроса на воду к величине доступного объема воды, относится к категории высокого для всей территории Туямуюнского гидроузла. Это означает, что от 40 до 80 % объема доступных водных ресурсов используется для различных нужд, прежде всего для орошения.

8.3.2 Риск засухи (население, вероятность, % водопользования)

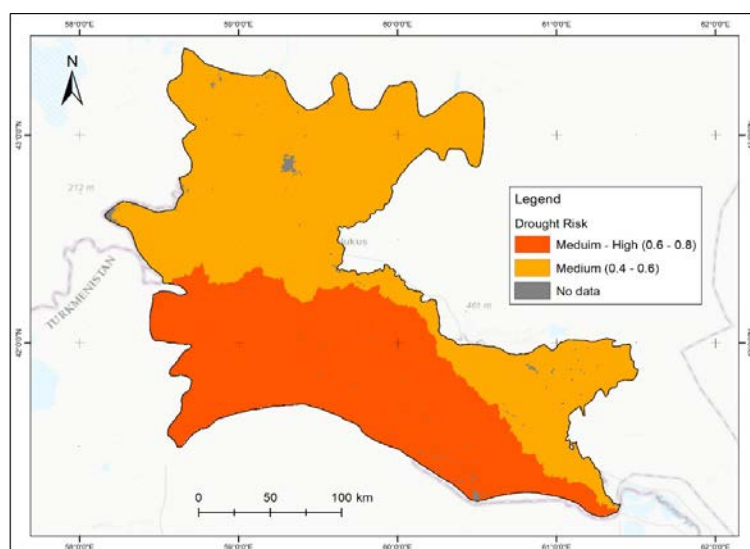


Рисунок 27: Годовой базовый (2000-2014 гг.) риск засухи. Из Aqueduct 3.0, Институт мировых ресурсов (WRI).

Риск засухи измеряет, где вероятно возникновение засухи, задействованное население и активы, уязвимость населения и активов к неблагоприятным воздействиям

Риск засухи является расчетным показателем, который обозначает места вероятного возникновения засух, концентрацию населения и активов, подверженных воздействию засухи, а также уязвимость населения и активов к неблагоприятным последствиям засух. Для южной части территории (преимущественно туркменской) риск засухи оценивается от среднего до высокого. Для северной части этот показатель несколько меньше и относится к категории среднего. Это связано с более высокой плотностью населения и большей частотой проявления засух в южной части территории.

8.3.3 Продуктивность земель (изменение почвенного покрова в 2000-2020 гг)

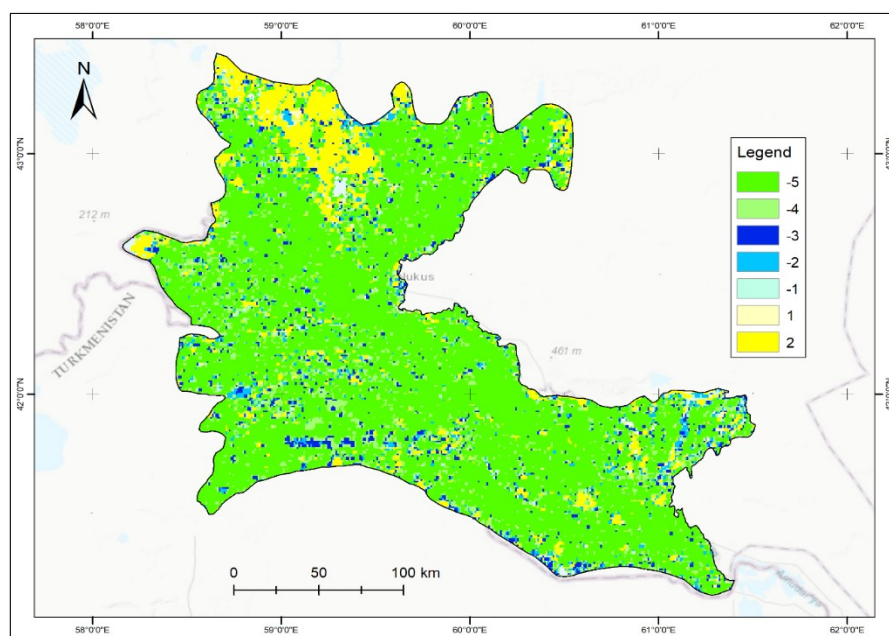


Рисунок 28: Изменение NDVI как индикатора плодородия почв за 2000-2020 гг. для пилотной территории.

Данные NASA LP DAAC в центре USGSEROS. NDVI среднеразрешающего спектрометра с формированием изображения рассчитывается по атмосферно коррелированной двунаправленной отражающей способности поверхности, замаскированной для воды, облаков, тяжелых аэрозолей и теней от облаков

Индекс NDVI показывает, что практически по всей территории Туямунского гидроузла наблюдается относительно благоприятное изменение состояние почвенного покрова в сторону его улучшения в результате совершенствования методов обработки земель, начиная с 2000 г. Однако, в северной части территории и местами на ее краях прослеживается ухудшение данного показателя, что означает процессы деградации почв, связанные, возможно, с более интенсивным земледелием и выпасом скота (Рисунок 28).

8.3.4 Комбинированная географическая чувствительность, связанная с изменением климата

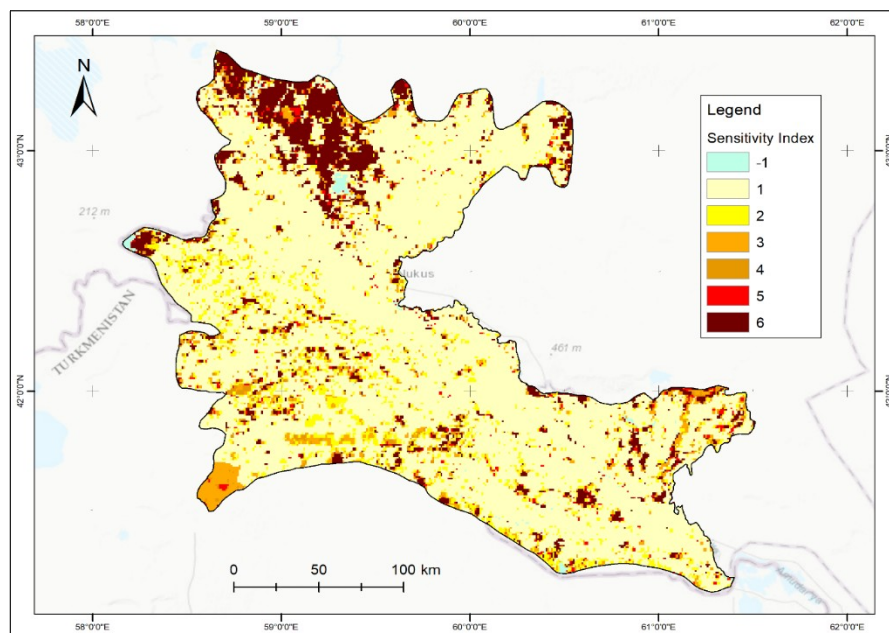


Рисунок 29: Комбинированная географическая чувствительность, связанная с изменением климата. Данные NASA LP DAAC в центре USGSEROS; Европейского космического агентства Copernicus (ESA); Aqueduct 3.0, Институт мировых ресурсов (WRI). Карта комбинированной географической чувствительности получена с использованием уравнения: $2 * \text{Тенденция NDVI} + 2 * \text{Базовый дефицит воды} + \text{Базовый риск засухи}$.

Комбинированная географическая чувствительность, которая является интегральным показателем, составленным на основе значений дефицита водных ресурсов и продуктивности почв, на большей части территории показывает слабый рост. Наибольшей чувствительностью характеризуется северная часть исследуемой площади (на территории Узбекистана, в сторону Аральского моря).

8.4 Карта уязвимости к изменению климата

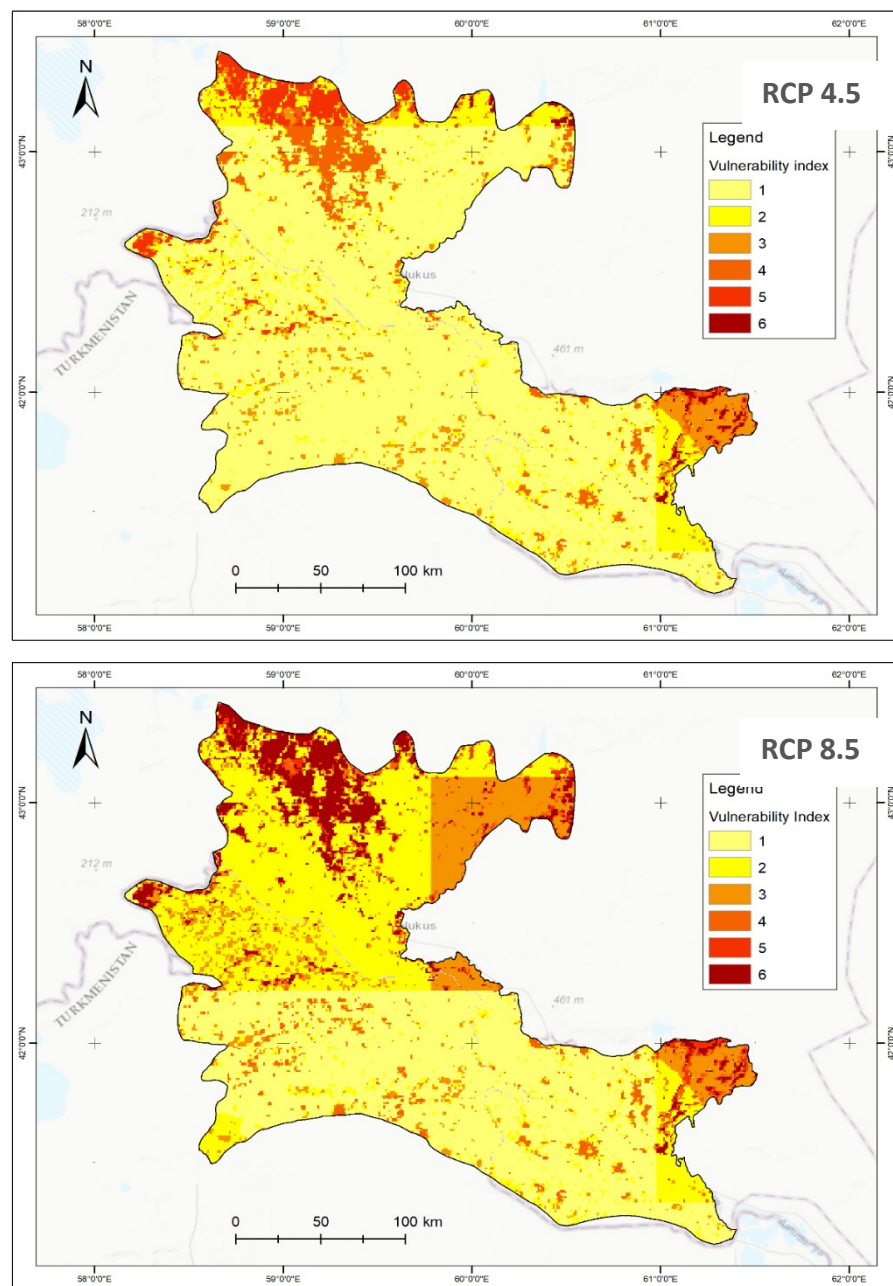


Рисунок 30: Карта уязвимости к изменению климата основывается на воздействии климата, географической и социально-экономической чувствительности. Карта уязвимости к изменению климата получена с использованием уравнения: воздействие климата + географическая чувствительность + социально-экономическая чувствительность.

Итоговая карта уязвимости к изменению климата, которая учитывает комбинированное воздействие климата, географическую и социально-экономическую чувствительность, показывает, что наибольшая уязвимость характерна для северной части территории и ее окраин.

8.5 Тематические карты

В дополнение к картам, являющимися наиболее важными для разработки ОРУИК, были подготовлены следующие дополнительные карты, поскольку они дают более глубокое понимание воздействия изменения климата на пилотной территории, его уязвимости и возможных вариантов адаптации.

Был подготовлен ряд дополнительных карт для дальнейшей помощи в оценке сельскохозяйственного сектора. Список карт и некоторые ключевые выводы приведены ниже:

- **Карта землепользования**, разработанная для содействия при выявлении конкретной климатической и географической чувствительности для определенных видов землепользования.
- **Карта высот**, разработанная для определения риска возникновения опасных явлений на склонах

8.5.1.1 Карта землепользования

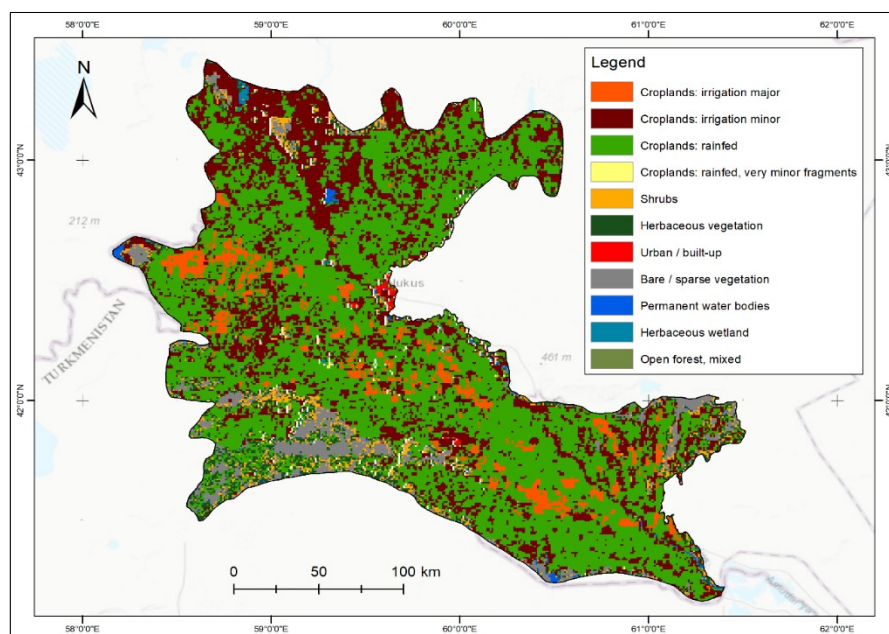


Рисунок 31: Карта типов землепользования. Данные EU Copernicus. Карта землепользования показывает различные классы физической поверхности земли, например, леса, луга, пашни, озера, водно-болотные угодья. Преобладающими классами землепользования на территории Туямуюнского гидроузла являются орошаемые сельскохозяйственные земли.

8.5.1.2 Карта рельефа

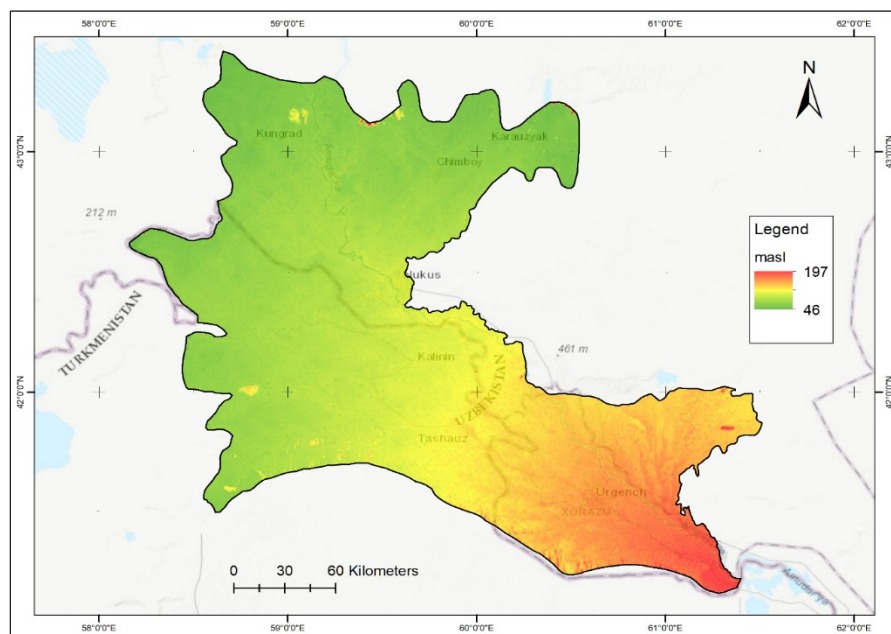


Рисунок 32: Цифровая модель рельефа по данным Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Модель рельефа предоставляет данные о высотах высокого разрешения. Данные получены из Центра USGS EROS.

Абсолютные отметки высот на территории Туямуюнского гидроузла варьируют от 46 до 197 м над уровнем моря. Высоты постепенно уменьшаются от возвышенной юго-восточной части территории до пониженной северо-западной в направлении течения р. Амударьи в сторону Аральского моря.

8.6 Водные ресурсы бассейна Амударьи в условиях изменения климата

8.6.1 Чувствительность Туямуюнского гидроузла к изменениям в бассейне верхней Амударьи

Чувствительность Туямуюнского гидроузла к изменениям в бассейне верхней Амударьи заключается в сезонном и годовом стоке, риске наводнений и стоке наносов.

Сезонный и годовой сток Амударьи и, следовательно, доступность водных ресурсов для

Туюмунского гидроузла, зависит от таких показателей, как сезонные осадки в верхней части бассейна, тип и высоты выпадения осадков, таяние ледников, а также от водопользования и управления ресурсами в верхнем бассейне.

Риск наводнений связан с таким показателем, как 5-дневные экстремальные осадки, а также с типом и высотой осадков и почвенным покровом. Кроме того, влияние оказывают строение речной долины, функционирование прибрежных зон и водно-болотных угодий как водных буферов, а также управление водохранилищами.

Поток наносов в Амударье зависит от состояния почвенного покрова (в частности, степени деградации земель) и величины экстремальных осадков. Кроме того, большое значение имеет способность прибрежных зон и водно-болотных угодий улавливать наносы.

8.6.2 Изменение климата на юге Таджикистана

8.6.2.1 Жара

Южный Таджикистан является районом с наибольшим повышением температуры в стране, а также увеличением экстремальных максимальных температур и увеличением продолжительности тепла.

8.6.2.2 Осадки

Анализ показал, что общее количество дней с осадками уменьшается, однако, количество дней с обильными осадками увеличивается. Это особенно характерно для Хатлонской области, где увеличение количества сильных дождей на 37% - 90% отмечается на высотах до 2500 м. Частота грозных явлений имеет тенденцию к уменьшению³⁰. В низменностях осадки имеют тенденцию к уменьшению, в Шартузе – на 5-10%. В Кулябе же количество осадков имеет тенденцию к увеличению, в основном в результате сильных дождей³¹.

В результате изменения количества осадков и снеготаяния увеличивается количество весенних паводков на реке Яхсу. В Кулябском регионе в горах отмечается увеличение количества осадков до 20%. Частично они выпадают в виде повышенного количества снега на более низких высотах (<1800 м) или в виде сильных дождей летом, особенно на средних склонах окружающих гор, вызывая повышенный риск схода селей и наводнений. Уменьшение количества гроз и числа дождливых дней приводит к увеличению обильных осадков³². Как и во всем бассейне Пянджа,

снежный покров образуется в начале года, поэтому снеговые осадки выпадают раньше, но менее значительны. Поздний снежный покров также тает немного раньше и увеличивается на нижнем уровне. В результате пиковый расход реки летом происходит на месяц раньше, а в целом за летний период расход уменьшается.

8.6.2.3 Водный баланс

Запас воды, доступный в сезон посева, сильно сокращается, поскольку потребность в воде для сельскохозяйственных культур растет, а основной сток рек происходит раньше в году. Это воздействие усиливается из-за деградации земель, в результате чего увеличиваются пиковые расходы воды, но не обеспечивается регулярное водоснабжение для орошения. Основные реки в Восточном Хатлоне – Кизилсу и Яхсу. Обе реки имеют снеговое и дождевое питание. В результате деградации земель и сдвига в выпадении осадков пиковый сток рек меняется. Интенсивность дождей в летний период также способствует увеличению пикового стока. Кроме того, из верхнего бассейна переносится больше осадочного материала, крупнообломочного и песчаного. Изменение снежного покрова (более раннее выпадение и более раннее таяние снега) приводит к уменьшению летнего стока. Это воздействие усиливается уменьшением количества осадков и увеличением интенсивности дождей. В результате летний сток еще больше уменьшится. Максимальный месячный сток для обеих рек смещается на пару недель раньше по сравнению с предыдущим годом. Это связано с увеличением снежного покрова на более низких высотах и уменьшением количества снега на высотах более 2500 м.

Река Вахш имеет ледниково-снежно-дождевое питание. В результате создания Нурекского и Рогунского водохранилищ ее сток более зарегулирован и меньше влияет на вынос осадочного материала.

8.6.3 Изменение климата на Памире (Горно-Бадахшанская автономная область) (Таджикистан)

Памир, в силу большой высоты над уровнем моря, испытывает отдельное влияние в результате изменения климата. На первый взгляд, в соответствии с ожиданиями, связанными с высотой над уровнем моря, климат меняется менее интенсивно, чем в Таджикской низменности. Средние

³⁰ WMO база данных и анализ

³¹ WMO база данных

³² Snow-cover variability in central Asia between 2000 and 2011 derived from improved MODIS daily snow-cover products, Andreas Juergen Dietz, Claudia Kuenzer & Christopher Conrad, 2013

температуры и количество осадков кажутся более стабильными. Существуют значительные различия в климате между западной частью Памира (с большей топографической изменчивостью и осадками до 2000 мм/год) и восточным Памиром, который является платообразным и в целом засушливым (годовое количество осадков обычно менее 200 мм).

8.6.3.1 Температура

Количество дней в году с температурой выше 32°C стабильно, но максимальные температуры постепенно увеличиваются.

8.6.3.2 Осадки

Количество осадков на Западном Памире немного увеличивается. Аномалии осадков по данным ВМО показывают стабильное количество осадков, но доля максимальных суточных осадков в среднемесечном количестве возрастает, другими словами, увеличивается количества более сильных осадков. Доля сильных осадков в общем количестве осадков для Хорога увеличивается с 35% до 45%. На Западном Памире погодный цикл составляет, как и в других районах Таджикистана, около 24 лет. Это отличается от Восточного Памира, который относится к другой климатической системе с циклом 6-7 и 12 лет³³. В Центральном и Восточном Памире климат из-за большой высоты менее подвержен влиянию климатических изменений. Средние температуры местами повышаются, как и экстремальные максимальные температуры. Количество осадков немного уменьшается. Данные особенности отражаются по данным измерений в Мургабе.

На леднике Федченко на высоте 4000 м над уровнем моря количество осадков увеличивается (Рисунок 33). Однако, есть сведения (из опыта наших предыдущих работ в Кыргызстане), что выше 3500 – 4000 метров осадки в виде снега сильно уменьшаются. Информация о высотах в Таджикистане отсутствует.

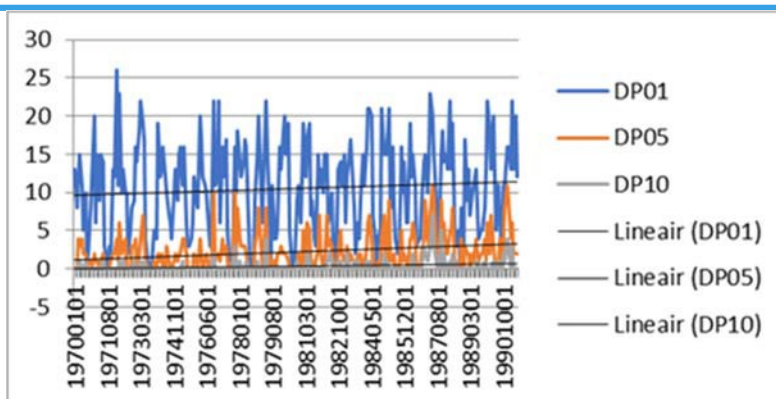


Рисунок 33: Количество дней с осадками более 2,5, 5 и 10 мм в день на метеостанции Федченко на высоте 4000 м.

8.6.4 Изменение климата в бассейне реки Пяндж в Афганистане

С 1950 года среднегодовая температура в Афганистане значительно повысилась на 1,8°C. Пространственное распределение потепления между 30-летними периодами 1951-1980 и 1981-2010 гг. показывает сильную тенденцию потепления на большей части территории страны. В Центральном нагорье и на севере потепление было заметно более отчетливым: рост составил 1,6°C и 1,7°C, соответственно. В регионе Гиндукуш потепление составило около 1°C. Также здесь изменение температуры увеличивается с высотой над уровнем моря - чем больше высота над уровнем моря, тем сильнее повышение температуры. В результате весеннее таяние снега смещается с июня на апрель ³⁴.

Там, где в Северном Афганистане исторически наблюдалось уменьшение количества осадков и увеличение количества сильных осадков, современные модели прогнозируют увеличение общего количества осадков. Это является результатом усиления влияния муссона, что приводит к увеличению обильных осадков (на 10-15% к 2050 году). Но также ожидается и увеличение продолжительности засухи на 10-20 дней к 2050 году. В целом это приведет к отрицательному водному балансу к 2050 году в среднем до -15% (Рисунок 34).

³³ Данные Всемирной метеорологической организации

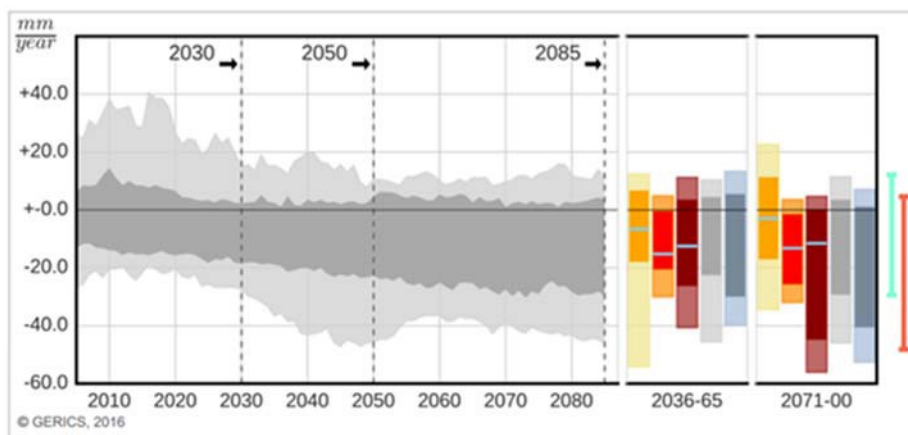


Рисунок 34: Изменение климатического водного баланса (данные GERICS)

В результате, на водные ресурсы будут влиять повышение температуры и связанное с этим испарение и сублимация, увеличение общего количества осадков, увеличение экстремальных осадков, увеличение засушливых периодов и отрицательное развитие в общем водном балансе.

Муссон оказывает все большее влияние на осадки в Северном Афганистане, поскольку они в основном блокируются Гиндукушем. Северо-западное смещение муссона и его более экстремальный характер увеличивает риск перехода через Гиндукуш, что приводит к увеличению обильных осадков летом, особенно на больших высотах. Эта область обычно больше находится под влиянием западных ветров. Как и в Таджикистане, снежный покров смещается на более позднее время года. На низких высотах выпадает больше снега, а на высоких – меньше, что сравнимо с Памиром^{35 36}.

8.6.5 Выводы по бассейну Верхней Амударьи (Пяндж)

Для территории бассейна Верхней Амударьи (Пянджа) общее количество осадков увеличится, но в значительной степени в виде сильных и экстремальных осадков, особенно экстремальных осадков за 5 дней (Рисунок 35). В сочетании с деградацией земель ожидается увеличение риска наводнений и выноса осадочных отложений. В результате более длительного периода засухи и более высоких летних температур, испарение и потребность в водных ресурсах в верхнем бассейне увеличится.

³⁴ Impacts of Climate Change on the Cryosphere, Hydrological Regimes and Glacial Lakes of the Hindu Kush Himalayas, Lutz et al., ICIMOD, 2016

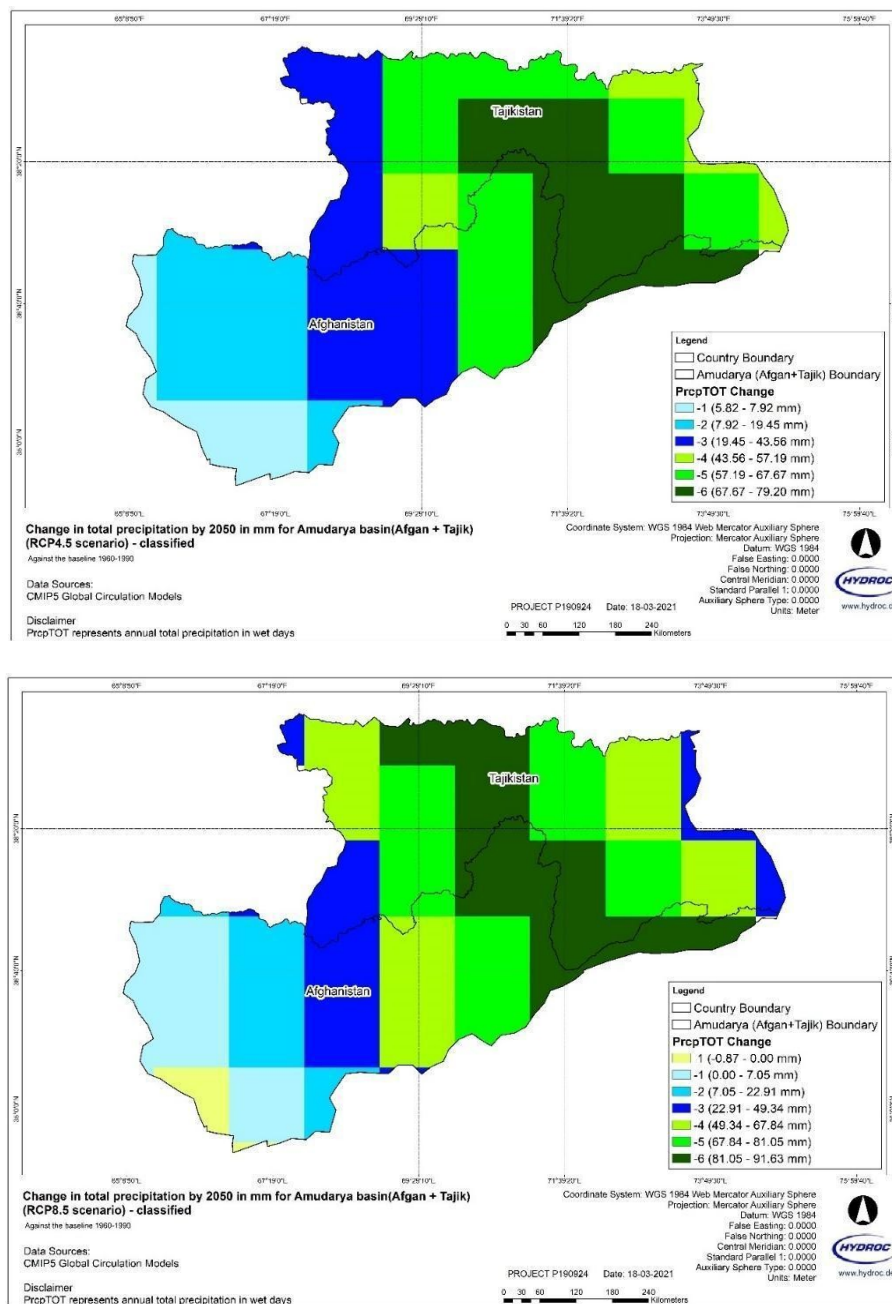


Рисунок 35: Прогнозируемое изменение общего количества осадков к 2050 г. по сравнению с базовым за 1960-1990 гг. для верхней части бассейна Амударьи. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. Общее количество осадков соответствует годовым осадкам в дождливые дни

³⁵ Global Land Ice Measurements from Space, Part of the series Springer Praxis Books pp 509-548, Date: 08 July 2014

³⁶ Remote Sensing of Glaciers in Afghanistan and Pakistan, Michael P. Bishop , et all.

Это видно также на примере изменения 5-дневного максимума осадков (Rx5-day) как основного показателя риска наводнений (Рисунок 36).

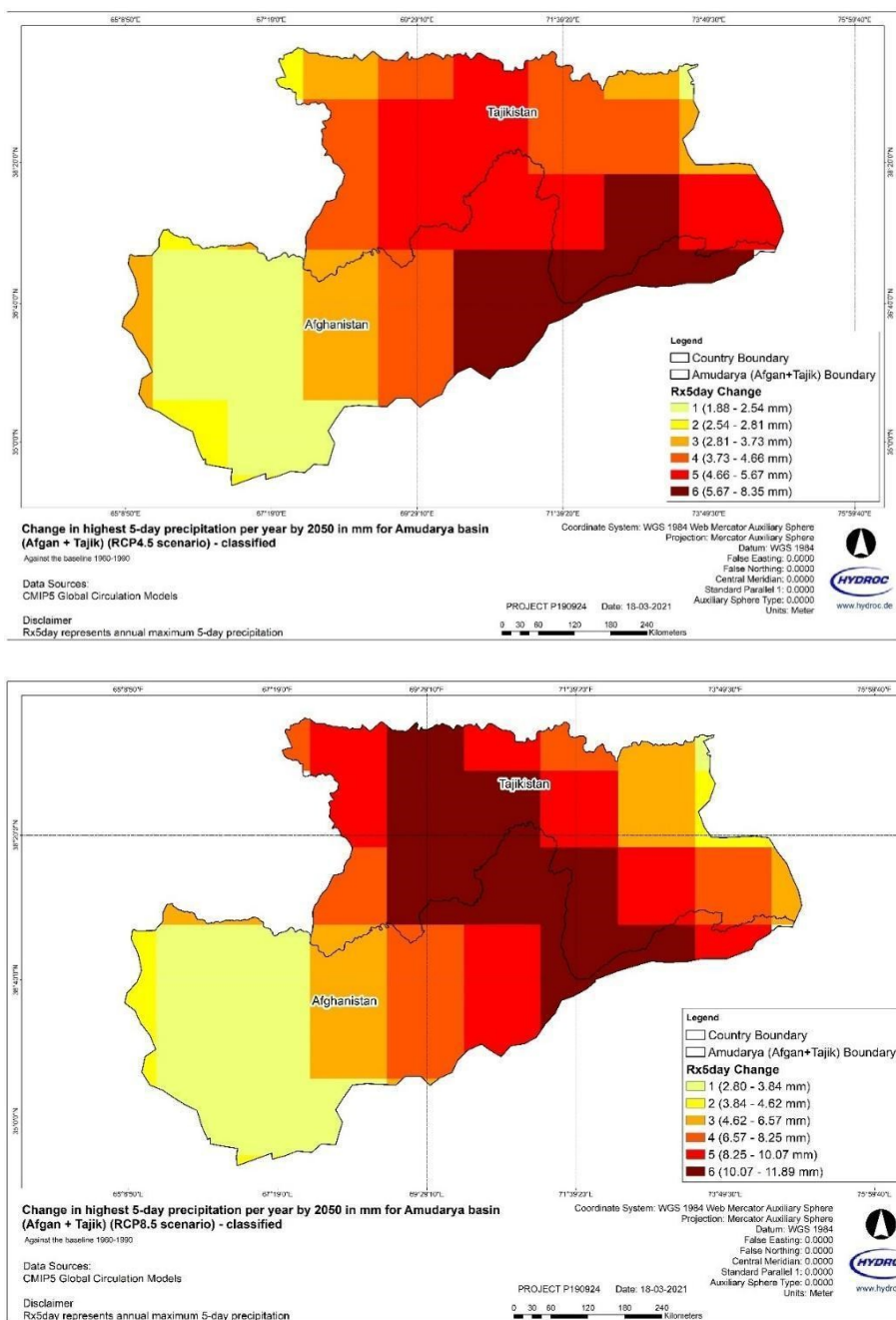


Рисунок 36: Изменение величины 5-дневных осадков к 2050 г. для верхней части бассейна Амударьи. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. Самый высокий балл указывает на больший риск, в то время как более низкий балл указывает на меньший риск.

В верхней части бассейна реки Амударья прогнозируется увеличение максимального количества осадков за 5 дней в связи с усилением влияния муссонов, пересекающих горные хребты Гиндукуша. В летние месяцы, соответственно, возрастает риск наводнений, повышения мутности речного стока и осаждения частиц в водохранилищах ниже по течению.

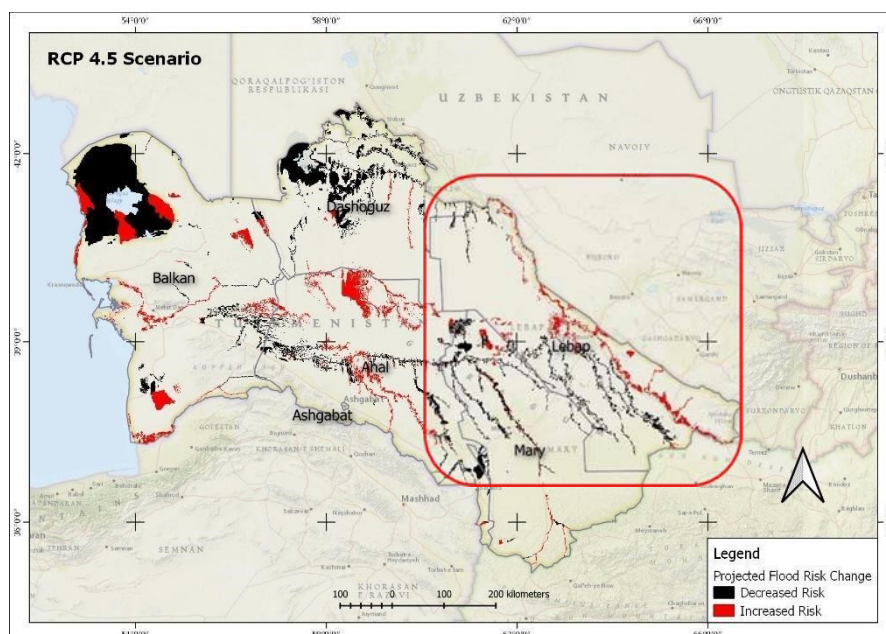
В заключение следует отметить, что климат меняет природные условия, в которых функционирует водная инфраструктура бассейна Амударьи. Это требует адаптации управления водными ресурсами, в том числе и для Туямуюнского гидроузла. Основная уязвимость в обслуживании и управлении водной инфраструктурой в низовьях Амударьи заключается в снижении риска наводнений, увеличении потребности в буфере на случай летней засухи, снижении выноса взвешенных частиц и гидроэнергетической инфраструктуры. Это становится более актуальным в связи с планами Афганистана по расширению ирригационной системы.

Учитывая связь с деградацией земель, внимание при обслуживании водной инфраструктуры должно быть сосредоточено на истоках и верхнем течении реки, принимая меры против деградации земель в сотрудничестве с заинтересованными сторонами. Тот факт, что основная часть проблемы лежит в других странах, а именно в Афганистане и Таджикистане, требует усиления трансграничного сотрудничества. Однако, следует также учитывать водопользование и управление водными ресурсами в верховьях рек в Туркменистане и Узбекистане.

8.6.5.1 Риск наводнений

Для оценки возможного влияния изменения климата на пиковые расходы паводковых вод в реках Пяндж в исследовании Азиатского банка развития 2011 года был проведен бассейновый анализ проведенных имитационных моделей, в ходе которого были получены оценки пиковых расходов 1 к 100 лет в смоделированных суббассейнах для ряда сценариев. В среднем, в 2040-2069 гг. было спрогнозировано увеличение на 160% для пика паводка 1 к 100 лет с уменьшением до 143% для периода 2070-2099 гг. Эти цифры показывают удивительно большое увеличение стока при сильных наводнениях. Похоже, что при моделировании пикового стока недостаточно учитываются несколько аспектов. Это изменение снежного покрова, осадки на меньшей высоте, историческое таяние ледников и уменьшение объема ледников в афганской части бассейна. Эти факторы приводят к выравниванию пикового стока, когда таяние снега и дожди не достигают пика вместе с

таянием ледника, а следуют друг за другом, что приводит к более длительному периоду повышенного стока, но с уменьшением максимального пикового стока. Второй аспект, который необходимо принять во внимание, заключается в том, что уровень воды в Пяндже измеряется, но не измеряется расход из-за условий пограничной реки. Расчеты стока основаны на устаревших профилях восьмидесятих годов. Последние детальные исследования притоков Пянджа указывают на снижение максимального месячного стока на 20%, но на более длительный период, а также на смещение пика стока на один месяц раньше в летний период ³⁷. Прогнозируется, что к 2030 году доля Афганистана в стоке Амударьи сократится до 21% ³⁸. В результате к 2040 году риск наводнений на Амударье возрастет. На карте ниже показано соотношение между максимальным уровнем воды в реке и высотой окружающих земель без учета дамб (Рисунок 37).



³⁷ Glacier and runoff changes in the Rukhk catchment, upper Amu-Darya basin until 2050, Wilfried Hagg, , Martin Hoelzle, Stephan Wagner, Elisabeth Mayr, Zbynek Klose, 2013

³⁸ MEW. (2017). National Water Sector Strategy 2019-2025. Kabul: Ministry of Energy and Water

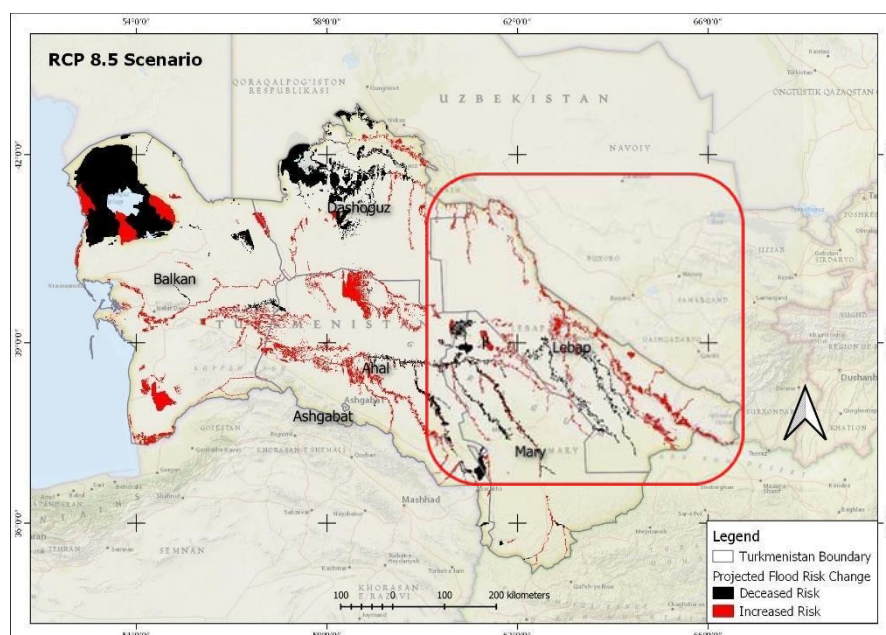


Рисунок 37: Прогнозируемое изменение риска паводков к 2050 г. с периодом повторяемости 50 лет. Прогнозы основаны на Глобальной циркуляционной модели CMIP5 для сценариев RCP 4.5 и 8.5. Карта паводков получена с учетом разницы между картой паводков RCP и картой исторических паводков.

Риск паводков и наводнений на реках будет возрастать, особенно для верхней части бассейна, выше Туюмюнских водохранилищ по течению. Ниже водохранилищ, благодаря интенсивному разбору воды на различные нужды, риск паводков значительно снижается. На небольших реках в пустынных местностях в регионе также наблюдаются повышение риска паводков, особенно согласно сценарию RCP 8.5.

8.6.5.2 Вынос осадочного материала

8.6.5.2.1 Таджикистан

Воздействие изменения климата усиливается другими антропологическими факторами, включая изменения в землепользовании и деградацию земель. Деградация земель в Таджикистане связана с плотностью поголовья скота, управлением пастбищами и ирригацией. Количество скота намного превышает показатели советского периода времени и ежегодно увеличивается. Это приводит к деградации земель, особенно на горных склонах. Этот процесс особенно заметен в Хатлонской области. Неустойчивый выпас скота сокращает растительный покров на склонах и уплотняет почву. Сокращение растительного покрова может привести к значительному увеличению стока осадков и увеличению пикового расхода воды в реке. Потеря растительного покрова увеличивает потерю

частиц почвы и эрозию с ливневыми стоками, что повышает риск возникновения селей и оползней. Этот процесс деградации земель усиливает воздействие повышенного пикового количества осадков, ожидаемого в связи с изменением климата.

Воздействие деградации земель невозможно переоценить. Изменение климата приводит к изменениям до 20%, но деградация земель увеличилась до 50-75%. Если на землях с полным почвенным покровом относительный сток во время сильного дождя составляет 15-25%, то на деградированных землях с 25%-ным почвенным покровом (обычная ситуация на склонах в Хатлонской области) относительный сток составляет около 50-75%, что увеличивает сток в три раза

^{39,40}

Это приводит к потере верхнего слоя почвы и дальнейшей деградации земли. Когда же сток стекает в долину, это вызывает эрозию, сели, оползни и т.д. Это также приводит к увеличению пиковых расходов летом и накоплению осадочного материала в реках.

8.6.4.1.1 Афганистан⁴¹

Большая часть Афганистана страдает от деградации земель и опустынивания. Большая часть территории страны классифицируется как "деградировавшая почва", и, по оценкам, 80% территории страны находится под угрозой эрозии почвы. Деградация земель в основном вызвана чрезмерным выпасом скота и обезлесением, что, в свою очередь, является одним из крупнейших факторов, способствующих опустыниванию в Афганистане. Деградация и опустынивание представляют значительный риск для выпаса скота. Продукция животноводства, получаемая на пастбищах, составляет основу средств к существованию для более чем 80% афганских домохозяйств и вносит более 50% в сельскохозяйственный ВВП. Текущие темпы деградации земель (Рисунок 38) и опустынивания будут усугубляться в результате изменения климата, которое, по прогнозам, приведет к снижению среднегодового количества осадков и повышению температуры. Леса Афганистана сильно пострадали в результате обезлесения, неправильного управления и засухи, и сегодня составляют лишь 2% от общей площади страны. Отсутствие потенциала в управлении пастбищами, недостаточная информация для принятия решений и планирования, а также ограниченность национальных механизмов планирования являются препятствиями для сохранения земель.

³⁹ Relationships between runoff and land degradation on non-cultivated land in the Middle Hills of Nepal
R. A. M. Gardner and A. J. Gerrard, International Journal of Sustainable Development & World Ecology Vol. 9 , Iss. 1, 2002.

⁴⁰ FAO database

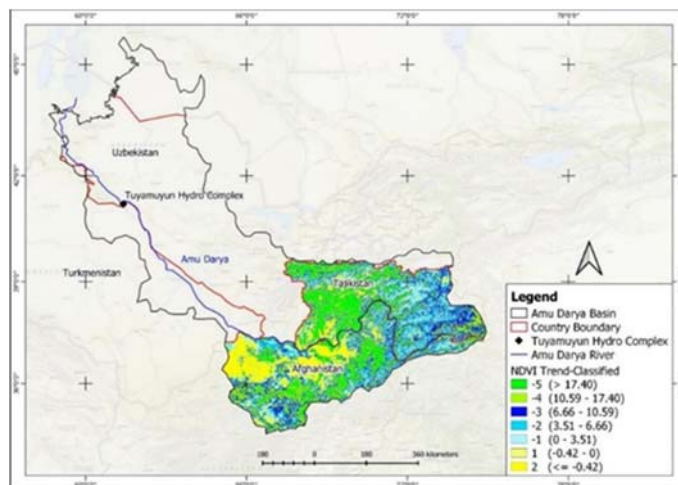


Рисунок 38: Изменение продуктивности почвы на основе NDVI с 1999-2019 гг.

Снижение продуктивности почвы на основе анализа NDVI является ярким показателем деградации земель. Это особенно заметно в афганской части бассейна Амударьи. Это является основным фактором повышения риска наводнений, увеличения мутности речного потока и седиментации в водохранилищах Туямуюнского гидрокомплекса.

8.6.4.1.2 Вынос осадочного материала в бассейне Нижней Амударьи

Река Амударья имеет высокий естественный сток наносов и является одной из рек мира, переносящих наибольшее количество взвешенных частиц. Гвоздецкий и Мичилоу (1978) оценили концентрацию взвешенных веществ в 3300 мг/л, а Летолле (1996) сообщил о концентрации от 1000 до 3500 мг/л для реки Амударья. Как правило, основная часть годового стока наносов приходится на летние месяцы. Во время прохождения летнего паводка (с мая по сентябрь) наблюдается максимальное количество взвешенного материала; минимальное - в ноябре и декабре (Суслов, 1962). Состав взвешенных веществ выше по течению от впадения водохранилища Туямуюнского гидрокомплекса можно описать следующим содержанием частиц: 15,5% песка, 22% пылеватых частиц и 62,5% глины.

8.6.4.1.3 Заключение о выносе осадочного материала

С увеличением максимального стока Амударьи в результате более экстремальных максимальных осадков и деградации земель ожидается увеличение мутности (выноса осадочного материала).

⁴¹ <http://www.fao.org/3/cb2364en/cb2364en.pdf>

8.7 Испарение из водохранилищ Туямуюнского гидроузла

Испарение открытой воды из водохранилищ зависит от ряда показателей. Климат и отношение площади поверхности к объему являются ключевыми элементами.

Климат

Температура, ветер и изменение влажности являются основными климатическими элементами, влияющими на испарение воды с открытой поверхности. Для будущих прогнозов климатическим фактором, имеющим наибольшее значение для увеличения испарения на Туямуюнском гидроузле является повышение температуры.

Для оценки потерь от испарения воды с открытой поверхности 4-х водохранилищ Туямуюнского гидроузла применяются две модели: модель свободного испарения, основанная на методе Блейни-Криддла, который в основном используется для эталонных культур, и модель испарения воды с открытой поверхности, основанная на модифицированном методе Пенмана. Предполагается, что последний метод является более точным для водохранилища.

Метод Блейни-Криддла является упрощенной аппроксимацией эвапотранспирации. Он используется, когда для участка доступны только данные о температуре воздуха, и использует следующую формулу:

$$ET_o = p \cdot (0,457 \cdot T_{mean} + 8,128),$$

где: ET_o – эталонная эвапотранспирация [мм/день] (ежемесячно),

T_{mean} – среднесуточная температура [°C], определяемая как $T_{mean} = (T_{max} + T_{min})/2$,

p – среднесуточное количество дневных часов в течение года, %.

Поскольку формула Блейни-Криддла предназначена для площадей с травянистой растительностью, а не для открытых водоемов, ожидается, что результаты будут занижать испарение открытых водоемов и могут быть увеличены как минимум на 30%, исходя из опыта авторов.

Модифицированный метод Пенмана более научно обоснован, учитывает требования к энергии испарения и удалению водяного пара. Подробнее это описано, например, в Linacre (1997)⁴². Для расчета величины испарения используется следующая формула:

$$E_o = (700 \cdot T_m / (100 - A) + 15 \cdot (T - T_d)) / (80 - T) \quad [\text{мм/день}],$$

где: $T_m = T + 0,006h$,

#

80

h – высота над уровнем моря (м),

T – средняя температура,

A – широта (градусы),

T_d – средняя точка росы.

Значения, полученные по вышеприведенной формуле, обычно отличаются от измеренных значений примерно на 0,3 мм/день для среднегодовых значений, 0,5 мм/день для среднемесячных значений, 0,9 мм/день для недельных и 1,7 мм/день для дневных. Эта формула применима в широком диапазоне климатических условий.

Среднемесячные значения ($T - T_d$) могут быть получены либо из эмпирической таблицы, либо из следующей эмпирической зависимости при условии, что количество осадков составляет не менее 5 мм/месяц и ($T - T_d$) не менее 4°C:

$$(T - T_d) = 0,0023 * h + 0,37 * T + 0,53 * R + 0,35 * R_{ann} - 10,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

где R – среднесуточное значения температуры,

R_{ann} – разница между средними температурами самого жаркого и самого холодного месяцев.

Используя приведенную выше формулу, можно оценить скорость испарения, исходя из значений высоты над уровнем моря, широты и ежедневных максимальных и минимальных температур. В связи с этим необходимо сделать допущение, что среднесуточный диапазон (R) температуры искусственно установлен на 10°C и предполагается, что он не изменится с изменением климата. Высота местности была установлена на уровне 140 м.

Применение этих методов для 4-х водохранилищ Туямуюнского гидроузла приводит к следующим увеличениям для будущих прогнозов изменения климата (Таблица 21):

⁴² Linacre E.T. (1997) A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. Agricultural Meteorology (Elsevier) Volume 18, Issue 6, Pages 409-424.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0002157177900073>

Таблица 21: Изменение увеличения испарения для Туямунского гидроузла в процентах от исторического испарения на основе RCP4.5 и 8.5 по методу Блейни-Криддла и Пенмана (исторический период – 1960 – 1990 гг., прогнозный период для сценариев RCP 4.5 и 8.5 – до 2050 г.)

	Янв.	Февр.	Мар.	Апр.	Май	Июн.	Июл.	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год.
RCP4.5 Блейни Криддл	9%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%	5%	10%	5%
RCP4.5 Пенман	21%	12%	11%	9%	11%	14%	14%	14%	14%	14%	12%	23%	13%
RCP8.5 Блейни Криддл	11%	8%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	7%	7%	11%	6%
RCP8.5 Пенман	27%	17%	12%	12%	14%	15%	16%	17%	18%	18%	16%	25%	16%

Как и ожидалось, результаты, основанные на данных Блейни-Криддла, довольно занижены, а значения Пенмана представляются более применимыми. В целом можно сделать вывод, что при климатических сценариях RCP 4.5 и RCP 8.5 можно ожидать увеличения испарения в среднем на 13% для сценария RCP4.5 и на 16% для сценария RCP8.5, что приведет к соответствующим потерям воды в водохранилищах.

Отношение площади поверхности к объему

Процентная потеря воды в результате испарения по отношению к общему объему хранилища сильно зависит от формы водохранилища. Водоохранилища, имеющие глубокий врез, обычно имеют небольшую площадь поверхности по сравнению с их объемом, в то время как довольно широкие и плоские водохранилища обычно имеют большую площадь поверхности по сравнению с их объемом. Чем меньше отношение площади поверхности к объему, тем меньше процент потерь на испарение.

Для бассейна Амударьи средние потери от испарения на водохранилищах оцениваются примерно в 8,5 % от их объема, что выше, чем в бассейне Сырдарьи вследствие разницы в географическом положении (Рисунок 39).

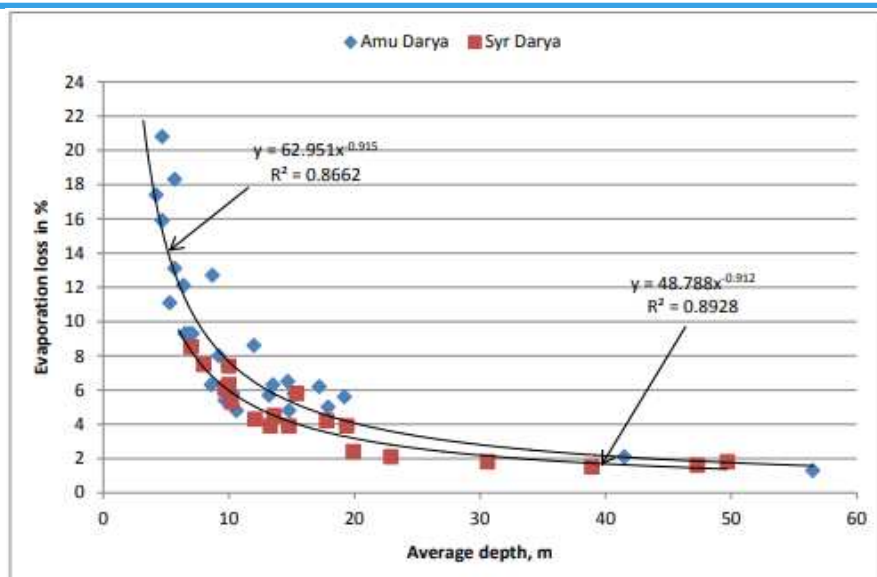


Рисунок 39: Зависимость между испарением (в % от объема) и средней глубины водохранилищ

Ожидается, что объем Туямуюнских водохранилищ со временем уменьшится из-за седиментации. В результате отношение площади поверхности к объему увеличивается, и, соответственно, увеличивается процент испарения по отношению к общему объему хранилища, т.е. % потерь становится выше. В зависимости от формы водохранилища, соотношение между площадью поверхности/объемом и испарением не является линейным, а требует специальных расчетов, основанных на батиметрии водохранилища.

9 АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ДЛЯ ТУЯМУЮНСКОГО ГИДРОУЗЛА

9.1 Подход к адаптации к изменениям климата

Частный сектор, предприятия, промышленность и сфера услуг, а также население столкнутся с последствиями изменения климата и могут сыграть существенную роль в мерах по адаптации.

Необходимы действия со стороны государственного сектора для стимулирования участия частного сектора или повышения его эффективности, например, адаптация территориального планирования и планирования землепользования к рискам внезапных наводнений; адаптация существующих строительных норм и правил для обеспечения устойчивости долгосрочной инфраструктуры к будущим климатическим рискам; обновление стратегий управления стихийными бедствиями, систем раннего предупреждения о наводнениях и лесных пожарах.

Адаптация является одной из лучших инвестиций в будущее, при этом среднее соотношение выгод и затрат составляет 4/9, а период возврата инвестиций в случае мониторинга и раннего предупреждения составляет менее года.

Таким образом, адаптация предоставит новые экономические возможности, включая новые рабочие места и рынки для инновационных продуктов и услуг, таких как:

- Новые рынки для климатоустойчивых строительных технологий, материалов и продуктов;
- Ожидается, что туристический сезон сместится на весну и осень, когда летом на туристических курортах может стать слишком жарко, в то время как благоприятные климатические условия летом в горных районах превратятся в новые потенциальные туристические направления;
- Адаптация местных методов управления сельским хозяйством к более продолжительным вегетационным сезонам или более ранним срокам начала вегетации, а также обслуживание новых рынков с помощью других продуктов;

- Страховой сектор может разработать новые страховые продукты для снижения рисков и уязвимости до наступления стихийных бедствий. Страховые премии, предвосхищающие климатические изменения, могут стать стимулом для частных действий по адаптации.

Существует целая сеть связей по адаптационным мерам на местном, региональном и национальном уровнях, которые поддерживают или влияют друг на друга (Рисунок 40).



Рисунок 40: Схема связей и зависимостей мер адаптации к изменению климата на разных уровнях

9.2 Рекомендации по адаптации к изменению климата

9.2.1 Общие рекомендации

Эффективность адаптации к изменению климата заключается в межсекторальном и многоуровневом сотрудничестве. Так, в случае Туямуюнского гидроузла должно происходить сотрудничество между сельским хозяйством, водным хозяйством и энергетическим сектором. Кроме того, необходимо поддерживать сотрудничество между местным, региональным и национальным уровнями, а также трансграничное между Туркменистаном и Узбекистаном⁴³.

9.2.1 Секторальные рекомендации на местном и региональном уровне

Основными секторами Туямуюнского гидроузла, на которые влияет изменение климата, являются сельское хозяйство, водное хозяйство и энергетика.

⁴³ Более детальные рекомендации по адаптации к изменениям климата приведены в соответствующих отчетах для Туркменистана и Узбекистана

9.2.1.1 Адаптация в сельском хозяйстве – местный уровень

Ожидается, что адаптация к климату не будет достаточной для эффективного климатоустойчивого сельского хозяйства. Лучше говорить о переходе к устойчивому к климату сельскому хозяйству. Это означает переход к другим культурам, переход к лучшему управлению в использовании почв, к экономике с низким водопотреблением и к усилению переработки и маркетинга для увеличения дохода. Это будет успешным только тогда, когда меры по адаптации на местном уровне будут поддержаны на региональном и национальном уровнях.

Ключевые учреждения: объединения фермерских и дехканских хозяйств и владельцев приусадебных участков, областные и районные управления сельского хозяйства, региональные бассейновые управления водными ресурсами.

Поддерживающие учреждения: Министерство сельского хозяйства, Министерство водного хозяйства, Комитет по охране окружающей среды, гидрометеорологические центры.

Заинтересованные стороны: ассоциации водопользователей, сельскохозяйственные кластеры, фермерские и дехканские хозяйства, приусадебные участки.

Для эффективной адаптации в сельском хозяйстве необходимо отдельно рассматривать земледелие, животноводство и садоводство. На каждое из них изменение климата влияет по-разному, что обуславливает альтернативные варианты адаптации.

Долгосрочный прогноз погоды, заблаговременное оповещение, гидрологическая информация и информация об изменении климата в открытом доступе имеют большое значение для перехода к климатически рациональному сельскому хозяйству. Цифровые информационные услуги имеют большое значение в этой трансформации.

На местном, региональном и национальном уровнях наиболее важными мерами по адаптации к изменению климата для сельского хозяйства являются:

Уязвимость Сельское хозяйство • Жара, засуха, экстремальные осадки, сдвиг в выпадении осадков • Снижение урожайности / продуктивности • Деградация земель	Локальные меры • Управление • Определенные сорта / новые культуры • Охрана почв • Ротация пастбищ • Культуры под укрытием и в тени • Капельное орошение • Понимание • Адаптивное управление • Цифровые данные о погоде, воде, рынке • Собственность, ответственность • Инвестиции • Оборудование, капельное орошение, укрывное садоводство • Снижение риска • План землепользования • Диверсификация	Региональные меры • Планирование • План развития • Обработка, маркетинг • Услуги • Ремонт, прокат, продажа, аренда, маркетинг • Финансирование • Гарантии, заинтересованность, права, бизнес-планирование • Права • Права на землю / воду • Управление рисками • Страхование • Охрана земель • Жара и засуха • Знание • Распространение, бизнес-планы, информация по рынкам • Сотрудничество • Деградация пастбищ	Национальные меры • Приоритет в политике • Меры • Группы • Рынок • Права • Земля, вода, рыночные права • Законодательство • Кредитование • Охрана природы • Финансирование • Стимулирование, налоги, гарантии, бюджеты • Знания • Исследования в с/х • Погода и климат • Открытый доступ • Мониторинг • Эффекты, выгоды
--	--	--	---

9.2.1.1.1 Пахотное земледелие

Пахотное земледелие можно разделить на богарное и орошаемое земледелие. Для них обоим жара является проблемой, особенно в южных областях региона. При температуре выше 37°C все сельскохозяйственные культуры испытывают тепловой стресс. Адаптационным подходом может быть применение адаптированных сортов или культуры, которые более теплолюбивы или созревают раньше в сезоне. Инвестируя на 50% больше в **посевной материал**, можно получить на 30% больше урожая на засушливых землях. В малых масштабах **затененное сельское хозяйство** является вариантом адаптации. Адаптированные и проверенные семена и посевы должны быть доступны по мере **необходимости в знаниях**.

Применение культур с более глубокой корневой системой, обеспечение повышенного содержания органического вещества в почве и снижение испарения являются возможными вариантами повышения продуктивности сельского хозяйства.

Ротация выращиваемых культур необходима для поддержания плодородия почвы. Она помогает увеличить содержание органического вещества и питательных веществ в почве и снижает развитие вредителей и болезней. Также эффективным является **применение органических удобрений и местных отходов** для увеличения содержания органического вещества в почве, повышения плодородности и биоразнообразия почвы. Другими вариантами мер являются использование **микоризы или геля для углубления корней** и способности почвы связывать воду. Особенно в засушливых районах эта мера окупает себя в два и более раза за один вегетационный период.

Для предотвращения эрозии почв в результате обильных дождей используются **буферные зоны с древесной, кустарниковой или травянистой растительностью**. Для эффективности буферные зоны должны иметь ширину 6-10 м. При выращивании винограда их можно применять через каждый второй ряд. На землях, орошаемых паводковыми водами, буферная зона в нижней части поля предотвращает попадание верхнего слоя почвы в дренажные каналы. При использовании буферных зон с травянистой растительностью, ее можно заменять каждые 3-5 лет, при этом увеличивается плодородие обрабатываемой земли. Ширина между зонами зависит от уклона поверхности поля и уязвимости к эрозии. Буферные зоны могут также применяться **для затенения посевов** с целью снижения теплового воздействия. **Задернование** в период между выращиванием культур также устраняет эрозию в межсезонье. Оно способствует увеличению содержания гумуса в почве и позволяет следующей культуре глубже укорениться. Для почвы, чувствительной к сильной эрозии, необходимо применять **мульчирование**, особенно при выращивании овощных культур. Сокращение поверхностного стока при этом может быть достигнуто на 80% и более.

Что касается выбора альтернативных культур, то возможен **переход от однолетних к многолетним растениям**, таким как ароматические травы. Для новых культур необходимо открывать новые рынки. Другой альтернативой является переход на корм для скота, который требует меньше воды и увеличивает доход от окружающей засушливой местности.

Развитие большинства вредителей и болезней связаны с **суммой градусо-дней**. Это сумма дневных температур выше базового значения в 2, 5 или 10°C. Для развития болезни или вредителя требуется как минимум один суммарный градусо-день. Чем выше итоговая сумма, тем раньше у вредителя появится шанс развиваться или может развиваться больше поколений вредителя. Фактическое значение суммарного количества градусо-дней может быть использовано для прогнозирования и осуществления своевременных действий против вредителей и болезней и рекомендовано для использования при мониторинге погоды в сельском хозяйстве. Необходимы национальные исследования в этой области для уточнения глобальных знаний. Для фермера разработка собственного календаря летних градусо-дней в вегетационный период может практически без затрат значительно снизить риск за счет лучшего их понимания.

9.2.1.1.2 Управление животноводством и пастбищами

Управление животноводством и пастбищами более всего страдает от жары и засухи. Деградация пастбищ является наиболее пагубным результатом влияния человека.

Решения для **местного питьевого водоснабжения** для скота, и **загоны**, позволяющие животным оставаться в безопасности на ночь летом, имеют решающее значение для сокращения времени миграции днем и более равномерного распределения скота по территории пастбищ. **Ротационный выпас** – это адаптационная мера с самыми высокими экономическими преимуществами. Более глубокое укоренение растительности может увеличить урожайность на 30-300%, что снижает уязвимость к засухе. Социальный аспект перехода от свободного выпаса пастбища к ротационному выпасу является серьезной преградой. **Права общины на пастбища** в сочетании с планированием управления пастбищами являются важными инструментами для реализации этой меры. Лесное хозяйство является важным партнером в этом процессе. Мобильное электрическое ограждение и использование обученных пастушьих собак – два решения, позволяющие преодолеть проблему ротационного выпаса с увеличенной рабочей силой. Это требует демонстрации и инвестиционной поддержки. Проблемой также является низкий социальный статус пастухов. Повышение продуктивности за счет ротационного выпаса и снижение опасности являются главными аргументами в пользу стимулирования ротационного выпаса.

Более устойчивые сочетания домашнего скота с низким процентным содержанием коз или несмешанное стадо могут помочь при адаптации. **Объединение усилий по управлению пастбищами** может способствовать улучшению пастбищ и пастбищных угодий. **Сельскохозяйственное управление охраной природы и естественное управление степными пастбищами**, является успешным и проверенным инструментом для создания коридоров между охраняемыми природными территориями и их соединения, повышения их качества с наименьшими затратами выгодным образом как для сельского хозяйства, так и для охраны природы.

Для домашнего скота, содержащегося на фермах, варианты адаптации могут быть найдены путем **использования кормов с низким водопотреблением** для повышения эффективности водопользования. Обеспечение тени необходимо для снижения теплового воздействия. Известно, что **деревья** могут снизить температуру до 10°C. **Оптимальный доступ к питьевой воде** необходим для предотвращения обезвоживания.

Для поддержания запаса кормов во время засухи прибыльным является заготовка сена для экстренного обеспечения кормами. Здесь также в центре внимания сотрудничество с садоводством, поскольку для производства кормов требуется гораздо меньше воды, они менее уязвимы для засухи и могут принести относительно высокие выгоды, поскольку откормленный скот относительно более ценен. В условиях чрезвычайной засухи, когда кормов не хватает, своевременная продажа скота является лучшим экономическим решением. Еще один способ снизить нагрузку домашним скотом – это сократить поголовье скота и сосредоточиться на **рынках продукции более высокого качества**, где можно получить больше прибыли.

Увеличение поголовья мелкого скота, такого как утки, кролики, козы, увеличит доход, укрепит положение женщин, поможет снизить нагрузку крупных животных на пастбища и, самое главное, уменьшит воздействие засухи и жары на домохозяйство.

9.2.1.1.3 Садоводство

Садоводство является как правило более интенсивной и менее масштабной формой сельского хозяйства, чем земледелие, с более высокой прибылью. Это позволяет больше инвестировать в меры адаптации. Однако, садоводство наиболее чувствительно к изменению климата. В засушливых районах опасность для садоводства возрастает из-за усиления засух.

Чтобы снизить чувствительность к жаре и засухе (за счет экстремальных осадков), особое внимание уделяется тепличному садоводству и капельному орошению. Это может повысить эффективность использования воды, снизить потребность в воде на 50-80% и увеличить урожайность на 50-100%.

Альтернативной мерой является использование **менее влаголюбивых и более теплолюбивых культур**, однако для внедрения этой меры необходимо развитие соответствующего рынка.

Более **дорогостоящие сельскохозяйственные продукты** предлагают лучшие варианты адаптации к изменению климата.

9.2.2.2 Адаптация в сельском хозяйстве – региональный уровень

Для того чтобы местное сельское хозяйство могло реализовать меры по адаптации, **необходимы услуги, знания, сотрудничество и планирование**. Под услугами понимается ремонт, поставка

запчастей, продажа, лизинг, аренда, подрядчики, финансы, страхование. Эти услуги позволят получить доступ к новому и адаптированному оборудованию, необходимому для адаптированного управления в сельском хозяйстве. Кооперация в сфере услуг является успешным инструментом в создании услуг там, где частные услуги отсутствуют. Помимо услуг кооперативное управление пастбищами будет инструментом оптимизации продуктивности и качества пастбищных угодий.

В области знаний необходимо организовать государственные или коммерческие региональные службы распространения знаний, образование и повышение осведомленности, чтобы обеспечить понимание мер по адаптации к климату и снабжать сектор новой информацией о климатических рисках и вариантах адаптации. Для того чтобы **новые сорта и культуры** были успешными, необходимо разработать **новые цепочки создания стоимости**.

Для активного управления рисками должны быть разработаны страховые продукты и системы раннего предупреждения об опасных явлениях, включая жару и засуху. Кроме того, необходимо внедрить региональный **мониторинг и планирование** управления рисками.

Маркетинговые услуги являются обычно недооцениваемой частью цепочки создания стоимости. Хорошие условия сбыта, такие как обеспечение кормами и водой для животноводческих товаров, способствуют справедливой цене на скот. **Региональная специализация** является здесь ключевым подходом к адаптации. На региональном уровне нужно стимулировать **доступ мелких фермеров к перерабатывающей промышленности**. Поддержка **контрактного садоводства** является инструментом в отношении цепочки создания стоимости для мелких фермеров. Эти контракты в принципе могут также использоваться в качестве залога для получения **кредитов**. Другими инструментами являются **пункты сбора или кооперативная торговля** для повышения адаптационного потенциала.

Развитие перерабатывающей промышленности и рынка добавленной стоимости также может быть частью мер по адаптации. **Перерабатывающие и складские помещения** позволяют продавать продукцию в другое время с большей прибылью. Инвестиционные возможности и поддержка рынка являются важнейшими мерами адаптации.

9.2.2.3 Адаптация в секторе энергетики

Ключевые учреждения: гидроэнергетические компании, инспекции и региональные департаменты энергетического надзора, энергосберегающие компании

Поддерживающие учреждения: Министерство энергетики, Министерство водных ресурсов, Министерство чрезвычайных ситуаций, Министерство экономики и торговли, Министерство финансов.

Заинтересованные стороны: электростанции, компании по транспортировке энергии.

Сектор энергетики можно разделить на три уровня: производство (на ископаемом топливе и гидроэнергетика), транспортировка и потребление. Однако, воздействие оказывается на местном уровне, а адаптационные меры принимаются на региональном и национальном уровнях. Как показано в отчете по ОРУИК, энергетический сектор наиболее уязвим к жаре и засухе. В наибольшей степени это сказывается на охлаждающей способности; на гидроэнергетику больше всего влияет наличие воды и экстремальный расход (из-за экстремальных осадков). Поэтому изменение климата должно быть включено в **энергетический баланс**.

В случае выработки энергии из ископаемого топлива больше всего страдает охлаждающая способность. Это, в частности, относится к Дашогузской электростанции, которая работает на природном газе.

На Туямуюнскую ГЭС более всего влияют наличие запасов воды и экстремальные расходы в реке вследствие сильных осадков. Это требует **модернизации управления водохранилищами** для предотвращения экстремальных уровней воды и наводнений.

Эффективность передачи энергии подвержена воздействию экстремальной жары, которое проявляется в снижении транспортировки во время волн тепла. Повреждение системы обычно автоматически предотвращается путем снижения напряжения. При планировании необходимо учитывать снижение пропускной способности электропередач. Стихийные бедствия могут дополнительно повлиять на энергетическую инфраструктуру. Необходимо предусмотреть размещение линий электропередач с учетом зон проявления стихийных бедствий или предпринимать превентивные меры, основанные на **картировании рисков**.

Потребность в электроэнергии сильно возрастает в результате жары. Поэтому первоочередными

мерами должна быть **экономия энергии**. Ожидается, что в международном масштабе в результате роста использования кондиционирования воздуха спрос на электроэнергию может увеличиться до 25%. Основные местные меры – **озеленение населенных пунктов и улучшения инсоляции жилья**.

Климатически адаптированное моделирование речного стока и управление водохранилищами является важным инструментом для снижения риска наводнений в результате обильных осадков, а также для оценки буферных возможностей во время засухи.

Системы охлаждения в тепловых электростанциях, работающих на ископаемом топливе, в основном рассчитаны на температуру воды не более 25°C. Повышение температуры поверхностных воды снижает охлаждающую способность и ограничивает производство энергии. Адаптация требует более высокой охлаждающей способности.

Выработка возобновляемой энергии на местах, такой как солнечная и ветровая, может быть хорошей альтернативой для удаленных районов, а также для стабилизации энергоснабжения.

На местном, региональном и национальном уровнях наиболее важными мерами по адаптации к изменению климата для энергетического сектора являются:



9.2.2.4 Адаптация в водном секторе

Ключевые учреждения: Амударьинское бассейновое управление водными ресурсами, органы управления Туюмюнским гидроузлом, областные и районные департаменты управления водными ресурсами, управления работой каналов, водозаборные сооружения

Поддерживающие учреждения: Министерство водных ресурсов, Комитет по охране окружающей среды, Гидрометеорологические службы, Министерство сельского хозяйства, Министерство чрезвычайных ситуаций

Заинтересованные стороны: сельскохозяйственные предприятия, фермерские и дехканские объединения, сельские общины

Засуха и жара повышают спрос на водные ресурсы. Меры, принимаемые на местном уровне – это **эффективное использование воды и адаптированные техники земледелия**. Эффективность использования воды требует, помимо адаптированного управления, инвестиции и знаний более эффективной подачи воды культурам, а также выбора альтернативных культур.

Снижение утечек воды – это первая мера, которую необходимо предпринять. Здесь можно получить наилучшие результаты. Эффективность использования воды в связи с экономической выгодой имеет решающее значение для сельского хозяйства. Примером этого является **капельное орошение** (в сочетании с тепличным садоводством).

Решающее значение для сообществ и городов имеет надежное питьевое водоснабжение. Увеличение потребности в питьевой воде и уменьшение запасов воды увеличивают риск нехватки воды. Рекомендуемые меры адаптации – увеличение инфильтрации путем использования инфильтрационных канав и водоемов, подземное хранение воды, замкнутые водные ресурсы в сочетании с **водосбережением**. В качестве альтернативы, использование местных домашних или общественных источников воды может уменьшить воздействие на климат.

На управление водохранилищами влияет наличие воды и экстремальный расход, возникающий в результате сильных осадков. Это требует **модернизации управления водохранилищами** для предотвращения экстремальных уровней воды и наводнений и, соответственно, низкой вместимости водохранилищ. Эта проблема не может быть решена на местном уровне, но является частью регионального или национального управления водными ресурсами.

Основным фактором, влияющим на Туюмунский гидроузел, является седиментация в водохранилищах. Для предотвращения этого наиболее серьезные меры необходимо принимать выше Туюмунского гидрокомплекса по течению. Некоторые меры могут быть приняты внутри водохранилищ с использованием природоориентированных решений. К ним относится улавливание наносов в верхней части главного Русловского водохранилища. Система улавливания

включает сеть спроектированных островов, каналов и отстойников для увеличения локального, более концентрированного осадконакопления и, как следствие, уменьшения осадконакопления в других частях водохранилища. Опыт показывает, что площадь отстойника в 200 га способна консолидировать 200 000 – 500 000 м³ отложений в год. Содержание твердой фракции более, чем 12-17%, обеспечит более высокую степень осаждения. Вся конструкция может быть изготовлена из местных материалов. Эти меры также поддержат биоразнообразие и экологическое качество водохранилищ. Систему улавливания осадков можно совместить с установкой для обезвоживания накопленного глинистого материала, который может быть в дальнейшем использован (Рисунок 41).

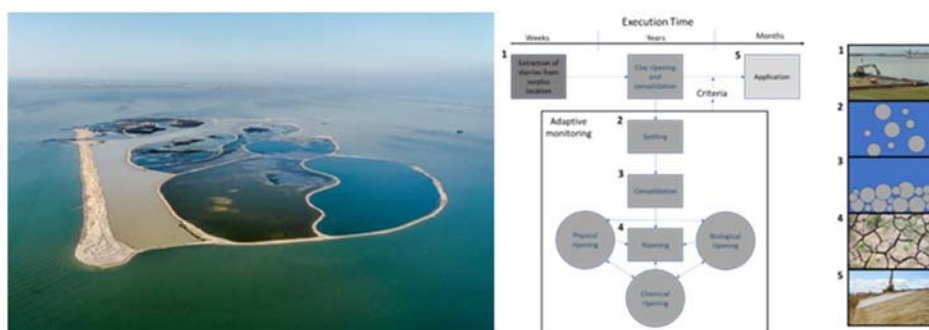


Рисунок 41: Пример системы улавливания осадков, состоящей из островов, каналов и участков обезвоживания накопленного глинистого материала (Marker Wadden)

Адаптация выше по течению от Туямуюнского гидроузла

Выше по течению от Туямуюнского гидроузла рекомендуются следующие меры.

Берегоукрепление – это инертная или подвижная конструкция, обеспечивающая фиксацию берега, но при этом препятствующая естественному меандрированию реки. Чтобы избежать этого, некоторые части берегоукрепления удаляются, особенно инертные, с целью повышения разнообразия параметров потока (глубина, субстрат и скорость) и мест обитания, а также предотвращения паводков в основном русле. Это является предпосылкой для многих других мер, таких как ре-меандрирование или расширение, а также инициирование последующей миграции и динамики русла.

В результате осушения земель, интенсивной урбанизации и выпрямления русла рек основные роли пойм были утрачены. Задача состоит в том, чтобы восстановить их удерживающую способность и экосистемные функции путем воссоединения с рекой. **Восстановление функций поймы** требует таких мер, как: изменение русла; удаление накопленных донных отложений; создание озер или

прудов в пойме; применение новых или модификация сельскохозяйственных методов; облесение; посадка местных трав, кустарников и деревьев; создание травянистых бассейнов и понижений; создание водно-болотных угодий; удаление инвазивных видов; создание и развитие прибрежных буферных зон.

Берег реки представляет собой как естественный, так и искусственный рельеф, следующий за течением реки. В прошлом многие искусственные берега были построены из бетона или других видов удерживающих стен, что ограничило естественное движение рек, привело к деградации реки, увеличению потока воды, усилению эрозии и снижению биоразнообразия. **Ренатурализация берегов рек** заключается в восстановлении их экологических компонентов, что позволяет предотвратить ущерб экосистемам и, в частности, стабилизировать берега, а также обеспечить более свободное движение воды. Предпочтительны природоориентированные решения, такие как биоинженерия, но в случае сложных гидрологических ограничений необходимо использовать гражданское строительство.

Расширение пространства реки путем **воссоединения водно-болотных угодий** или создания зон перелива способствует увеличению стабильного потока и снижению риска наводнений.

Восстановление водно-болотных угодий и управление ими может включать: технические, пространственно-масштабные меры (включая прокладку канав для повторного увлажнения или удаление дамб для обеспечения возможности затопления); технические мелкомасштабные меры, такие как вырубка деревьев; изменения в землепользовании и сельскохозяйственные меры, такие как адаптация методов земледелия на водно-болотных угодьях. **Создание искусственных водно-болотных угодий (биолато)** в городских районах также может способствовать ослаблению наводнений, улучшению качества воды и расширению среды обитания и ландшафта.

Сезонные или временные водотоки – это реки, поверхностные воды которых перестают течь в определенный момент времени и пространства. Они составляют значительную часть глобальной речной сети и характеризуются динамичным обменом между наземной и водной средой обитания. Эти среды обитания поддерживают водную, прибрежную и наземную биоту. Сезонные водотоки обеспечивают важнейшие экосистемные услуги для общества, включая контроль наводнений и ирригацию. Численность и распределение сезонных водотоков, а также их естественный прерывистый режим течения изменяются в результате изменения климата, забора воды и межбассейновых перебросок. Несмотря на их ценность и происходящие изменения, сезонные

водотоки постоянно недостаточно изучены, а управление их защитой неадекватно.

Восстановление и воссоединение сезонных водотоков с рекой заключается в том, чтобы способствовать общему функционированию реки путем восстановления боковых связей, диверсификации потоков и лучшего удержания воды во время паводков. Сокращение пикового расхода воды может быть достигнуто на 15-30%.

Необходимо включить в **планирование управления речными бассейнами положения, связанные с воздействием климата**, так же, как и риск стихийных бедствий, приводящих к изменению естественного стока. **Управление речными бассейнами** является инструментом для интеграции взаимосвязи между водой, качеством, количеством воды, управлением рисками и заинтересованными сторонами. Поэтому необходимо законодательное укрепление и обеспечение исполнения планирования управления речными бассейнами.

На местном, региональном и национальном уровнях наиболее важными мерами по адаптации к изменению климата для сектора водных ресурсов являются:



9.2.2.5 Адаптация к стихийным бедствиям – местный и региональный уровень

Основными природными стихийными бедствиями являются медленно наступающие крупномасштабные угрозы, такие как жара и засуха. Основные задачи по борьбе с ними лежат в конкретных секторах, таких как сельское хозяйство, водоснабжение и энергетика, а также в секторе

здравоохранения.

Жара

Жара, как и засуха, является одним из опасных природных явлений с самыми высокими экономическими издержками. Поскольку воздействие жары распространяется на большие площади, оно не привлекает такого внимания, как, например, наводнения. Крупномасштабное событие можно спрогнозировать заранее, используя соответствующие модели для долгосрочного прогноза погоды. Адаптация к жаре зависит от сектора и обсуждается в вышеприведенных разделах по секторам.

Кроме того, следует упомянуть сектор здравоохранения. По данным результатов ОРУИК, сектор здравоохранения наиболее подвержен влиянию жары и засухи на местном уровне. Количество обращений в больницу в среднем увеличивается на каждый градус Цельсия при температуре выше 25°C. Это воздействие сильно связано с сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями и уровнем ожирения. Кроме того, пожилые люди более уязвимы, чем молодежь. Существует также прямая связь между жарой и несчастными случаями на производстве и в дорожном движении.

Самой простой мерой адаптации на местном уровне является **наличие тени** (озеленение населенного пункта и жилья) и **доступность воды** для предотвращения обезвоживания. **Озеленение населенных пунктов**, при правильном планировании, обеспечивает дополнительную экономию энергии. **Инсоляция домов** снижает риск перегрева. Помимо упомянутых выше мер, наилучшим является организованное обеспечение качественной питьевой водой для предотвращения обезвоживания. В качестве альтернативы во время жары и засухи предлагается **снабжение бутилированной питьевой водой**, как в сочетании с **повышением осведомленности** о необходимости предотвращения обезвоживания.

Существует прямая зависимость между количеством обращений в больницы и температурой. В мире с каждым градусом повышения температуры количество обращений в больницу увеличивается на 2,5%. Это требует **увеличения штата сотрудников, резервных мощностей на период тепловых волн**, транспортных средств, бюджета на чрезвычайные ситуации и т.д. Чтобы уменьшить количество обращений в больницы, необходимо провести **разъяснительную работу и организовать водоснабжение** на местном уровне, чтобы предотвратить перегрев и обезвоживание

#

как основные причины. **Озеленение окружающей среды и улучшение инсоляции домов** должны поощряться в качестве адаптационных мер. Количество дорожно-транспортных происшествий

увеличивается с ростом температуры и повышает медицинскую нагрузку. Необходимо создать **национальные фонды для чрезвычайных ситуаций, вызванных климатом.**

Повышение осведомленности и раннее предупреждение являются важными инструментами в адаптации к экстремальным климатическим условиям. Риск стихийных бедствий также влияет на здоровье.

Засуха

Последствия засухи схожи с последствиями жары. Положение и сила значимых климатических систем могут указывать на долгосрочный риск засухи. Сильная засуха оказывает воздействие на сельское хозяйство, управление водными ресурсами и здоровье населения.

9.2.3 Адаптационные меры на национальном уровне

Национальные меры необходимы для обеспечения или поддержки местных и региональных мер по адаптации.

Адаптация на национальном уровне в основном связана с политикой и планированием, обеспечивая фактическую среду для успешной адаптации. Стимулы, руководство на национальном уровне являются необходимыми инструментами для успешной адаптации на местном и региональном уровне. Отсутствие межсекторального сотрудничества и гармонизации является основным проблемным аспектом.

9.2.3.1 (Меж)национальные рамки

Международные рамки для адаптации к изменению климата сформированы целым рядом международных конвенций, тесно связанных и перекрывающих друг друга.

Основной для оценки изменений климата является Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН).

РКИК ООН является "Рио-де-Жанейрской конвенцией", одной из двух, открытых для подписания на "Саммите Земли в Рио-де-Жанейро" в 1992 году. Ее родственными Рио-де-Жанейрскими

конвенциями являются Конвенция ООН о биологическом разнообразии и Конвенция по борьбе с опустыниванием. Эти три конвенции неразрывно связаны между собой. В связи с этим была создана Совместная группа по связям для укрепления сотрудничества между тремя конвенциями с конечной целью развития синергии в их деятельности по вопросам, представляющим взаимный интерес. Эти три конвенции являются основными политическими документами, на основе которых должна строиться адаптация. Обе страны, и Узбекистан, и Туркменистан, подписали эти конвенции ООН.

Другими важнейшими ратифицированными международными конвенциями, определяющими адаптацию к климату, которые были подписаны Туркменистаном и Узбекистаном, являются:

1. Устойчивое развитие – Цели устойчивого развития
2. Правило "Не навреди" - в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций
3. Пекинская декларация и Платформа действий по гендерному равенству
4. Конвенция ЕЭК ООН о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды, Экологическая информация (конвенция Аархуус)
5. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Конвенция по трансграничным водам) и соответствующий Протокол по проблемам воды и здоровья, совместно обслуживаемый ЕЭК ООН и ВОЗ-Европа.
6. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий

И Туркменистан, и Узбекистан имеют базовую политику, позволяющую осуществлять национальные меры. В обеих странах затруднена национальная межсекторальная координация.

Для Туркменистана центральной политикой является нейтральность деградации земель, для Узбекистана – продуктивность почв и эффективность использования воды.

9.2.4 Межсекторальное сотрудничество

Эффективность политики и мер по адаптации к климату в значительной степени зависит от их реализации на уровне секторов. Поэтому необходимо дальнейшее развитие потенциала секторов по реализации межсекторальных вопросов и их институциональное закрепление в виде отдела или департамента. Для гармонизации между секторами необходима постоянная национальная

платформа по управлению рисками изменения климата и стихийных бедствий, в которой участвуют все отраслевые органы власти, для согласования и определения приоритетности мер по адаптации. Для этого в Туркменистане и Узбекистане создана серьезная политическая структура, на которую можно опираться. Речь идет о практической активизации межсекторального сотрудничества в области адаптации к изменению климата и секторальной реализации. А также о коммуникационных и поддерживающих мерах (стимулы и руководство) для нижестоящих органов власти и частного сектора.

Секторальный потенциал должен быть создан и институционализирован, чтобы обеспечить эффективную секторальную реализацию.

Эффективная адаптация требует, помимо межсекторального сотрудничества на правительственном уровне, сотрудничества бизнеса по цепочке создания стоимости, ответственности за меры и многоуровневого подхода со стороны властей и, наконец, участия общественных организаций и вовлечения местных домохозяйств.

Строительные нормы и правила, стандартизация в различных секторах должны быть адаптированы к интегрированному многосекторному подходу. Кроме того, климатическая адаптация должна быть включена в отраслевое законодательство, например, в нормы строительства или безопасности гидротехнических сооружений. Новый экологический кодекс предлагает базовый инструмент для включения этих подходов в отраслевое законодательство и регулирование. Например, рекомендуется регулярно, например, раз в 5 лет, пересматривать все отраслевые законодательные и нормативные акты, касающиеся изменения климата.

Для повышения эффективности стратегии адаптации к изменению климата необходимо разработать дорожную карту, включающую четкие цели, бюджет и ответственных лиц за реализацию, в том числе во всех секторах, а также обеспечить централизованный мониторинг и публичное информирование.

Другие важные инструменты адаптации на национальном уровне включают:

- Финансовые стимулы, побуждающие власти, бизнес и домохозяйства вносить свою долю в адаптацию — они включают ряд инструментов, стимулирующих адаптацию, таких как

налоговые стимулы, гранты, субсидии, гарантии по кредитам, климатическое финансирование, привлечение глобальных ресурсов, облигации и акции для рынка капитала, процентные ограничения и поддержка, ограничение залогов по кредитам, правила владения имуществом, позволяющие использовать его в качестве залога по кредитам;

- Страхование для восстановления после стихийных бедствий;
- Территориальное планирование – стимулирование экономики (объединение поддерживающих экономических секторов), снижение рисков стихийных бедствий, стимулирование создания необходимой инфраструктуры и стимулирование устойчивого развития. Исключение рискованных зон стихийных бедствий позволяет избежать значительных затрат на ликвидацию последствий стихийных бедствий;
- Компенсация последствий адаптации к изменению климата;
- Мониторинг – мониторинг природных ресурсов, включая гидрологию, метеорологию, мониторинг риска стихийных бедствий, мониторинг эффективности мер по адаптации к изменению климата, мониторинг эффективности бюджетных потоков, а также открытый, своевременный и бесплатный доступ к информации об окружающей среде и природных ресурсах;
- Исследования и образование;
- Участие заинтересованных сторон;
- Консультации по вопросам адаптации к изменению климата;
- Отраслевая политика в отношении приоритетных мер и групп, целевых субсидий и бюджетов, направленных на поддержку адаптации к изменению климата.

10 ПРЕИМУЩЕСТВА, БАРЬЕРЫ И РИСКИ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

10.1 Преимущества адаптации

Основными климатическими уязвимостями для Туямунского гидроузла, как упоминалось выше, являются продолжительность жары и засухи, а также экстремальные осадки. Если жара и засуха больше всего влияют на сельское хозяйство, водные ресурсы и здоровье, то увеличение экстремальных осадков больше всего влияет на водные ресурсы, природные угрозы и инфраструктуру. Это означает, что благодаря адаптации к климату наибольшие выгоды могут быть достигнуты для этих секторов.

Информация, приведенная в данной главе, является ориентировочной и основана на международных ресурсах таких международных организаций, как Всемирный банк, ФАО, ЕЭК ООН, МГЭИК, Глобальная комиссия по адаптации, МЭА и других. Ее цель – дать направление в преимуществах адаптации и ее важности для страны.

В сельском хозяйстве изменение климата увеличит тепловой стресс для сельскохозяйственных культур, вызовет увеличение испарения, повысит риск заболеваний и вредителей, уменьшит доступный запас воды в почве и, таким образом, увеличит потребность в воде. Экономика Узбекистана примерно на 28% основана на сельскохозяйственном секторе, что в ВВП по ППС составляет 70 миллиардов долларов США. В результате неадаптации к 2050 году можно ожидать снижения сельскохозяйственного производства на 1-13% в зависимости от региона. Среднее снижение сельскохозяйственного производства на 4% будет означать экономические потери в размере 2800 миллионов долларов США по паритету покупательной способности. Для Туркменистана при отсутствии адаптации можно ожидать снижения производительности на 4-5%, что приведет к затратам в размере 350 миллионов долларов США по паритету покупательной способности (данные ФАО / Всемирного банка).

Улучшение мониторинга погоды, климата и природных ресурсов дает наибольшую выгоду не только для сельского хозяйства, но и для большинства других секторов, со средней выгодой 9 и более долларов США на каждый вложенный доллар. Наибольшей выгоды можно достичь путем предоставления бесплатного доступа к данным, что приведет к увеличению экономического использования до 15 раз. Потеря платного дохода в значительной степени будет компенсирована увеличением налога от экономического использования данных.

Применение более жаростойких сортов культур при увеличении инвестиций на 50% в отборные семена увеличит урожай на 30%, особенно в богарном земледелии. Это особенно важно там, где доступность воды ограничена. Полосное земледелие, когда на одном поле выращивается несколько культур в полосах, в сочетании с ротацией культур, снизит риск заболеваний, стимулируя здоровье почвы и затеняя друг друга. Это увеличит средний урожай при очень низких затратах. Нулевая или минимальная обработка почвы на богарных землях увеличит содержание органического вещества в почве, но, учитывая уровень инвестиций, принесет стабильную прибыль только через пару лет. Постоянный земельный покров (зеленое удобрение) увеличит содержание органического вещества в почве, что приведет к более глубокому укоренению и большей доступности воды. Это может быть еще более улучшено благодаря грибкам, поддерживающим рост корней. Это наиболее выгодно на почве с ограниченным доступом к воде. Использование бобовых в качестве промежуточных культур также увеличит содержание азота и свободного фосфата в почве, способствуя росту последующих культур. Улучшение почвы может привести к удвоению глубины корней и утроению или увеличению доступа к воде и растворенным веществам. Дополнительный положительный эффект дает вспашка под соломой. В этом случае в первые годы требуется более высокое внесение азота, чтобы сбалансировать коэффициент C/N. Но через 2-3 года эти затраты полностью окупаются, что является инвестицией во времени (данные FAO).

Высотная обработка почвы и возделывание культур практически без дополнительных затрат обеспечивает высокое снижение стока и эрозии почвы.

Меры по повышению эффективности использования воды не только приведут к экономии воды, но и снизят риск засоления и сохраняют плодородие почвы. Капельное орошение является наиболее эффективной мерой, особенно для высокоценных культур, таких как овощи и фрукты. Помимо

экономии воды, оно обеспечивает повышение производительности. В сочетании с укрывной культивацией можно ожидать удвоения урожая при экономии воды до 80%. В долгосрочной перспективе выгода составляет 4 - 5 долларов США на каждый вложенный доллар (Global Commission for Adaptation under IPCC – Глобальная комиссия по адаптации Межправительственной группы экспертов по вопросам изменения климата).

В районах с ограниченным количеством воды и повышенной засоленностью рекомендуется выращивать постоянные культуры, особенно кормовые. Хорошо подобранные кормовые культуры требуют меньше воды и обеспечивают более стабильную продуктивность, что снижает риск. Все эти меры в долгосрочной перспективе окупятся с выгодой от 3 до 4 долларов США на каждый вложенный доллар США.

Улучшение возможностей переработки и хранения будет способствовать получению более стабильного дохода от сельскохозяйственной продукции и более высокой добавленной стоимости. Для скота изменения климата приводят к стрессу для здоровья, создают дополнительную потребность в воде и кормах, которые будут менее доступны на неорошаемых территориях. На неорошаемых территориях ротация пастбищ при компактном выпасе скота, постоянном доступе к воде и, по возможности, местном затенении, например, в виде агролесоводства, может легко повысить продуктивность (деградированных) пастбищ в 3 и более раз. Необходимо разумно производить запас кормовых культур для преодоления риска засухи и откорма скота перед продажей, что позволит получить двойную прибыль в первый период засухи/жары. В орошаемых районах, кроме того, наиболее важны обеспечение тени и постоянный доступ к воде, которые будут возвращены с выгодой 4 доллара на каждый вложенный доллар.

Выгоды от нейтрализации деградации земель выше среднего. Затраты для экономики оцениваются для Узбекистана в 3% от ВВП или 7,5 млрд. долларов США (ППС) и 4-5% для Туркменистана или 350 млн. долларов США (ППС). На каждый вложенный доллар можно ожидать выгоду в размере 5-6 долларов США. Выгода проявляется в продуктивности земель, производстве древесины, снижении затрат на управление водными ресурсами (меньшее осаднение, увеличение пикового стока), увеличении производительности энергии (увеличение буферной емкости, осаднение водохранилищ и мутность охлаждающей воды) и особенно в снижении риска бедствий

(наводнения, сели, паводки и риск оползней) (UN LDN).

Сельское хозяйство, безусловно, является наиболее водопотребляющим сектором, потребляя 80% и более от имеющихся ресурсов. Вышеупомянутые меры в сочетании с сокращением утечек (по оценкам около 50%) могут снизить потребление воды на 30% и более. При применении комбинированного подхода к сельскому хозяйству можно ожидать выгоду в размере 4 - 5 долларов США на каждый вложенный доллар. Здесь риск более ограниченного доступа к воде еще больше увеличивает долгосрочные выгоды. Сюда же можно добавить выгоду от нейтрализации деградации земель (ICWC / GCfA under IPCC).

Энергетический сектор сталкивается с сокращением мощностей на 3-5% в результате повышения температуры воды, что приводит к снижению охлаждающей способности, снижению пропускной способности линий электропередач, увеличению пикового стока и стока наносов в водохранилища, а также увеличению рисков стихийных бедствий. Повышение температуры, экстремальные осадки и увеличение пиковых расходов являются основными причинами, вызванными климатом. При мощности ископаемой генерации в 254 МВт и мощности гидроэлектростанций в 150 МВт это означает потенциальное снижение мощности генерации на 12-16 МВт. Выгоды можно ожидать от увеличения мощности охлаждения, моделирования речного стока на основе климата и улучшения мониторинга климатических показателей (IEA).

Преимущества для сектора здравоохранения, нуждающегося в увеличении мощности на 10% и более, можно подсчитать по увеличению доступности рабочей силы и социальных инвестиций, сделанных обществом в течение жизни пациента. Сокращение жизни на 10 лет приводит к потере как минимум 10-кратного валового национального дохода на душу населения, что составляет 7000 долларов США (ППС) для Хорезма и республики Каракалпакстан в 2019 году или 16 000 долларов США (ППС) для Дашогузской области. Это означает, что в общей сложности 70 000 долларов США или 160 000 долларов США будут сэкономлены для общества, добавив 25% социальных инвестиций в образование и т.д. Эти инвестиции в медицинский сектор для повышения способности соответствовать меняющемуся климату легко окупаются. Этот расчет еще не включает социальную ценность для семьи и общества. В среднем ожидается увеличение уровня смертности на 3°C температуры – 73 дополнительных случая на 100 000 жителей. Для провинций, входящих в зону действия Туямуюнского гидрокомплекса, это может означать 3 700 дополнительных смертей в год.

Специальный фонд для экстремальных погодных условий и резервные мощности заработают к первой волне жары. Такие меры, как озеленение пригородных зон, создание тени и снижение температуры на 3-4°C, или обеспечение экономии питьевой воды в периоды ухудшения здоровья, или, лучше, постоянное обеспечение экономии питьевой воды, создадут выгоду в 4 -5 долларов США на каждый вложенный доллар (UN / Worldbank / WHO).

Лесное хозяйство, помимо производства древесины, играет важную роль в защите природных ресурсов, таких как пастбища и эрозия. Выгода от лесоразведения (восстановления земель) составляет от 5 долларов США и выше на каждый вложенный доллар, в зависимости от защиты других секторов, таких как инфраструктура, городские поселения, управление водными ресурсами или снабжение питьевой водой. Их вклад также необходим для озеленения территории для адаптации к климату и восстановления растительности на деградированных землях, как упоминалось выше.

Мониторинг природных ресурсов, например, с помощью дистанционного зондирования Земли, обеспечит выгоду от 9 и выше на вложенный доллар. Второй – регенерация земель и лесовосстановление, как упоминалось выше, с выгодой в среднем 5 и выше.

Таким образом, все меры по адаптации, упомянутые в данной главе, имеют положительное соотношение выгод и затрат. В среднем соотношение затрат и выгод от адаптационных мер составляет 1:4 и выше. Открытая и бесплатная информация о климате и окружающей среде имеет самое высокое соотношение затрат и выгод – в среднем 1:9-15. Другими словами, каждый вложенный доллар дает экономическую выгоду или предотвращение потерь стоимостью от 4 до 15 долларов. Поэтому в адаптацию стоит инвестировать. Правительственные стимулы и инициативы быстро приживутся, если повысить осведомленность и создать потенциал.

При использовании подхода природоориентированных решений выгоды могут увеличиться еще на 30-35% в результате многосекторного воздействия.

Адаптация имеет тройную выгоду. Помимо прибыли и предотвращенных потерь, особенно при применении решений, основанных на природе, она дает межсекторальные выгоды, здоровье и благополучие, а также биоразнообразие.

Поскольку изменение климата развивается шаг за шагом, меры должны быть адаптируемыми и подготовленными заранее. Разработка адаптивного пути, особенно органами власти, является подходящим инструментом для долгосрочного экономического и управленческого планирования. Адаптация к изменению климата, подготовленная согласованным образом, принесет экономические выгоды, создаст новые возможности для трудоустройства и снизит будущие затраты. Адаптация представляет интерес для частного сектора, но нуждается в государственных стимулах.

Государственный сектор должен поддерживать путем рекомендаций, демонстраций и стимулов местную адаптацию к изменению климата национальными мерами, чтобы местная адаптация была успешной.

10.2 Риски

Успех адаптации к изменению климата включает риски, связанные с планированием (в том числе бюджетным), осведомленностью и пониманием, которых в основном можно избежать, приняв их во внимание при подготовке. В частности, можно упомянуть:

- Значительным риском для адаптации к климату является то, что стоимость возможного ущерба увеличивается со временем, более ранние действия будут стоить меньше,
- Недостаточное участие общественности ставит адаптацию под угрозу.

Риски не осознаются. Даже когда риски понятны, часто не хватает знаний о правильных решениях – что работает, что нет, а также о затратах и преимуществах конкретных вариантов снижения уязвимости.

10.3 Барьеры

В качестве барьеров для адаптации можно назвать действия:

- В большинстве решений не учитывается изменение климата. Решения городского чиновника, занимающегося планированием землепользования, коммунального предприятия, решающего, где (и стоит ли) строить новую электростанцию, или фермера, планирующего следующий посевной сезон, должны учитывать множество способов, которыми климат подвергает риску ожидаемые результаты.

-
- Человеческое поведение не способствует проявлению инициативы, когда место и время возникновения опасностей не определены, когда выгоды от действий могут быть получены лишь через годы или когда приоритет отдается более неотложным задачам.

Помимо пробелов в знаниях и краткосрочных предубеждений, действиям мешают разрозненные обязанности, слабое институциональное сотрудничество и нехватка ресурсов. Правительствам не хватает стимулов и финансирования для того, чтобы агентства могли преодолевать пробелы в знаниях, сотрудничать, преодолевая разрозненность, и внедрять инновационные решения.

Contacts:

Regional Environmental Centre for Central Asia
40, Orbita-1 microdistrict
050043, Almaty, Kazakhstan
+7 (727) 265 4333
+7 (727) 265 4334
info@carececo.org
<https://carececo.org/>