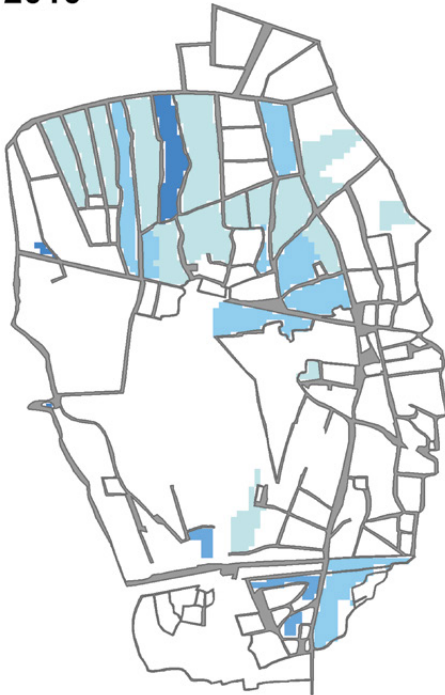
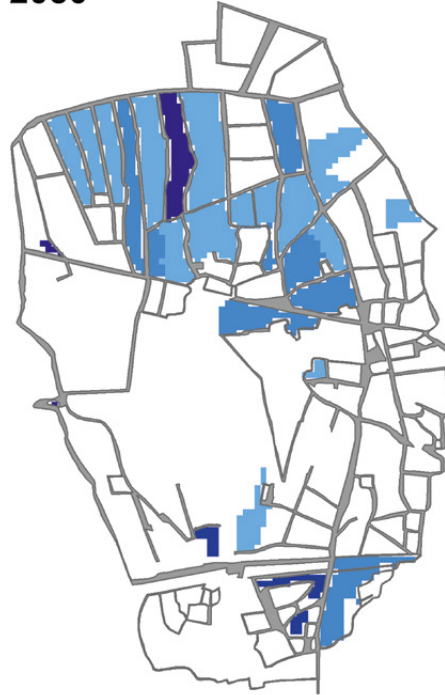


О будущем управления водными ресурсами в Ферганской долине Сценарии изменения климата, водных ресурсов и социально-экономического развития

2010



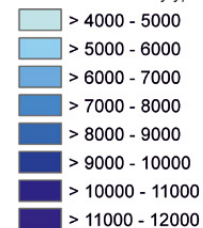
2050



Изменение в м³ воды за тонну урожая



Голубой водный след хлопка
в м³ воды на тонну урожая



Проекция роста удельного водопотребления на орошение для хлопка в АВП Акбарабад на 2050 г. - Сценарий „развитие без изменений“

Ключевые сведения

≈ Будущие изменения климата, ледников, гидрологических и социально-экономических условий могут обострить дефицит воды в Центральной Азии в летний период до 2050 года.

Эта задача может быть решена путём применения беспроектных мер по адаптации, в том числе:

- ≈ Повышение эффективности водопользования в орошаемом земледелии,
- ≈ Регулирование землепользования в пользу „товарных культур“, потребляющих меньше воды
- ≈ Укрепление подходов ИУВР, основанных на водосборах.

Краткое изложение

Уже сегодня Центральная Азия сталкивается с водным стрессом из-за конкурирующего использования воды и преобладания низкой эффективности водопользования. В будущем, климатические, гидрологические и социально-экономические изменения могут обострить ситуацию. Исследования, проведённые в рамках проекта CAWA показали, что на основе сценариев климатических моделей, изменение климата приведёт к дальнейшему увеличению средней годовой температуры воздуха, а также температуры в зимний и летний периоды, и существенному дальнейшему сокращению площадей покрытых ледниками, например в Тянь-Шане в бассейне р. Нарын на 20–60% до 2050 года по сравнению с нынешним состоянием оледенения. Режим речного стока, как ожидается, изменится с ледниково-нивального на плювио-нивальный режим с увеличением стока в весеннее время и уменьшением стока в летние месяцы по наиболее пессими-

стичному сценарию климатических изменений. К 2050 году повышение температуры вызовет увеличение потребности воды для сельскохозяйственных культур на 5–15% для большинства традиционных культур в Ферганской долине.

Подробный анализ сценариев для Ферганской долины показал, что экономика может справиться с будущими условиями, если (1) эффективность водопользования в орошаемом земледелии увеличится путём применения новых технологий орошения и улучшения ирригационной инфраструктуры, (2) использование земли отрегулируется в пользу новых товарных культур, таких как овощи, фрукты и виноград. Это беспроектные меры по адаптации, которые экономики стран Центральной Азии должны предпринять, чтобы приспособиться к социально-экономическим изменениям, даже при условии отсутствия изменений климата.

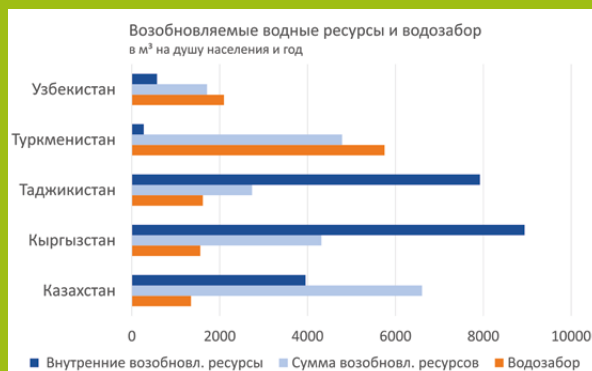
Водные ресурсы в условиях нарастающего стресса

Введение

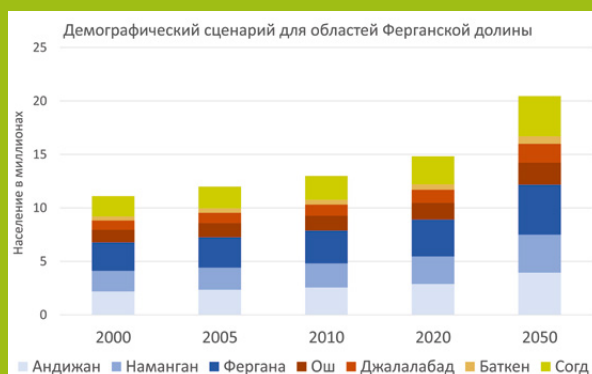
Экономика Центральной Азии сильно зависит от имеющихся водных ресурсов. Однако, водные ресурсы находятся под растущим стрессом из-за климатических и гидрологических, а также социально-экономических изменений. В Ферганской долине, имеющей значение для трёх стран: Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана, ожидается, что население удвоится к 2050 году по сравнению с 2000 годом, и условия существования для растущего населения должны быть обеспечены или даже улучшены. Взаимодействие природных и социально-экономических факторов, вызывающее напряжение, связанное с водой, с изменением климата усугубляет другие факторы напряжённости. Сценарии будущего развития являются полезным инструментом для оценки будущих условий и анализа вариантов адаптации. Они дают лицам, принимающим решения, научную основу для разработки, подготовки и реализации мер по адаптации.

В рамках проекта CAWa Вюрцбургским университетом, GFZ и Узгидрометом был разработан диапазон проекций климатических и гидрологических изменений. Сценарии социально-экономического развития были исследованы НИЦ МКВК и ZEU. Эта аналитическая записка обобщает основные результаты и выводы для заинтересованных специалистов и лиц, принимающих решения.

Факты и цифры



Доступные возобновляемые водные ресурсы и водозабор на душу населения в 2012 году (Данные: ФАО, 2013)



Ожидаемый рост населения в областях Ферганской долины основан на предположениях по стабильным темпам роста

Термины и определения

Неопределённость

Выражение степени, в которой значение (например, будущее состояние климатической системы) неизвестно. Неопределённость может возникнуть в результате отсутствия информации или разногласий по поводу того, что известно или познаваемо. Она может иметь много типов источников, от количественных ошибок в данных до неоднозначно определённых понятий или терминов, или неопределённых проекций динамики общества. Поэтому неопределённость может быть представлена количественными мерами (например, диапазон значений, рассчитанных по различным моделям) или качественными утверждениями (например, отражение решения группы экспертов).

Проекция

В общем употреблении, проекция может рассматриваться как некое описание будущего и пути, ведущего к нему. Более специфическая интерпретация была связана с термином «проекция климата» МГЭИК, относящаяся к оценкам будущего климата на основе моделей в соответствии со сценариями выбросов парниковых газов. Когда проекция называется «наиболее вероятной», она становится прогнозом или предсказанием. Таким образом, существует чёткое различие между проекциями и прогнозами. Прогноз часто получают с использованием определённых моделей, возможно, набором из них, результаты которых могут обеспечить некоторый уровень достоверности.

Сценарий

Сценарий представляет собой когерентное, внутренне согласованное и убедительное описание возможного будущего состояния мира. Это не прогноз; скорее, каждый сценарий является альтернативным образом того, как в будущем могут разворачиваться события. Набор сценариев часто принимается для как можно лучшего отражения ряда неопределённостей в проекциях.

На основании МГЭИК, 2013: Изменение климата 2013: Основы физики. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата.
<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Изменение климата в Центральной Азии и его влияние на водные ресурсы

Изменения климата

Все проекции будущего изменения климата в Центральной Азии имеют существенную неопределённость. Любая из имеющихся проекций – это только сценарий, а не прогноз, и уж вовсе не прогноз климатических явлений или аномалий в определённые годы. Самые последние глобальные симуляции моделей из ансамбля CMIP5, которые проанализированы в 5-ом Докладе об оценке МГЭИК, показали значительное потепление в зимний и летний периоды в Центральной Азии. Центральные 50 % CMIP5 моделей показали диапазон между +2,1 и +3,4 °С до 2081–2100 по отношению к периоду 1986–2005.

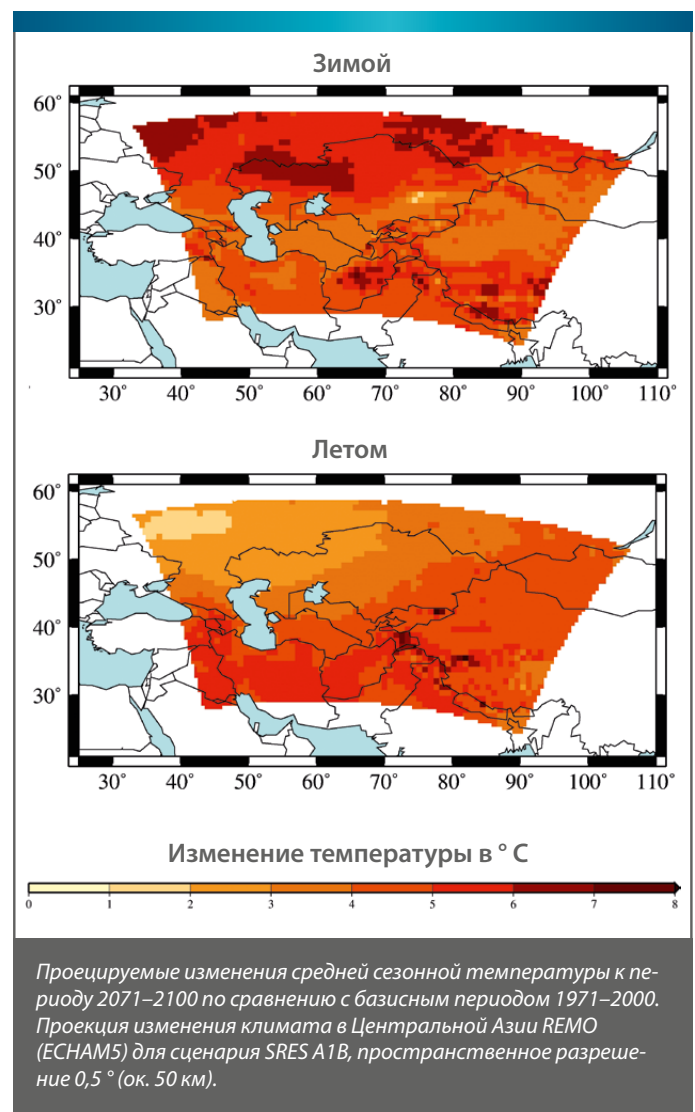
Ожидаемые изменения количества осадков по Центральной Азии являются весьма неопределёнными. Годовое количество осадков, вероятно, увеличится: центральные 50% моделей CMIP5 предполагают увеличение до +12 % в зимний период и изменения между -3 и +5 % в летнее время. Экстремальное количество осадков, вероятно, возрастет.

Фокус 1

Региональная климатическая модель для Центральной Азии

В рамках проекта CAWA в Вюрцбургском Университете было проведено исследование с помощью региональной климатической модели, чтобы представить более подробную картину пространственной структуры изменения климата в Центральной Азии (Mannig и др., 2013). Региональные климатические модели используют результаты «Модели общей циркуляции» (GCM) глобального масштаба и динамически скалируют их результаты, учитывая детали локальной топографии. Их главное преимущество перед статистическими подходами скалирования заключается в возможности применения в регионах, характеризующихся дефицитом данных, где данных наблюдений недостаточно, чтобы создать статистические зависимости для больших территорий. Для исследования была использована региональная климатическая модель REMO, использующая пограничные условия из GCM ECHAM5 для умеренного сценария выбросов SRES A1B. REMO моделирование проводилось с пространственным разрешением 0,5 ° и 0,17 ° (примерно 50 км и 18, соответственно).

Результаты моделирования показали изменения средней температуры воздуха от +2 до +5 °С в летний и зимний периоды к 2071–2100 по сравнению с базисным периодом 1971–2000. Повышение температуры было более выраженным в зимние месяцы в северных и горных районах Центральной Азии, которое, как предполагается, является следствием более сильного потепления в Арктике, а также следствием изменения альбедо вследствие изменений локального снежного покрова. (Обратная связь между альбедо и снежным покровом означает, что свежий снежный покров замедляет потепление поверхности, отражая большую часть солнечной радиации обратно в атмосферу. Таким образом, если в ходе изменения климата площади снежного покрова уменьшаются в пространстве и времени, потепление поверхности будет более выраженным.) Симуляции региональных климатических моделей показали также небольшие тенденции к понижению летних осадков и увеличению зимних осадков для горных районов Центральной Азии. Диапазон изменений годовой суммы осадков составляет -50 и +25 мм к периоду 2071–2100. Однако неопределённость проекций осадков очень высока.



Изменения оледенения

В Центральной Азии, таяние снега и ледников вносит существенный вклад в речной сток в весенние и летние месяцы и, таким образом, обеспечивает воду в необходимое для сельского хозяйства время. В тёплые и сухие годы, таяние ледников может компенсировать дефицит осадков и обеспечивает базовый сток весенне-летнего сезона. За последние десятилетия ледники Центральной Азии значительно потеряли в площади, объёме и массе (см. Фокус 2). Отступление ледников продолжится и в ближайшие десятилетия, так как ледники изменяются под влиянием климатических изменений как в прошлом, так и в настоящем периоде (см. Фокус 3). Тем не менее, это не означает, что все ледники исчезнут в ближайшей и среднесрочной перспективе: ледники будут отступать на большую высоту и приспособятся к климатическим условиям с течением времени. Ледникам, для сохранения в долгосрочной перспективе, необходимо существенное снижение темпов повышения температуры. Непрерывное отступление ледников приведёт к временному увеличению талого стока и, таким образом, к увеличению общего речного стока. Однако со временем ожидается снижение ледникового стока, когда будет достигнута грань, за которой увеличение интенсивности таяния ледников не сможет компенсировать сокращения площади оледенения. В долгосрочной перспективе, ожидаемый летний сток уменьшится в связи с уменьшенным объёмом ледников, в то время как ожидаемая внутригодовая изменчивость стока увеличится. Это может иметь негативные последствия для сельского хозяйства и гидроэнергетики.

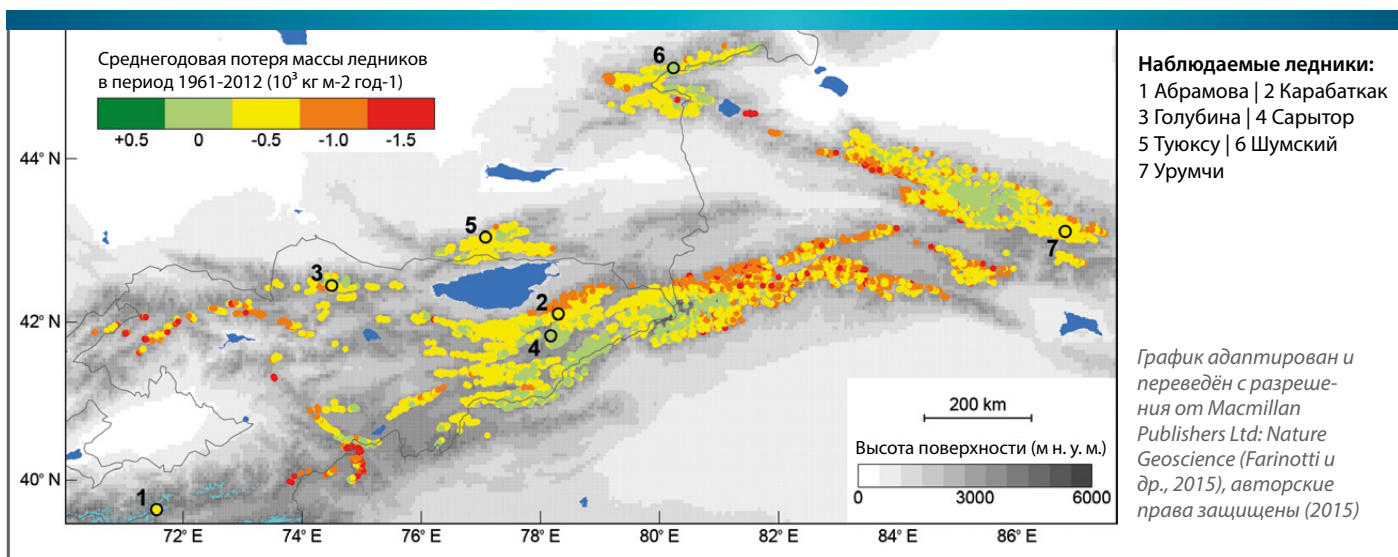
Фокус 2

Изменения оледенения в прошлом

Региональная оценка проведённая GFZ показала, что за период 1961–2012, ледники в горах Тянь-Шаня потеряли около $18 \pm 6\%$ площади и $27 \pm 15\%$ массы (Farinotti и др., 2015). Это соответствует среднегодовой потере массы около 5,4 гигатонн, хотя с погрешностью $\pm 2,9$ Гтн в год неопределённость этой оценки достаточно велика. Самые большие потери массы, $-8,0 \pm 3,1$ гигатонн в год, произошли в 1980-х годах. Темпы потери массы имеют значительную пространственную вариацию: самые низкие темпы были определены в Центральном Тянь-Шане, а также в северо-восточной частях горной си-

стемы; наиболее высокие темпы были определены в Восточном Тянь-Шане (хребет Халык) и в западных частях Тянь-Шаня.

Потеря массы ледников внесла около 5–7 % от годового объёма стока на гидропосте Учтерек в нижнем течении р. Нарын за период 1961–2012. В бассейне р. Аксу, с более сухими климатическими условиями и высокой степенью оледенения, дополнительный вклад таяния ледников в связи с их отступлением оценивается более чем в 10 % от среднегодового стока по данным гидропоста Шидачиао за тот же период.



Среднегодовая потеря массы ледников в горах Тянь-Шаня в период 1961–2012. Оценка основана на ансамбле гляциологических моделей использующие различные глобальные климатические данные. Кругами обозначены ледники с имеющимися наземными измерениями баланса массы на ледниках за период более 5 лет.

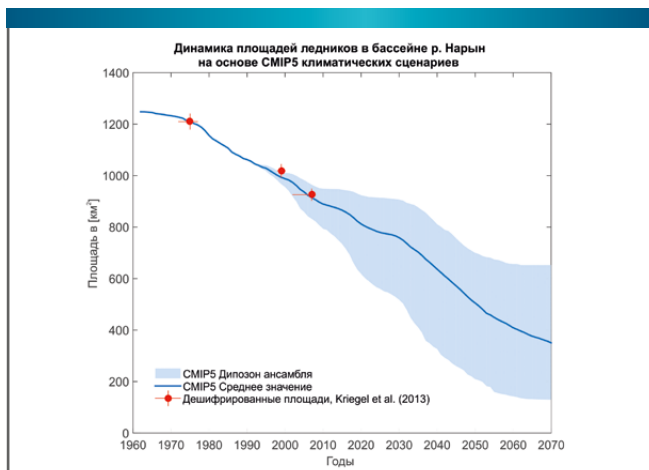
Изменения речного стока в верховьях бассейна р. Сырдарья

Модельные эксперименты лежат в основе предположений, что сезонность речного стока в Нарынском бассейне изменится в ближайшие десятилетия, в то время как результаты отличаются в зависимости от применяемого сценария. По довольно оптимистическому сценарию РТК 2.6 ожидается увеличение стока весной и ранним летом, а уменьшение летнего стока только по тёплому и сухому сценарию. По более пессимистическому сценарию РТК 8.5, ранее таяние снегов увеличит весенний сток, тогда как летний сток будет уменьшаться из-за снижения таяния снега и ледников во второй половине 21-го века. Это приведёт к переходу от ледниково-нивального к плювио-нивальному режиму стока. Плювиальный режим стока характеризуется высокой межгодовой изменчивостью речного стока из-за того, что осадки не накапливаются в течении зимы и сбрасываются в весенний период, а напротив, речной сток непосредственно обусловлен краткосрочными колебаниями количества осадков.

Фокус 3

Проекции изменений оледенения в будущем

Результаты гидрологической модели GFZ с использованием новейших глобальных климатических проекций CMIP5 показали, что отступление ледников будет продолжаться в ближайшие десятилетия. Для двух экстремальных репрезентативных траекторий концентраций (РТК 2.6 и 8.5) захватывающих весь диапазон, различные модели общей циркуляции были отобраны, чтобы представлять весь спектр возможных сценариев будущего. В Нарынском бассейне площадь ледников, как ожидается, сократится на 20–60 % до 2050-х годов по сравнению с нынешним состоянием. Это соответствует снижению площади оледенения от приблизительно 1000 км² до 400–800 км² в зависимости от сценария.

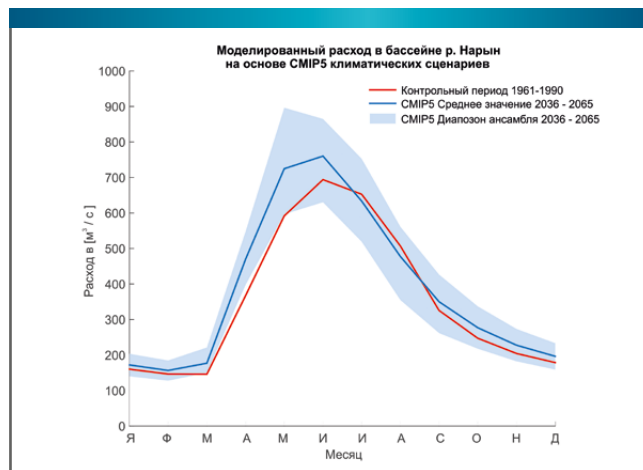


Проецируемые изменения оледенения в Нарынском бассейне на основе последнего набора проекций глобальных климатических моделей CMIP5. Ансамбль проекций изменения климата включает в себя различные репрезентативные траектории концентраций (РТК 2.6 и 8.5) и выбранные модели общей циркуляции, представляющие диапазон 61 моделей МГЭИК. Изменения ледников были смоделированы с помощью калиброванной гидрологической модели. Дешифрованные площади ледников были получены на основе данных спутникового дистанционного зондирования (Krieger и др., 2013).

Фокус 4

Изменения речного стока в будущем

Гидрологическая модель WASA была использована для моделирования будущих изменений речного стока в бассейне реки Нарын, главного притока Сырдарьи. Для набора моделей CMIP5, включающих весь спектр репрезентативных траекторий концентраций и различных глобальных климатических моделей, исследование показало увеличение стока весной и ранним летом для оптимистичных сценариев с небольшими изменениями стока в конце лета. При более пессимистичном сценарии РТК 8.5, увеличение стока в весенний и ранне-летний период до 50 % может сопровождаться снижением стока в июле-августе до 35 % по сравнению с контрольным периодом 1961–1990.



Проецируемые изменения среднемесячного стока на гидропосте Учтерек, на выходе из бассейна реки Нарын, и соответствующий диапазон сценариев (РТК 2.6 и 8.5). Изменения были смоделированы с помощью гидрологической модели WASA на основе результатов различных CMIP5 GCM.

Изменения потребности воды для сельского хозяйства

Изменения агроклиматических условий

Агроклиматические переменные такие как имеющиеся тепловые природные водные ресурсы (например, количество морозных и жарких дней, ряд сухих/влажных дней) характеризуют местные условия, необходимые для возделывания сельскохозяйственных культур. Изменения агроклиматических условий может потребовать адаптации разновидностей и типов земледелия.

Исследование, проведённое НИЦ МКВК в рамках проекта CAWa показало, что, с одной стороны, изменение климата может иметь позитивные последствия для сельскохозяйственного производства в Ферганской долине (Стулина и др., 2014). Так, из-за повышения температур, проецируемых с помощью модели REMO (см. Фокус 1), период роста может начинаться на 14 дней раньше к 2100 году, а продолжительность вегетационного периода может продлиться на 30–38 дней. В то же время, продолжительность стадий роста сокращается, что в совокупности обеспечивает возможность культивировать до 3 культур в течение года. Однако при этом влажность почвы остаётся ограничивающим фактором.

С другой стороны, частота жарких дней, вероятно, увеличится, и очень высокие температуры замедлят рост растений. Для хлопка пороговое значение температуры 35 °C. В период 2030–2050 гг. число жарких дней увеличится с 48 до 72 по сравнению с базовым периодом 1960–1990 гг. Это в большой степени ставит под угрозу преимущества связанные с увеличением тепловых ресурсов.

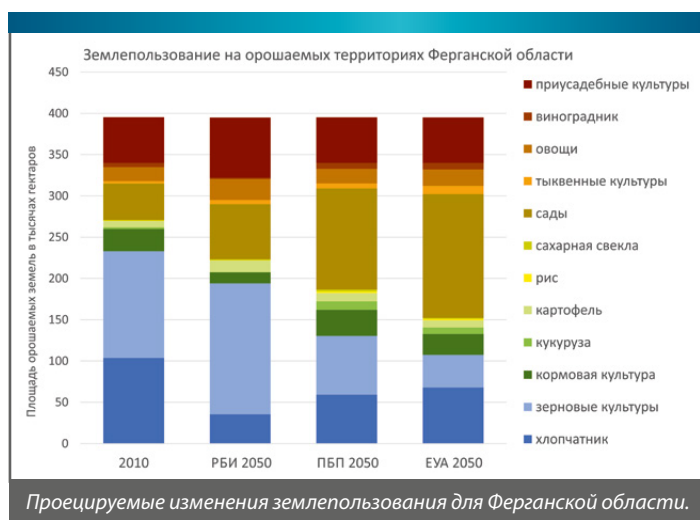
Адаптированное землепользование и рост продукции

Для анализа сценария проведённого НИЦ МКВК основные предположения были сделаны для проекции потребности в воде в будущем (Муминов и Рахимджанов, 2014; Сорокин, 2015). Эти предположения касаются адаптации стратегий землепользования (Фокус 5), изменения урожайности (Фокус 6), и существенного увеличения производства животноводческой продукции. Увеличение производства сельскохозяйственной продукции на душу населения существенно улучшит снабжение продовольствием местного населения. Тем не менее, ни для каких областей, ни при каких сценариях, местного производства продуктов питания на самом деле не будет достаточно для удовлетворения официальных рекомендаций по стандартам питания к 2050 году.

Фокус 5

Адаптация стратегии землепользования

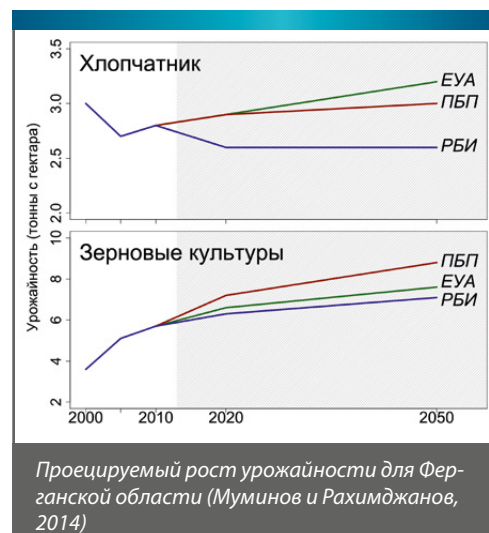
Согласно исследованиям НИЦ МКВК (Муминов и Рахимджанов, 2014; Сорокин, 2015) был разработан ряд социально-экономических параметров для будущих сценариев. Типы земледелия были оптимизированы с помощью алгоритма GAMS для достижения целевых значений по продуктам питания для населения (самодостаточности) и доходов от экспорта. По сравнению с нынешней структурой земледелия доля хлопка сокращается в пользу фруктов (сады, виноград), овощей и кормовых культур. Районы Ферганской долины и Согдийской области выделяются по увеличению выращивания фруктов, поскольку эти районы особенно подходят для этого. Выращивание хлопка снижается, особенно в менее продуктивных регионах. Однако в долгосрочной перспективе хлопок остаётся основной культурой в узбекских регионах Андижана и Намангана как вторичный продукт переработки хлопка-сырца (белковая еда, хлопковая одежда и т.д.), обеспечивая животноводческий сектор, в основном крупный рогатый скот кормовыми культурами.



Фокус 6

Рост урожайности культур

Анализ сценариев основан на предположении, что урожайность будет расти в будущем по сценариям EYA и ПБП (см. информацию справа). Увеличение урожайности объясняется совершенствованием сельскохозяйственных методов и практик, среди них внедрение инновационных методов ирригации, увеличение использования удобрений, новые методы внесения удобрений, улучшение планирования и выполнения полевых работ, внедрение новых сортов сельскохозяйственных культур, улучшение качества семян, многолетний севооборот, мониторинг заболеваний растений и вредителей (Муминов и Рахимджанов, 2014).



Изменения потребности в воде

Потребности в воде в будущем были оценены НИЦ МКБК и ZEU с использованием моделей ReqWat и Spare: Water, соответственно (Стулина и др., 2014; Фокус 7). Обе модели согласованно показали, что в связи с изменением климатических условий ожидается увеличение потребности воды для сельскохозяйственных культур. Для сценария РБИ потребности в поливной воде значительно возрастут. Однако внедрение инновационных технологий ирригации позволит экономить поливную воду до 20–25 % для орошения дождеванием (зерновых) и до 40–50 % для капельного орошения (хлопка, фруктов, овощей, кукурузы). Это может стабилизировать или даже немного уменьшить потребность в оросительной воде в долгосрочной перспективе, и значительно повысить урожайность.

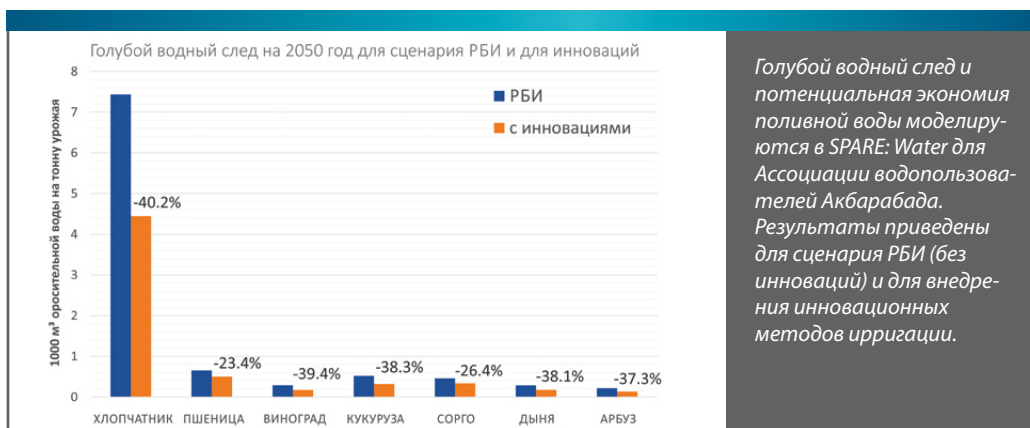
Фокус 7

Потребности в воде в будущем

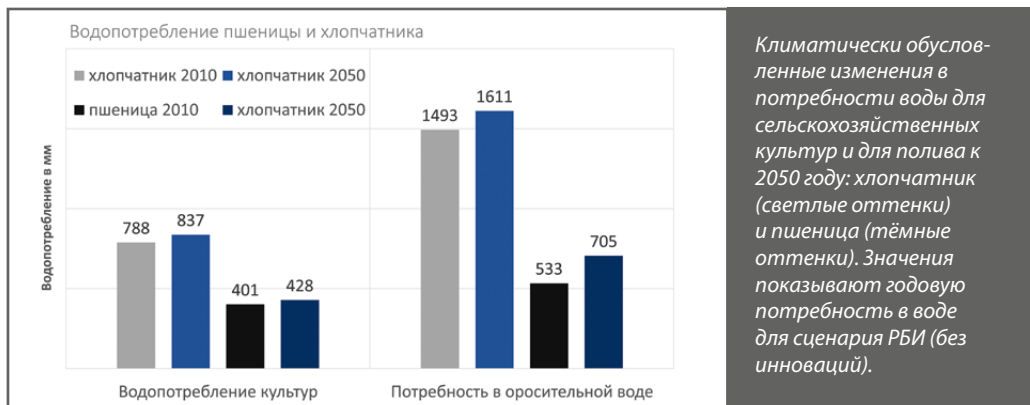
Используя модель Spare:Water, исследователи ZEU проанализировали потребности в воде в будущем, учитывая климатические сценарии на основе модели REMO. Расчёты показали увеличение потребности в воде для растений к 2050 году: на 4–13 % для хлопка и на 6–9 % для пшеницы для нормальных по водности лет. Поэтому потребности в ирригации (без учёта инноваций) будут увеличиваться на 14 % для хлопка и до 38 % для пшеницы. Для пшеницы ожидается существенное увеличение

потребности поливной воды в связи со значительным уменьшением зимних осадков по проекции REMO для Ферганской долины.

Для трёх узбекских областей: Андижана, Ферганы и Намангана, общая потребность поливной воды (голубой водный след) была рассчитана за отчётный 2010 год и составила 7,88 куб.км в год. К периоду 2051–2080 потребность поливной воды может увеличиться приблизительно на 7 % до 8,42 куб.км в год для сценария РБИ.



Голубой водный след и потенциальная экономия поливной воды моделируются в SPARE: Water для Ассоциации водопользователей Акбарабада. Результаты приведены для сценария РБИ (без инноваций) и для внедрения инновационных методов ирригации.



Климатически обусловленные изменения в потребности воды для сельскохозяйственных культур и для полива к 2050 году: хлопчатник (светлые оттенки) и пшеница (тёмные оттенки). Значения показывают годовую потребность в воде для сценария РБИ (без инноваций).

Социально-экономические сценарии

Сценарий РБИ

«Развитие без изменений» - не несёт каких-либо изменений в стратегии землепользования, разновидностей и типов земледелия и методов ирригации.

Сценарий ПБП

«Продовольственная безопасность и изменение питания» - развитие в направлении национальной продовольственной безопасности с изменением образа жизни. Это включает в себя увеличение продукции животноводства (вкл. мясо, яйца, молоко). Предполагает введение новых ирригационных технологий и переход от хлопка и производства зерновых к кормовым культурам и кукурузе.

Сценарий ЕУА

«Экспортно-ориентированная устойчивая адаптация» - предполагает изменения в стратегии землепользования и открытие сельскохозяйственного товарного рынка. Внедрение новых технологий ирригации, переход от производства хлопка к новым «товарным культурам» (фрукты, овощи, виноград).

Рекомендации

Главные риски

В ближайшие десятилетия население и экономика Ферганской долины будут сталкиваться с серьёзными вызовами. Изменение окружающей среды с увеличением температуры воздуха, уменьшения речного стока во время вегетационного сезона и более частые засуха и жара могут привести к уменьшению доступных водных ресурсов, которое будет иметь большое влияние на сельскохозяйственное производство, представляя угрозу продовольственной безопасности и средствам к существованию значительной части населения. Это происходит в то время, когда население в Ферганской долине быстро растёт и увеличивается потребность в воде.

Адаптационные меры

Политическим деятелям следует разрабатывать и реализовать программы по адаптации, сосредотачиваясь на следующем:

Усовершенствование технологий и инфраструктуры. Основное внимание должно уделяться повышению эффективности водопользования путём внедрения инновационных технологий ирригации (например, дождевальное, капельное орошение). Это требует значительных инвестиций, но предполагает наибольшую экономию воды. Другие меры включают в себя адаптацию систем земледелия в пространственном и временном контексте, расширение зимних культур в более влажный период, уменьшение влаголюбивых культур и внедрение новых, устойчивых к засухе и засолению сортов сельскохозяйственных культур, повторное использование сточных вод и полив возвратными водами, где это возможно.

Внедрение интегрированного управления водными и земельными ресурсами. Новые технологии требуют внедрения новых подходов к управлению для реализации всего потенциала. Это

включает в себя внедрение планирования и управления на основе водосборов (в отличие от административных границ), например, в организациях по управлению речными бассейнами, и в ассоциациях водопользователей. Научно обоснованные методы, такие как анализ потребностей в поливной воде, представленные в этой аналитической записке, должны применяться для принятия решений по земле- и водопользованию.

Управление рисками стихийных бедствий. Управление рисками должно быть интегрировано в планирование водопользования и землепользования на всех уровнях управления. Это включает в себя разработку мониторинга, прогнозирования и системы раннего предупреждения для климатических и гидрологических явлений, а также для использования земельных и водных ресурсов.

Диверсификация. Средства к существованию и диверсификация экономики укрепляет устойчивость экономики и населения к опасностям, связанным с климатом. Экономические преобразования могут создавать новые доходы для населения, которые менее уязвимы к изменениям и изменчивости речного стока.

Создание потенциала. Долгосрочный успех адаптации зависит от осведомлённости и знаний лиц, принимающих решения, менеджеров ресурсов и водопользователей. Участие общественности в ИУВЗР и планировании адаптации является одним из способов достижения этой цели. Кроме того, университеты должны интегрировать научные методы и подходы в области наук о Земле в учебные программы и взять на себя более активную роль в поддержке так называемого пожизненного обучения, предлагая профессиональные тренинги для менеджеров водных и земельных ресурсов.

Библиография

FAO, 2013. Irrigation in Central Asia in figures. AQUASTAT Survey – 2012. FAO Water Reports No. 39.

Farinotti, D., Longuevergne, L., Moholdt, G., Duethmann, D., Mölg, T., Bolch, T., Vorogushyn, S., Güntner, A., 2015. Strong glacier mass loss in the Tien Shan over the past 50 years. Nature Geoscience, заранее опубликовано онлайн. DOI: 10.1038/ngeo2513.

Kriegel, D., Mayer, C., Hagg, W., Vorogushyn, S., Duethmann, D., Gafurov, A., and Zimmer, J., 2013. Changes in glaciation, climate and runoff over the past four decades in the Naryn basin, Central Asia. Global and Planetary Change 110: 51–61.

Mannig, B., Müller, M., Starke, E., Merckenschlager, C., Mao, W., Zhi, X., Podzun, R., Jacob, D., and Pöth, H., 2013. Dynamical downscaling of climate change in Central Asia. Global and Planetary Change 110: 26–39.

Muminov, Sh. and Rakhimdzhanov, D., 2014. Analysis of the forecast indicators of agricultural development in the Ferghana Valley until 2050. CAWa Annual Scientific Report for 2014 - Work Package 3: Socio-economic Scenarios. SIC ICWC, Tashkent, 2014.

Sorokin, A., 2015. Reservoir operation and water allocation scenarios. CAWa Annual Scientific Report for 2014 - Work Package 2. SIC ICWC, Tashkent, 2015.

Stulina G. V., Solodkiy G. F., Kurbanova K., 2014. Water Requirement Scenarios. CAWa Annual Scientific Report for 2014 - Work Package 3. SIC ICWC, Tashkent, 2014.

Данная Аналитическая записка была подготовлена:

Кати Унгер-Шайесте, GFZ Германский Центр Исследований Земли
Д-р Сергей Ворогушин, GFZ Германский Центр Исследований Земли
Проф. Виктор Духовный, Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК)
Ивонне Дернедде, Центр исследования окружающей среды и развития Гиссенского университета (ZEU)
Д-р Александр Меркушкин, Центр гидрометеорологической службы при Кабинете Министров Республики Узбекистан (Узгидромет)

Со-авторы: Д. Дютманн (GFZ), Д. Фаринотти (GFZ), Х.-Г. Фреде (ZEU), А. Гафуров (GFZ), А. Кац (НИЦ МКВК), Б. Манниг (Вюрцбургский университет), Ш. Муминов (НИЦ МКВК), С. Мульч (ZEU), Л. Накат (ZEU), Х. Пэт (Вюрцбургский университет), А. Сорокин (НИЦ МКВК), Г. Стулина (НИЦ МКВК), Э. Азисов (ЦАИИЗ)

Данное издание основано на исследовании, проведённом Германским Центром Исследований Земли (GFZ), Вюрцбургским университетом, Научно-информационным Центром Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии, Центром гидрометеорологической службы Кабинета министров Республики Узбекистан и Центра исследований окружающей среды и развития Гиссенского университета по Координации водных ресурсов в рамках проекта «Вода в Центральной Азии» (CAWa). Мнения, выраженные в настоящем документе, являются мнениями авторов и не обязательно отражают взгляды партнёрских организаций и правительства.

Пожалуйста, делайте ссылки на данную Аналитическую записку как:

Унгер-Шайесте, К., Ворогушин, С., Духовный, В., Дернедде, И., Меркушкин, А., 2015. О будущем управления водными ресурсами в Ферганской долине: Сценарии изменения климата, водных ресурсов и социально-экономического развития. Аналитические записки «Германской водной инициативы для Центральной Азии» № 3. DOI: 10.2312/5.4.2015.003r

Благодарность:

Федеральное Министерство Иностранных Дел Германии предоставило поддержку данному проекту и для подготовки данной аналитической записки в рамках «Германской водной инициативы для Центральной Азии» (так называемого «берлинского процесса»).

Предоставленные снимки: Голубой водный след, ZEU, стр.1 / Демографический сценарий, НИЦ МКВК, стр. 2 / Сценарии РЕМО, Б. Манниг, стр. 3 / Будущее сокращение ледников, GFZ, стр. 4 / Сценарии речного стока, GFZ, стр. 5 / Сценарии землепользования и урожайности, НИЦ МКВК, стр. 6 / Голубой водный след и водопотребление, ZEU, стр. 7

Если не указано иное, содержание данной записки доступно по лицензии:

Выходные данные:

Гельмгольц-Центр в Потсдаме
GFZ Германский Центр Исследований Земли
Фонд общественного права
Телеграфенберг
14473 Потсдам / Германия

www.cawa-project.net

