

**Региональный исследовательский проект
«Вода в Центральной Азии»**



**Краткий отчет по проекту CAWA
Фаза II**

Руководитель работ:

проф. Духовный В.А.

Ташкент 2015

Техническое задание по проекту САВА для НИЦ МКВК предусматривало исследования по трем взаимосвязанным частям, содержащимся в 2 рабочих пакетах. Рабочий пакет WP 2 – моделирование водных ресурсов и его перераспределение на период 2015-2050 гг. в верхнем и среднем течении бассейна р. Сырдарьи; рабочий пакет WP3, который состоит из двух направлений, являющихся, как бы, вспомогательными для решения задач пакета WP 2: а) сценарий водопотребления по областям Ферганской долины на период 2015-2050 гг. и б) оценка почвенных и гидрогеологических условий по Наманганской и Андижанской областям с целью моделирования удельного водопотребления орошаемых земель с учетом изменения климата.

Оценка природных условий Ферганской области была сделана в первой фазе проекта САВА и, в основном, она послужила основой для работ Университета Гиссен по разработке и адаптации их новой модели удельного водопотребления SPIREWATER.

Содержание

Раздел 1. Прогнозные показатели развития сельского хозяйства Ферганской долины до 2050 г.	4
Раздел 2. Расчеты водопотребления с учетом изменения климата	9
Раздел 3. Совершенствование модельного механизма имитации речного стока и его распределение на период 2020-2050 гг.	15
3.1. Ожидаемые гидрографы стока на 2020–2050 гг.	15
3.2. Исследование сценариев работы водохранилищных гидроузлов с ГЭС	18
3.3. Динамика требования на воду зон планирования	21
3.4. Распределение водных ресурсов между зонами планирования	23
Раздел 4. Экономическая оценка развития продовольствия и безопасность	25
Раздел 5. Рекомендации	28

Раздел 1. Прогнозные показатели развития сельского хозяйства Ферганской долины до 2050 г.

Исполнители к.э.н. Муминов Ш. и экономист Рахимджанов Д.

Прогнозные показатели социально-экономического развития Ферганской долины до 2050 г. разработаны на основе трех сценариев – BAU, FSD и ESA. Так, сценарий BAU - сохранение существующих тенденций в сельском хозяйстве, сценарий FSD – обеспечение продовольственной безопасности и сценарий ESA – экспорто-ориентированная устойчивая адаптация сельского хозяйства Ферганской долины.

Последовательность прогнозных расчетов состоит в следующем:

- определяются прогнозные показатели численности населения Ферганской долины;
- определяются целевые ориентиры по оптимизации структуры посевов основных видов сельхозкультур;
- определяются показатели урожайности по конкретным видам сельхозкультур путем использования эконометрических расчетов с использованием факторов внедрения инновационных систем орошения;
- определяются объемы валового сбора по конкретным видам сельхозкультур;
- определяется поголовье скота и производство продукции животноводства;
- рассчитывается обеспеченность населения основными видами продовольствия, исходя из коэффициентов перевода сырья на продовольствие, объемов производства продукции сельского хозяйства и численности населения.

Основные критерии расчета прогнозов:

Следует учесть, что во всех трех сценариях – BAU, FSD и ESA, прогнозируемая орошаемая площадь равна величине общей орошаемой площади последних лет и подразумевается, что она неизменна.

Сценарий FSD:

- максимум производства с целью самообеспечения продовольствием;
- увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции и продукции животноводства в соответствии с приростом населения;

- увеличение численности поголовья скота, способствующее производству продукции животноводства (мяса, молока и яиц), тем самым повышение уровня самообеспеченности населения продукцией животноводства;
- обеспечение роста объема общего экспорта продукции растениеводства, получение доходов от которого способствует развитию других сферах сельского хозяйства (в основном животноводства);
- углубление внедрения инновационных водо- и ресурсосберегающих технологий в соответствии со стратегией обеспечения продовольственной безопасности.

Сценарий ESA:

- максимум экспорта продовольствия;
- сохранение уровня самообеспеченности населения продовольствием- 80%;
- наращивание темпов производства сельскохозяйственной продукции исходя из валютных поступлений от экспорта;
- максимальное внедрение инновационных водо- и ресурсосберегающих технологий за счет получения доходов от экспорта.

Основные источники целевых ориентиров для расчета прогнозов:

Узбекистан:

- прогнозные показатели численности населения - прогнозы Минтруда РУз.;
- прогнозные показатели размещения основных видов сельхозкультур, поголовья скота и производства продукции животноводства рассчитаны автором на основе прогнозных показателей Минэкономики РУз., в соответствии с которыми имеется потенциал увеличения посевных площадей в республике под плодоовощные культуры за счет сокращения низкоурожайных земель под хлопчатником, а также богарных и предгорных земель (для создания садов и виноградников). А также использованы материалы работ по подготовке «Стратегии развития Узбекистана до 2030 года», аналитический доклад 2013/11 ЦЭИ «Основные направления обеспечения продовольственной безопасности Узбекистана», отчет ПРООН, 2010 «Продовольственная безопасность в Узбекистане» и другие.

Кыргызстан:

- прогнозные показатели размещения основных видов сельхозкультур, а также поголовья скота и производства продукции животноводства, рассчитаны автором на основе целевых прогнозных показателей «Стратегии развития сельского хозяйства Кыргызской Республики до 2020 года», «Программы по развитию растениеводства в Кыргызской Республике в период 2011 – 2015

гг.» и «Концепции развития животноводства в Кыргызской Республике на 2011-2015 годы».

Таджикистан:

- прогнозные показатели размещения основных видов сельхозкультур, а также поголовья скота и производства продукции животноводства, рассчитаны автором на основе целевых прогнозных показателей «Программы реформирования сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2012-2020 годы», «Государственной программы по освоению новых орошаемых земель и восстановлению выбывших из сельскохозяйственного оборота земель в Республике Таджикистан на 2012-2020 годы» и «Программы развития хлопководства Республики Таджикистан на период до 2020 года».

Сценарии будущего развития в сельской части Ферганской долины базируются на определённых составляющих:

- прогноз численности населения;
- прогноз изменения площади и структуры посевных площадей;
- прогноз изменения урожайности сельхозкультур;
- прогноз изменения производства сельхозкультур;
- прогноз развития животноводства;
- прогноз производства основных видов продовольствия на душу населения.

Все указанные данные являются основополагающими для использования их в рабочем пакете WP 2 для прогноза водопотребления и ряда социально-экономических показателей развития Ферганской долины. Прогнозируемые показатели узбекской части Ферганской долины исходят из среднегодового прироста населения 1,2-1,3 %, 1,2-1,4 % для Киргизстана, 1,2-1,3 %, для таджикской части бассейна. В результате численность населения Ферганской долины 20 269 чел. или увеличивается более чем в 2 раза. Наиболее большой прирост имеет место в Ферганской области, где численность населения почти достигает 5 млн. человек.

Дефицит водных ресурсов по всей Ферганской долине определяет принципиальное положение, что площади орошаемых земель остаются неизменными по сравнению с 2010 г., а по некоторым областям эти цифры даже ниже, чем отчетные показатели 2005 г. и даже кое-где 2000 г. Например, в Баткентской области орошаемая площадь на уровне 2050 г. остается на 7000 га или почти что 12 % меньше. Тем не менее, за счет роста урожайности во всех сценариях валовый сбор по сельхозкультурам в значительной степени расчет и с учетом урожайности позволяет значительно увеличить производство большинства сельхозкультур на орошаемых землях. Исключение составляют

посевы хлопчатника, которые в вариантах «достижения продовольственной безопасности» снижаются на 25-30 %. В сценарии «увеличение экспортного потенциала» снижение производства на экспорт хлопчатника компенсируется существенными темпами прироста плодовых и ягод к 2050 г. в 2,5–3,5 раза, а также овощей и винограда более чем в 4 раза. При этом сохранение в ограниченных размерах площадей хлопка и зерна сохраняется в интересах продовольственной безопасности, имея в виду производство хлопкового масла из хлопка-сырца и мучных продуктов из зерновых.

Во всех областях Ферганской долины вариант сохранения существующих тенденций оказывается явно неприемлемым в связи с исчерпанием, как земельных ресурсов, так и большим недостатком воды, а также невозможностью удовлетворить потребности в продуктах питания. Поэтому мы сосредоточились на рассмотрении вариантов продовольственной безопасности и увеличении экспортного потенциала. Результаты расчетов по этим вариантам показывают, что в Андижанской, Наманганской и Ферганской областях в значительной степени увеличиваются площади кормовых культур, кукурузы, овощей и, особо, садовых культур при сохранении высокой доли площадей пшеницы и хлопчатника. Например, площади садов Ферганской области увеличиваются к 2050 г. до 38 %.

По сценарию экспортного потенциала площади садов во всех областях также увеличиваются, но в значительно меньшем размере. Параллельно с изменением посевных площадей растет урожайность сельхозкультур, особо по пшенице – до 7,5-8,1 т/га, кукурузы – до 20 т/га, картофеля – до 30 т/га, овощи – до 32 т/га.

Во всех областях одновременно предполагается развитие современных систем орошения. Дождевальное орошение должно охватить в среднем до 10 % на зерновых культурах, капельное орошение – до 20 % по плодам, овощам, бахчевым, картофелю и винограду. В целом в результате рекомендуется переход на продовольственный сценарий, который является в значительной степени более предпочтительным, по сравнению с двумя другими сценариями.

В Узбекистане по всем областям достигается самообеспечение продуктами питания по картофелю, овощам и бахчевым, фруктам и ягодам и зерновым. В то же время производство продукции животноводства почти что удовлетворяется производством молока. По производству мясопродуктов достигается значительный рост, однако нехватка мясомолочных продуктов сохраняется на уровне 7 – 10 кг/чел/год.

В Согдийской области также достигается самообеспечение по картофелю, овощам и бахчевым, фруктам и ягодам, однако показатели обеспечения мясомолочными продуктами в значительной степени отстают от Узбекистана.

В Киргизии по всем указанным продуктам имеется самообеспечение, кроме хлебопродуктов, молока и мясопродуктов.

Данные сценарии приняты в основу расчетов водопотребления в WP 2 для всех зон Ферганской долины.

Таблица 1.1

Изменение уровня продовольственной самообеспеченности по отношению к рекомендуемому нормативному потреблению, согласно сценариям FSD и ESA на узбекской части Ферганской долины до 2050 г. (в %)

Вид продовольствия	2020 г.						2050 г.					
	Андижанская область		Наманганская область		Ферганская область		Андижанская область		Наманганская область		Ферганская область	
	FSD	ESA	FSD	ESA	FSD	ESA	FSD	ESA	FSD	ESA	FSD	ESA
Мясо и мясопродукты	42,5	38,6	38,9	35,1	39,9	34,6	87,6	56,0	79,2	47,7	84,4	50,0
Молоко и молочные продукты	30,2	27,2	22,6	20,3	27,7	24,0	61,7	38,0	46,0	26,7	57,9	33,7
Яйца	45,8	41,8	21,0	19,0	29,4	25,7	98,2	65,8	46,7	30,4	64,6	40,6
Картофель	172,0	215,0	148,9	187,1	143,9	120,6	283,0	321,6	241,5	247,4	198,9	152,5
Овощи и бахчи	342,4	435,7	229,2	312,6	163,9	191,7	379,1	655,2	275,8	448,9	231,0	317,0
Фрукты и ягоды	225,6	248,2	97,4	112,6	347,8	406,4	243,5	358,1	113,9	183,7	415,4	727,4
Хлебные продукты	187,4	161,9	184,1	149,9	164,7	137,5	119,0	75,6	139,1	83,7	122,1	58,8

Раздел 2. Расчеты водопотребления с учетом изменения климата

Исполнители к.б.н. Стулина Г.В., Солодкий Г.Ф., Курбанова К.

Проделана большая работа по сбору данных для разрабатываемой Университетом Гиссен модели SPIREWATER. В частности по двум областям Ферганской долины (Андижанской и Наманганской) собраны данные по геоморфологическому строению, рельефам и грунтам, климатические показатели, гидрогеологические показатели и характеристика почвенного покрова. Все эти данные переданы г-же Ивон Дернеде для дальнейшей работы по включению их в разрабатываемую ими модель. Данные собраны с 1985 г.

Осуществлена большая подготовительная работа по расчету подпитки из грунтовых вод в связи с отсутствием в модели SPIREWATER специального блока, автоматически рассчитывающего влияние уровня грунтовых вод. Для этого была разработана специальная программа построения рабочей сетки (грид) со сторонами в 1 км, на эту сетку накладывалась почвенная карта, представляющая полигоны почвенных разностей, сопоставленных с механическим составом кодировки ФАО. В результате определялись площади пересечения этой сетки с полигонами почвенной карты и с помощью атрибутивной таблицы шип-файлов вносились соответствующие коэффициенты, учитывающие механический состав почв по эмпирической формуле Лактаева-Харченко. Для каждой ячейки рабочей сетки в рамках 36 декад по времени определялась подпитка грунтовых вод для почв различного мехсостава. Однако основным достижением этого пакета работ является учет изменения климата на землепользовании и водопользовании и анализ возможного использования тенденции по изменению температуры для преодоления последствий этого изменения климата.

Для объективной оценки климатических изменений были использованы данные 50 станций, имеющих ряды наблюдений с 1931 года и находящихся в различных физико-географических условиях и при различном антропогенном воздействии. Положительные тренды в температурных рядах преобладают как в холодном, так и в тёплых полугодиях. Анализ сравнения показывает, что наибольшее значимое потепление по территории отмечается в апреле, в июне, в ноябре и декабре. В эти месяцы на большинстве (от 50,2 % до 92 %) станций производства отмечено значительное повышение норм среднемесячной температуры воздуха. Значимые понижения температур отмечены в значительно меньшей степени в средних температурах (7,7 % и 19,8 %), в основном, в осенние времена года. Интересно отметить, что летом и осенью более существенно проявляется повышение минимальных температур, чем максимальных. Отчётливо выделяются области понижения максимальных

температур в местах интенсивного орошения (Голодная и Каршинская степи, Фергана и Сурхандарья), где средние максимальные температуры понизились более, чем на 1 °С, что сравнимо с естественной изменчивостью максимальных температур в рассматриваемых районах. Данные наблюдений 1991-2013 годов показывают продолжающееся повышение среднегодовой температуры воздуха с повышенным вкладом зимних месяцев. Например, средняя за 10 лет температура воздуха за зимний сезон оказалась выше базовой нормы по всей территории, а по отдельным зонам на 1,2-1,5 °С.

Многолетние наблюдения за температурой воздуха указывают на ее постоянный рост (рис. 2.1). В целом, наблюдения за период 1991-2013 гг. показывают, что данный тренд температуры сохраняется в регионе. В последнее десятилетие зимние месяцы внесли большой вклад в процесс потепления. К примеру, среднедекадная температура зимой была выше нормы по всей территории, с повышением температуры на 1,2-1,5 °С в некоторых районах.

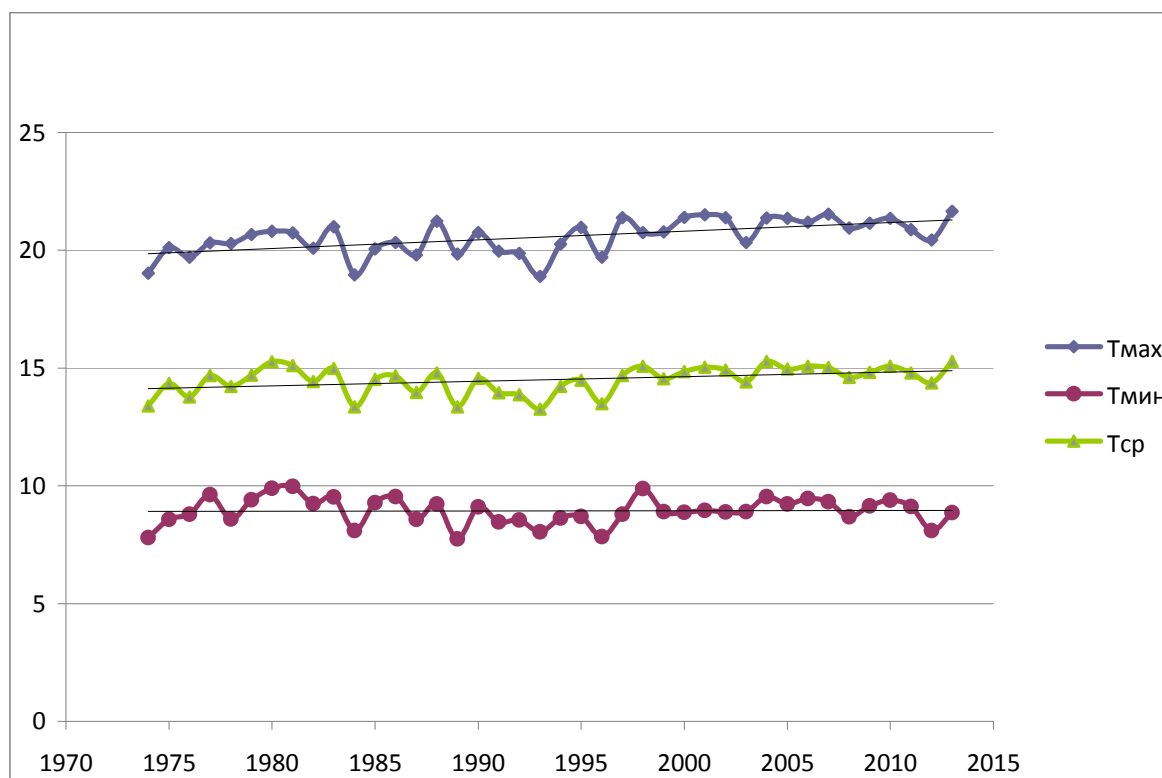


Рис. 2.1. Динамика среднегодовых температур, метеостанция «Фергана»

Максимальный рост атмосферных осадков ожидается в середине лета и составит до 80-110 % на севере (на 10-15 % зимой) и 40-80 % в центральной части. На севере увеличение осадков ожидается летом на один месяц раньше. Зимой осадки увеличатся на 10-20%, а осенью на 15-30 %. Абсолютные величины прогнозируемых осадков увеличатся на 5-10 мм в период с января по апрель и с августа по декабрь.

Потепление климата и увеличение осадков приведут к изменениям в высотах и широтах климатических зон. Границы между засушливым тропическим и умеренным климатом сдвинутся к северу на 150-200 м, а между богарной зоной и землями с дополнительным орошением на 50-100 м.

В качестве гипотезы работы были приняты находки прежних исследований адаптации к изменению климата, проводимых совместно с Канадским Университетом МакГил (С. Madramootoo, G. Stulina, 2003) Этими исследованиями было обнаружено, что в результате суммарного увеличения температурного потенциала выращивания сельскохозяйственных культур, сроки вегетации конкретных культур должны сократиться. Такие результаты были опубликованы нами совместно с В.Усмановым (G. Stulina, V. Usmanov, 2002) ранее. Однако они касались только изменения сроков перехода через пороговые значения роста и развития растений соответственно 5, 10, 15 °С для различных культур. Ныне было решено рассмотреть, насколько это изменение продолжительности различных фаз вегетации наряду с ускорением процесса развития растений, повлияет на водопотребление культуры, имея в виду сокращение потребных дней полива. Однако, в данной работе решено было учесть наличие высоких температур, в процессе которых растение притормаживает своё развитие вплоть до полного прекращения роста клеток. Такой пороговой температурой для хлопчатника, например, является температура 35 °С.

В качестве прогноза изменения климата была принята модель REMO Университета Вюрцбург. За основу используемой климатической модели взята модель ЕСНАМ 5, созданная в институте Макса Планка (Германия). Это модель общей циркуляции атмосферы. Используется для расчета глобальных и региональных моделей изменения климата. В качестве сценария в модель ввели вариант А1В – сценарий среднего потепления из-за эмиссии парниковых газов. Данная модель представила возможность долговременного построения искусственного ряда температур и осадков до 2100 года. Результаты моделирования были откалиброваны. Калибровка заключалась в нахождении коэффициентов, привязывающих смоделированные климатические данные (REMO) к реально наблюдаемым. Коэффициенты определялись по периоду времени, когда имелись в наличии наблюдённые данные. Калибровка проводилась по рассчитанным эвапотранспирации и отдельно по температуре и осадкам.

Данные моделирования по REMO представлены нам для территории Ферганской долины. Моделирование же водопотребления проводилось на основе модели REQWAT, разработанной на основе модели CROPWAT, но с определёнными совершенствованиями. REQWAT (G. Stulina, G. Solodky, 2011) используется для расчета водопотребления на некоторой площади. Для расчета используются карта зоны планирования, карта орошаемой территории, данные радарной съемки поверхности, почвенная карта, карта расположения скважин УГВ, данные по наблюдениям УГВ за ряд лет, карта засоления исследуемой территории или статистические данные по распределению степеней засоления по территории, климатические данные в привязке к узлам регулярной сетки, параметры с/х культур. Результаты представляются в виде декадных и месячных

требований на воду для различных с/х культур, осредненные по всей исследуемой территории, или в виде карт годовых требований на воду для различных с/х культур.

Модель имеет кардинальное отличие от CROPWAT тем, что содержит компонент подпитки из грунтовых вод.

Прослеживается абсолютно ясный тренд более раннего наступления рекомендованной даты сева. Ожидаемые отклонения от базового сценария по температуре устойчивого перехода через 5 °С составляют по сценариям REMO 3 дня сдвига в сторону зимнего периода 6 дней в последние дни вегетации к 2030 году, более значимы 17 дней и 3 дня к 2050 году, к 2080 году смещение дат в весенний период составит 9 дней и 4 дня.

Скорость развития сельскохозяйственных культур тесно связана с эффективной температурой. Эффективной температурой принято считать разность между средней суточной температурой и температурой, с которой начинается развитие той или иной культуры – нижний предел эффективных температур. Суммы превышения средней суточной температуры над нижним пределом температур за тот или иной период (от посева до всходов, от всходов до появления 1-го листа, за вегетационный период) называют суммами эффективных температур. Нижний предел эффективных температур у различных культур неодинаков. Для зерновых и большинства плодовых он принимается равным 5 °С, для хлопчатника 10 °С.

При одной и той же суточной температуре воздуха эффективные температуры для растений, имеющих неодинаковые нижние температурные пределы для начала развития, будут различными.

Вегетационный период по прогнозу REMO характеризуется увеличением тепловых ресурсов на 28 %, 38 % и 56 %.

Таблица 2.1

Сумма эффективных температур по различным сценариям относительно базового периода 1961-1990 гг.

Год	Больше 5 °С			Больше 10 °С			Больше 15 °С		
	A2	B2	REMO	A2	B2	REMO	A2	B2	REMO
2030	7-10%	10-15%	6%	7-13%	7-13%	8%	10-15%	10-15%	11%
2050	14-19%	14-19%	17%	15-20%	15-20%	23%	20-30%	20-30%	33%
2080	24-30%	21-27%	30%	24-29%	30-35%	40%	30-50%	30-50%	58%

По данным сценариев A_2 и B_2 для всего Узбекистана также ожидается увеличение суммы эффективных температур выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. К 2030 году сумма температур выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сценарию A_2 увеличится на 10 %, B_2 – 10-15 %, к 2050 году 14-19 % по всем сценариям эмиссии, к 2080 году 24-30 %. Сумма температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ согласно сценариев составит 20-30 % в 2030 году, к 2080 году 24-35 %.

Термические ресурсы должны обеспечить ежегодное вызревание районированных сортов различных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в регионе.

Изменение климатических условий, увеличение температуры приведет к изменению срока накопления необходимой для вызревания культуры суммы эффективной температуры.

Таблица 2.2

Изменение продолжительности фаз развития среднеспелого хлопчатника по периодам

		годы	P1 ¹	P2 ²	P3 ³	P4 ⁴	сумма
Продолжительность фаз	Базовые годы	1961-1990	15	40	32	50	136
	периоды	2000-2030	13	38	32	48	130
		2030-2050	10	36	31	45	122
Изменение продолжительности Фаз		2000-2030	-2	-2	0	-2	-6
		2030-2050	-5	-3	-1	-5	-14

Полученные зависимости демонстрируют тренд уменьшения вегетационного периода хлопчатника в целом и отдельно периодов прохождения каждой фазы.

За анализируемые и прогнозные годы в зависимости от климата продолжительность фаз значительно изменяется. В 2050 году продолжительность вегетационного периода уменьшится по сравнению с 1961 годом на 32 дня. В сравнении с базовым периодом 1961-1990 гг. продолжительность вегетации хлопчатника среднеспелого уменьшится в период 2000-2030 на 6 дней и в период 2030-2050 на 14 дней.

¹ начиная с посева, появления всходов до образования семядольных листочков и возможно до первых двух-четырех полноценных листочков; поверхность почвы не покрыта или слегка покрыта растениями развивающейся сельхозкультуры ("затененность" почвы растениями < 10 %)

² "вегетативная" стадия или стадия "развития сельхозкультуры" (от начала быстрого роста до появления цветков, когда скорость развития замедляется, к концу этой стадии "затененность" почвы растениями достигает 70 - 80 %),

³ стадия "цветения" или стадия "середины вегетации" (включает основной период цветения, а также раннюю стадию образования семян или плодов; от достижения эффективного полного покрова земли растениями ("затененность" 70-80 %) до начала обесвечивания и опадания

⁴ стадия "созревания" (когда большинство плодов и семян развивается, созревает и идет сбор урожая)

Таблица 2.3

Изменение продолжительности фаз развития раннеспелого хлопчатника

		годы	P1	P2	P3	P4	сумма
Продолжительность фаз	Базовые годы периоды	1961-1990	14	38	31	44	124
		2000-2030	12	36	31	43	119
		2030-2050	9	35	30	40	112
Изменение продолжительности Фаз		2000-2030	-2	-2	0	-1	-5
		2030-2050	-5	-3	-1	-4	-13

Аналогично сокращается вегетационный период для раннеспелого хлопчатника.

Для кукурузы период развития к 2050 году уменьшится на 18 дней, соответственно по фазам развития: 2, 9, 5, 7 дней.

Исследования на модели в целом привели к очень интересным выводам.

Хотя естественно ожидать, что в связи с ростом температур водный дефицит будет увеличиваться и именно с этой точки зрения, если посмотреть на изменение дефицита влажности по прогнозу на основе климатических данных, полученных REMO до 2020-2030 гг., дефицит влажности в летние месяцы возрастет с 6 до 8 мм в день. Однако с учетом ранее приведенных исследований водопотребления для конкретных культур, в частности для среднеспелого и раннеспелого сортов хлопчатника оказывается, что сокращение вегетационного периода самой культуры будет способствовать постоянному уменьшению водопотребления данной культуры. Если рассмотреть расчетные данные по водопотреблению среднеспелого хлопчатника в настоящее время с учетом отрицательного влияния повышенных (выше 35° температур), то на уровне 2000 г. среднее водопотребление хлопчатника должно составить для Ферганской долины 6600 м³/га. В 2050 г. этот показатель может снизиться почти на 500 м³ – до 6200 м³/га. Что касается раннеспелых сортов хлопчатника, то эта потребность в орошении на уровне 2000 г. составляет 7500 м³/га, а в 2050 г. оно снизится до 7000 м³/га. Однако для такой возможности как меры по адаптации к изменению климата надо иметь соответствующее обеспечение развернутой сетью климатических станций, которых в регионе явно недостаточно, получению ежедневных фактических и прогнозных показателей на декаду со стороны гидрометслужб или других органов, обладающих сетью метеостанций, например, БУИС и постоянно действующий программный комплекс как информационно-советующая система фермеров с передачей им соответствующих рекомендаций по мобильной связи. Однако такая возможность очевидно целесообразна, имея в виду, что на основе ее может быть сэкономлено в среднем 500 м³/га, хотя суммарная эвапотранспирация будет нарастать.

Раздел 3. Совершенствование модельного механизма имитации речного стока и его распределение на период 2020-2050 гг.

Исполнители Сорокин А.Г., Кац А., Ухалин Ю.С., Сорокин Д.А., Кадыров Т.В.

Действующий модельный комплекс Аральского бассейна ASBMM прогнозирует возможности разделения четырех стран бассейна Сырдарьи на период 20 лет, основываясь на климатических сценариях А-2 и В-2, корректирующих на перспективу ряды выбранных аналоговых гидрографов. В отличие от него данная модель должна уточнить ожидаемое изменение стока на более длинный период – практически 30 лет, базируясь на новом климатическом сценарии, так называемом сценарии REMO, описание которого приведено в разделе 2 данного отчета. Настоящая модель, которая названа «Река CAWA», базируется на основе комбинации гидрологического и климатического сценариев WASA/REMO 0406, созданная немецким исследовательским центром наук о земле, Потсдам (Ворогушин С., Гафуров А.). Данный сценарий разработан только для двух главных притоков р. Сырдарьи – для р. Нарын и р. Карадарья. Учитывая, что эти два притока дают приблизительно 70 % от общего стока реки, большую важность приобрело имитирование малых рек бассейна (бывших и действующих притоков Сырдарьи, Нарына и Карадарья). Соответствующее исследование гидрологических показателей локальных водных источников были проведены для каждой из малых рек в увязке с корреляцией к климатическим показателям зоны формирования и гидрологическим показателям двух основных притоков.

3.1. Ожидаемые гидрографы стока на 2020–2050 гг.

Гидрографы суммарного стока рек Ферганской долины (трансграничные и локальные реки) рассчитаны на 2020-2050 гг. для двух сценариев:

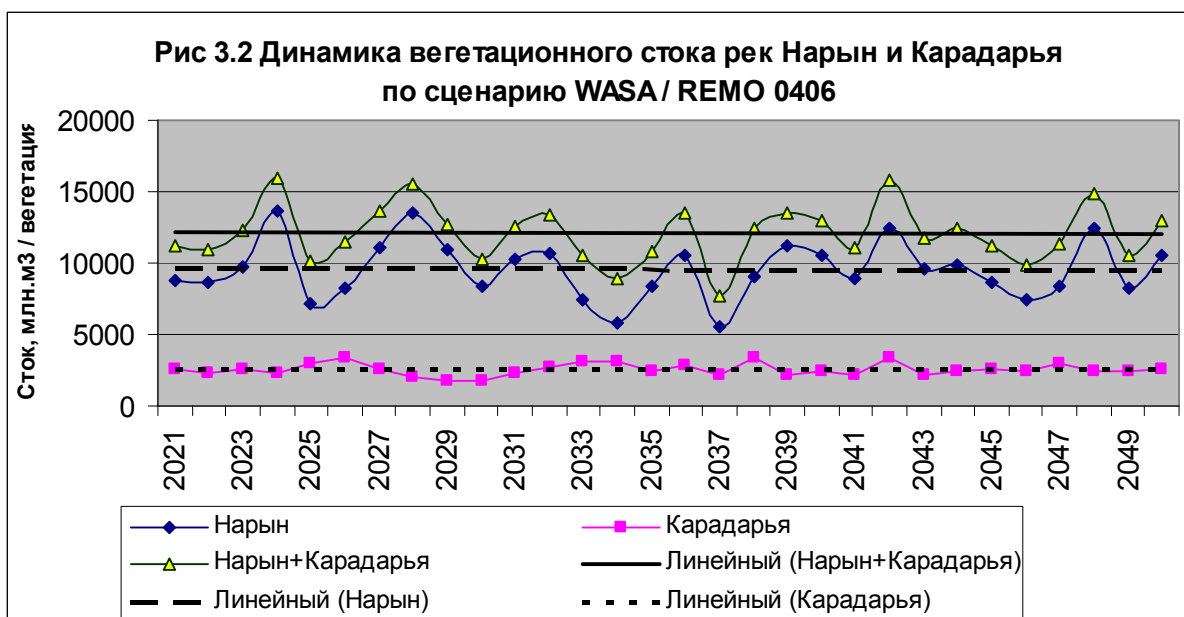
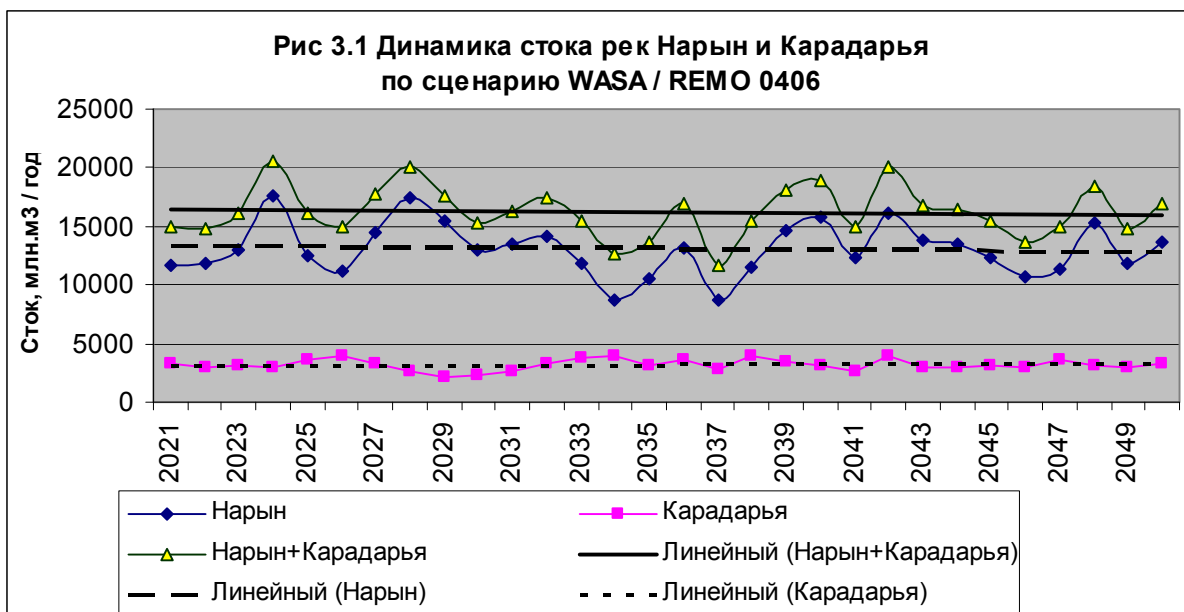
- Сценарий River-PZm-CAWa / ASBmm - продолжение существующего цикла (методология ASBmm, влияние климата учтено по оценкам Узгидромета посредством корректирующих коэффициентов).
- Сценарий River-PZm-CAWa / WASA – для трансграничных рек (Нарын, Карадарья) в данном сценарии взяты данные WASA 0406, для локальных (включая притоки в трансграничные реки ниже Токтогульского и Анжижанского водохранилищ) – расчет НИЦ МКВК по установленным связям между стоком локальных и трансграничных рек на данных WASA 0406.

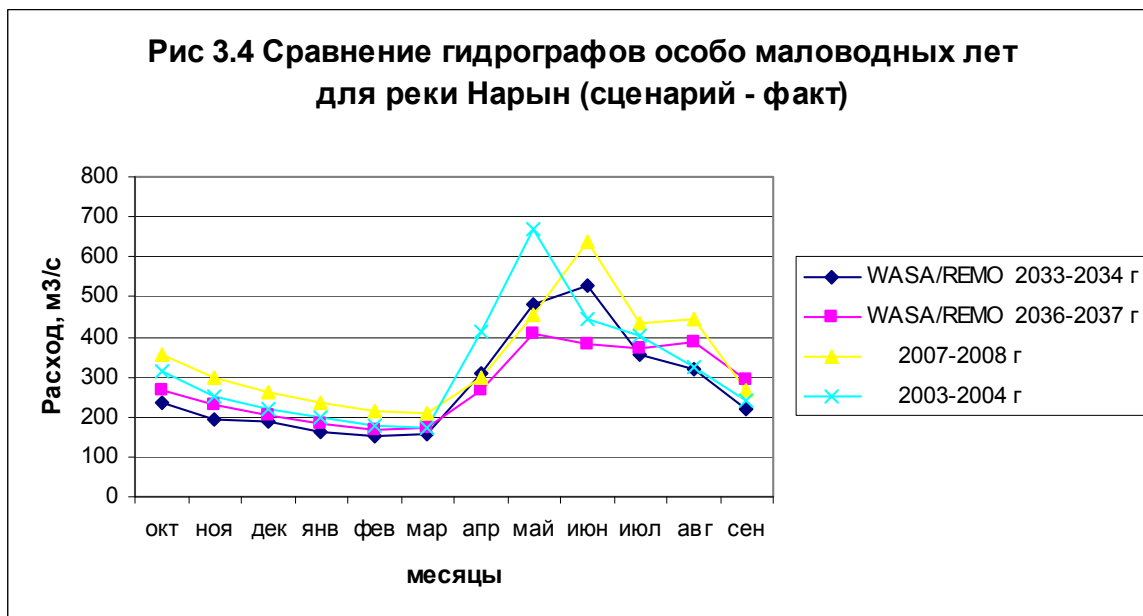
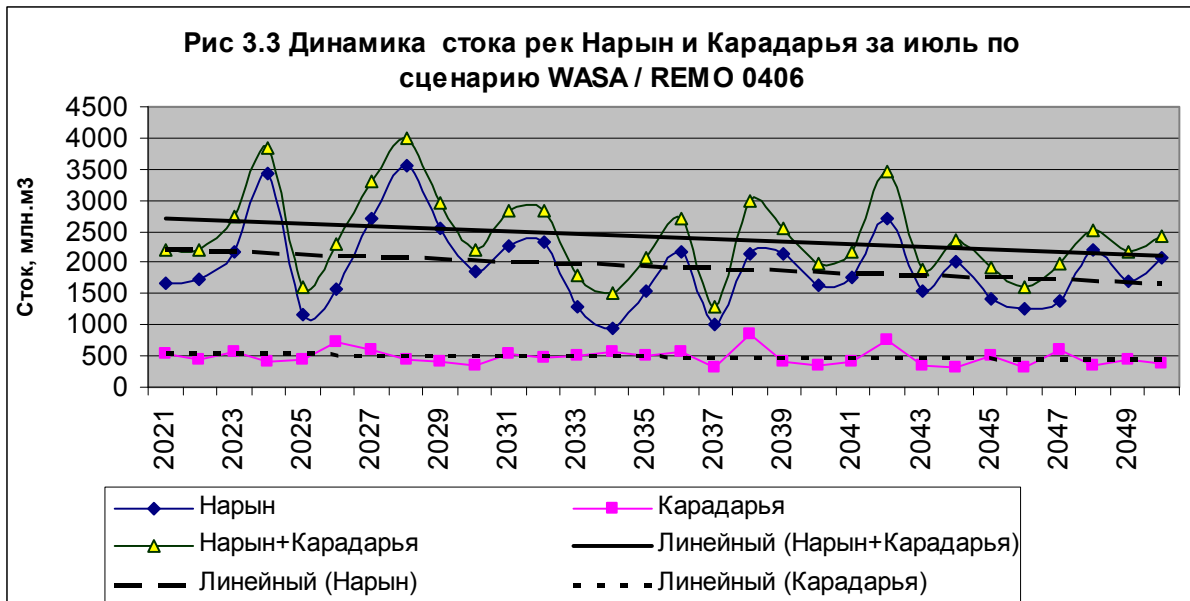
Сбросы водных ресурсов по притокам (саям) в реки Нарын, Карадарья, Сырдарья смоделированы для современного уровня водопотребления и откорректированы моделью PZm-CAWa по сценариям развития с учетом изменения водопотребления на 2020-2050 гг. В гидрологические ряды для Карадарьи не включены сбросы по БФК (они учитываются отдельно), а также сбросы по малым рекам в коллекторную сеть - они рассчитываются моделью PZm-CAWa и передаются в модель Река-CAWa.

Сравнение годовых гидрографов суммарного стока рек Нарын и Карадарья на 2020-2050 гг, полученных на моделях WASA / REMO 0406 и ASBmm показало, что:

- Средние за период объемы годового стока отличаются по моделям WASA и ASBmm всего на 0.7 %; по WASA данным годовой объем стока рек Нарын и Карадарья составляет 16.25 км³, а по ASBmm данным – 16.13 км³.
- Средние за периоды в 5 лет объемы годового стока отличаются по моделям WASA и ASBmm на 0.9 – 16.2 %; наибольшее отклонение зафиксировано в период 2020/21 – 2024/25, - за этот период по WASA данным годовой объем стока рек Нарын и Карадарья составляет 16.55 км³, а по ASBmm данным всего 13.87 км³ (пятилетка с водностью 0.88 % от нормы).
- Наиболее маловодные периоды по сценарию WASA / REMO 0406 ожидаются в 2036/37 году – 11.64 км³ или 0.74 % от нормы, а по сценарию ASBmm (продолжение существующего цикла) в 2022/23 году – 11.06 км³ или 0.70 % от нормы.
- Наибольшее отклонение по результатам моделирования получено по реке Карадарья - превышение годовых объемов по сценарию ASBmm над объемом по сценарию WASA / 0406 на 15 %; по реке Нарын наблюдается обратная картина – превышение годовых объемов стока по WASA над ASBmm на 4 %.

Для реки Нарын по сценарию WASA / REMO 0406 **количество маловодных месяцев во второй половине вегетации будет увеличиваться**. Например, вероятность формирования стока реки Нарын в августе объемом 1300 млн.м³ и меньше в базовом периоде (1990-2010 гг.) составляет 10 случаев из 100, в 2020-2050 гг. – уже 55 случаев из 100. Сценарий показывает заметные тренды на уменьшение стока реки Нарын в июле-августе месяцах (при незначительном тренде в целом за вегетацию). Таким образом, в режиме незарегулированного стока реки Нарын **после 2020 года следует ожидать снижения расходов во второй половине вегетации** (рис. 3.1-3.3). Сравнение гидрографов особо маловодных лет для реки Нарын (сценарий – факт) показывает, что по сценарию WASA / REMO 0406 в 2033-2034, 2036-2037 гг. по сравнению с маловодным 2007-2008 годом в **июне-августе следует ожидать падения расходов воды на 100-200 м³/сек** (рис. 3.4). Естественный сток реки Карадарья за 2020-2050 гг. имеет тренд на незначительное уменьшение годовых расходов.





3.2. Исследование сценариев работы водохранилищных гидроузлов с ГЭС

В качестве управляющего воздействия, регулирующего водные ресурсы трансграничных рек, исследованы альтернативные режимы каскада Нарынских ГЭС (работа Токтогульской ГЭС в энерго-ирригационном и энергетическом режимах). Для моделирования сценариев использована модель WAM пакета

компьютерных программ ASBMM⁵, адаптированного в рамках проекта CAWA к условиям Ферганской долины. Оценка влияния регулирования стока на области ЗП выполнялась по показателям обеспеченности требуемого водозабора на участках рек, с которых осуществляется водозабор в ЗП. Оценка возможных дефицитов воды ЗП выполнена на модели PZM комплекса ASBMM с учетом наличия локальных водных ресурсов и потребностей в воде всех водопотребителей (орошаемое земледелие, коммунально-бытовой сектор, промышленность) балансовым методом. Требования на воду среднего течения Сырдарьи (по створу Фархадского водохранилища) и санитарные требования к стоку рек учтены моделью WAm комплекса ASBmm.

В 2013 году влияние режимов работы ГЭС было исследовано схематично для Ферганской ЗП, для отдельных лет (маловодный, средний по водности) и двух режимов Токтогульского гидроузла – энергетического и энерго-ирригационного, по сценариям: 1 - сочетание маловодного года и энергетического режима, 2 - сочетание маловодного года и энерго-ирригационного режима, 3 - сочетание среднего по водности года и энергетического режима, 4 - сочетание среднего по водности года и энерго-ирригационного режима. Оценивалось падение водообеспеченности (рост дефицита) для участка Токтогул-Кайракум. Расчеты показали, что в маловодные годы попуски из Токтогула в вегетацию в 3,5 км³ (энергетический режим) приводят к падению водообеспеченности участка Токтогул-Кайракум до 70-85 %

Расчеты ориентируются на необходимость многолетнего регулирования стока в бассейне Сырдарьи, и работы Токтогульской ГЭС в энерго-ирригационном режиме, обеспечивающем дополнительные попуски из водохранилища в вегетацию сверх энергетических нужд (2.8...3.0 км³) в маловодные годы в размере 3...3.5 км³. При энергетическом режиме работы Токтогульской ГЭС (попуске в вегетацию 3.0 км³ и в межвегетацию 8.5 км³) дефицит трансграничного стока (по подаче воды по каналам из Нарына и Сырдарьи) в маловодные годы составляет 20-30 %, с глубиной в отдельные декады летнего периода до 40-50 %.

В 2014 году исследования выполнены комплексно, более детально. Численные эксперименты по имитации возможных режимов работы Токтогульской ГЭС и Камбаратинской ГЭС 1 исследовали все возможные риски зарегулирования стока, начиная от энерго-ирригационного до “жесткого” энергетического; для каждого режима рассчитаны объемы выработки электроэнергии, дефициты и избытки. Рассчитаны доходы и упущенные выгоды для Кыргызстана, а также риски потерь и ущербов от энергетического зарегулирования стока. При этом, были учтены требования среднего течения Сырдарьи – при возникновении дефицита воды, вызываемого попусками из Токтогульской ГЭС, дефицит в заданной пропорции (установленной квотами для стран) распределялся между Ферганской долиной и остальной частью бассейна Сырдарьи.

⁵ ASBMM – Модель управления водными ресурсами бассейна Аральского моря, размещена на сайте <http://www.asbmm.uz/>

Моделируется несколько альтернатив. Альтернатива “А” – энергетический режим, близкий к современному для Токтогульской ГЭС (попуск в вегетацию 3...3.5 км³); **максимизируется годовая выработка электроэнергии** на Нарынском каскаде ГЭС. Альтернатива “В” – “жесткий” энергетический режим, предусматривающий попуск из Токтогульской ГЭС в 2...2.5 км³; **максимизируется зимняя выработка электроэнергии**. Альтернатива “С” – энерго-ирригационный (ирригационно-энергетический) режим, предусматривающий попуск из Токтогульской ГЭС в 6...6.5 км³. Потребность электроэнергии для Кыргызстана оценивается на уровне 2020 года в 12000 млн.кВт.ч (GWh), в том числе в вегетацию 3600 млн.кВт.ч. К 2050 году потребность может вырасти до 17 400 млн.кВт.ч, в том числе в вегетацию 5220 млн.кВт.ч. Рост требуемой выработки в летнее время может составить 45 % от 2020 года, - по этой причине энергетически потребный сброс ниже Токтогульской ГЭС в вегетацию за 2020-2050 гг. может вырасти или покрываться за счет Камбараты-1 или Верхне-Нарынского каскада (в зависимости от договоренности сторон).

Расчеты показывают, что к уровню 2050 года **суммарная выработка электроэнергии на Нарынском каскаде в маловодные годы** может достигать (млн.кВт.ч):

Альтернативы	межвегетация	вегетация	год
А. Энергетический	9081	6676	15757
В. “Жесткий” энергетический	11338	3949	15287
С. Энерго-ирригационный	6523	9395	15918

Дефицит поставок электроэнергии для Кыргызстана к 2050 году для маловодного года может составить (млн.кВт.ч):

Альтернативы	межвегетация	вегетация	год
А. Энергетический	1339	-	1339
В. “Жесткий” энергетический	-	351	351
С. Энерго-ирригационный	3897	-	3897

Для средних и выше по водности лет дефициты в вегетацию отсутствуют, а в межвегетацию – снижаются.

Наличие дефицитов в межвегетацию для альтернатив “А” и “С” указывает на возможность перехода в дальнейшем режимов ГЭС на альтернативу “В” (“жесткий” энергетический режим). В тоже время, наличие дефицита электроэнергии в вегетационный период для альтернативы “В” указывает на необходимость повышения попусков из Токтогульской ГЭС до **2.5 км³ – минимальной энергетической потребности при совместной работе**

Камбаратинской ГЭС 1 и Токтогульской ГЭС и наличия Верхне-Нарынского каскада. При отсутствии Камбаратинской ГЭС 1 требуемые энергетические попуски из Токтогульской ГЭС составят 3..4 км³.

3.3. Динамика требования на воду зон планирования

В проекте САВА исследованы два сценария развития аграрного сектора Ферганской долины:

- i) сценария, ориентированного на продуктовую безопасность и импорт-замещение - Food security and diet change (FSD),
- ii) сценария, ориентированного на экспорт продукции сельского хозяйства - Export-oriented sustainable adaptation (ESA).

На фоне изменения водных ресурсов и возможного зарегулирования стока Токтогульским водохранилищем (уменьшающего естественный вегетационных сток), за период 2020-2050 гг. ожидается тренд на **общее увеличение водопотребления** с/х культур, с возможными колебаниями (увеличением, уменьшением по годам).

Выполненные расчеты позволили оценить потребности в воде для с/х культур, для ЗП и национальных территорий ФД; оценка произведена для четырех сочетаний аграрных сценариев (FSD, ESA, FSD + инновации, ESA + инновации), по странам (км³):

Сценарии	Кыргызстан	Таджикистан	Узбекистан
FSD	3.03	2.52	13.37
FSD + инновации	2.98	2.49	12.44
ESA	3.02	2.48	13.13
ESA + инновации	2.96	2.43	11.73

По ЗП узбекской части ФД странам (км³):

Сценарии	Андижан	Фергана	Наманган
FSD	4.36	4.92	4.09
FSD + инновации	3.93	4.62	3.89
ESA	4.23	4.85	4.05
ESA + инновации	3.78	4.33	3.62

В тоже время, располагаемые к использованию водные ресурсы Ферганской области ограничены (здесь мы не рассматриваем подземные источники воды, допуская, что за их счет покрываются потребности с/х водоснабжения, в частности, коммунально-бытовой сектор). Для маловодных лет из формирующихся локальных водных ресурсов (реки Сох, Исфайрамсай, Исфара, Шахимардан) на территорию Ферганской области за 2020-2050 гг. будет приходиться не более 2 км^3 , из которых только часть будет использоваться в Узбекистане. В целом, водозабор из Карадарьи и локальных рек оценивается для Ферганской области в маловодные годы за этот период $2.0 \dots 2.8 \text{ км}^3$, а общий водозабор, включая лимиты из Нарына и Сырдарьи – в $4.0 \dots 4.5 \text{ км}^3$. Таким образом, для маловодных лет в вегетацию формируется устойчивый дефицит, который будет наблюдаться в 2020-2050 годы с повторяемостью, превышающей наблюдаемую ранее (1990-2014 гг.). Расчеты показали, что снизить возможные дефициты можно, если:

- Компенсировать возникающие дефициты попусками из многолетних запасов водохранилищ,
- Уменьшить потери воды в ирригационной сети,
- Уменьшить нормы водопотребления для с/х культур, в частности, внедряя инновационные мероприятия (капельное орошение и дождевание).

По оценке экономистов НИЦ МКВК [Ш. Муминов, 2014], внедрение капельного орошения позволяет снизить норму водопотребления: для картофеля, овощей и бахчевых на 55 %, для хлопчатника – на 52 %, для кукурузы – на 50 %, для садов – на 45 %; внедрение дождевания (для зерновых культур) позволяет снизить норму водопотребления на 25 %. При этом, средний уровень урожайности может быть повышен: для садов на 90 %, для хлопчатника – на 80 %, для кукурузы – на 70 %, для картофеля, овощей и бахчевых – на 65 %. По сценарию FSD охват орошаемых площадей капельным орошением к 2050 году составляет: по хлопчатнику – 10 %, по кукурузе – 20 %, по овощам, картофелю, плодам, винограду и бахчевым – 60 %; охват дождеванием (для зерновых) составляет 20 %. По сценарию ESA: по кукурузе – 10 %, по хлопчатнику – 15 %, по овощам и картофелю – 80 %, по плодам, винограду и бахчевым – 100 %, по зерновым – 15 %.

Сравнение расчетных требований на воду для Ферганской ЗП показывает, что требуемое водопотребление к концу 2050 года за счет потепления (роста температур воздуха и снижения вегетационных осадков) по сценарию FSD вырастет в среднем за период 2020-2050 гг по сценарию ESA – до 4.9 км^3 . В тоже время, внедрение капельного орошения и дождевания на части орошаемых земель за 2020-2050 годы снижает водопотребление для ESA – до 4.3 млн. м^3 . Таким образом, внедрение инновационных мероприятий компенсирует фактор влияния климата, при этом, высвобождается около 0.6 км^3 . В целом по узбекской части ФД при внедрении инноваций высвобождается около 1.4 км^3 .

3.4. Распределение водных ресурсов между зонами планирования

Основными факторами, определяющими направление и динамику распределения водных ресурсов в Ферганской долине, являются:

- Гидрографы стока трансграничных рек, местных водных ресурсов, в их исторических естественных циклах,
- Климатический фактор, трансформирующий гидрографы стока,
- Работа каскадов ГЭС и водохранилищ (управляющие воздействия),
- Характеристики и потребности зон планирования (состав с/х культур и нормы водопотребления, потери воды, продуктивность орошаемого земледелия и др.),
- Лимиты на водозабор из трансграничных рек,
- Требуемые попуски в замыкающем створе (Фархадское водохранилище),
- Принципы и критерии распределения водных ресурсов.

Хотя работа МКВК и БВО «Сырдарья» стремится максимально соблюдать межгосударственные договоренности по лимитам на водозабор из трансграничных рек даже при условии имеющихся колебаний в водности, тем не менее, наибольшую неопределенность вносит планируемый режим работы каскада Нарынских ГЭС и оперативные колебания, связанные непосредственно с режимом работы ГЭС.

Сценарии развития, которые были рассмотрены в 1 части отчета, бесспорно, в какой-то степени влияют, как будет показано ниже, на возможность удовлетворения потребностей в воде и на обеспечение экономических и продовольственных показателей. Однако главным фактором водообеспеченности является режим работы Токтогульского водохранилища и всего каскада.

Выполненные расчеты позволяют оценить водообеспеченность ЗП при различных режимах работы Нарынского каскада ГЭС. **Наименьшая водообеспеченность ожидается при работе каскада в “жестком” энергетическом режиме;** за 2020-2050 гг следует ожидать (в %):

Период	Кыргызстан	Таджикистан	Узбекистан
Апрель-Сентябрь			
- в среднем за 2020-2050 гг	97	65	65
- колебания за 2020-2050 гг	100-93	90-42	81-45
Июль месяц			
- в среднем за 2020-2050 гг	95	52	53
- колебания за 2020-2050 гг	100-90	69-36	69-35

Тоже для ЗП узбекской части ФД (%):

Период	Андижан	Наманган	Фергана
Апрель-Сентябрь			
- в среднем за 2020-2050 гг	74	58	64
- колебания за 2020-2050 гг	100-47	57-43	87-46
Июль месяц			
- в среднем за 2020-2050 гг	64	47	52
- колебания за 2020-2050 гг	92-37	49-34	67-36

Сценарий “ESA + инновации” характеризуется меньшим объемом требований на воду, чем сценарий “FSD”. Соответственно и дефициты воды в ФД по сценарию “ESA + инновации” (при одинаковом режиме ГЭС) имеют меньшую величину, чем по сценарию “FSD”. При этом, динамика дефицитов по сценарию “ESA + инновации” имеет тренд на уменьшение, а по сценарию “FSD” на увеличение.

Для предупреждения существующих тенденции на уменьшение объемов воды в водохранилище и падение напоров на ГЭС необходимо оптимизировать работу Токтогульского водохранилищного гидроузла в режиме многолетнего регулирования стока. Оптимизация может дать ограничения по сработке водохранилища в осенне-зимний период, которые следует не превышать, чтобы не попасть в критическую ситуацию, подобную той, которая наблюдалась в 2007/2008, 2008/2009 годах. Таким образом, можно будет повысить эффективность работы ГЭС и водообеспеченность орошаемых земель Ферганской долины.

Раздел 4. Экономическая оценка развития продовольствия и безопасность

Исполнитель Сорокин А.Г.

Расчеты показали, что в среднем за период 2020-2050 гг. стоимость потенциальной валовой продукции орошаемого земледелия узбекской части Ферганской долины может составить: при сценарии FSD – 4.3 млрд.\$, а по сценарию “ESA + инновации” – 5.8 млрд.\$; соответственно для Кыргызстана – 0.44-0.49 млрд.\$, Таджикистана – 0.54-0.64 млрд.\$.

Потери продукции при “жестком” энергетическом режиме работы водохранилищ составляют (на 1 человека): в Узбекистане – 120-162 \$, Кыргызстане – 18 \$, Таджикистане – 86-101 \$. При энергетическом режиме потери снижаются: в Узбекистане – 83-111 \$, Таджикистане – 50-59 \$

Исследование выявило дифференциацию развития отдельных зон в долгосрочном плане (по показателям удельных площадей орошения на душу населения и продукции орошаемого на 1 человека, на 1 м³ воды). По показателю удельных площадей орошения на душу населения (га на 1 чел): Кыргызстан – 0.08 га/чел, Узбекистан – 0.09 га/чел, Таджикистан – 0.10 га/чел; Андижанская ЗП - 0.09 га/чел, Ферганская и Наманганская - 0.10 га/чел.

Анализ водохозяйственного баланса ФД на 2020-2050 гг. показывает, что даже **при отсутствии регулирования стока** (простое сопоставление располагаемых водных ресурсов их требований на воду), в отдельные годы будут наблюдаться дефициты воды; причины из возникновения следующие: увеличение потребности в воде для с/х культур и изменение объемов и режимов стока рек (увеличение вероятности появления маловодных лет, снижение в целом, объемов стока во второй половине вегетации). Дефициты воды в ФД при отсутствии регулирования стока для маловодных лет и двух сценариев водопотребления следующие (млн.м³):

Гидрологический год	FSD	ESA + инновации
2025 - 2026	896	95
2033 - 2034	1800	635
2036 - 2037	2583	1107
2040 - 2041	1161	-
2048 - 2049	1662	-
Средний за 2020-2050 гг	438	75

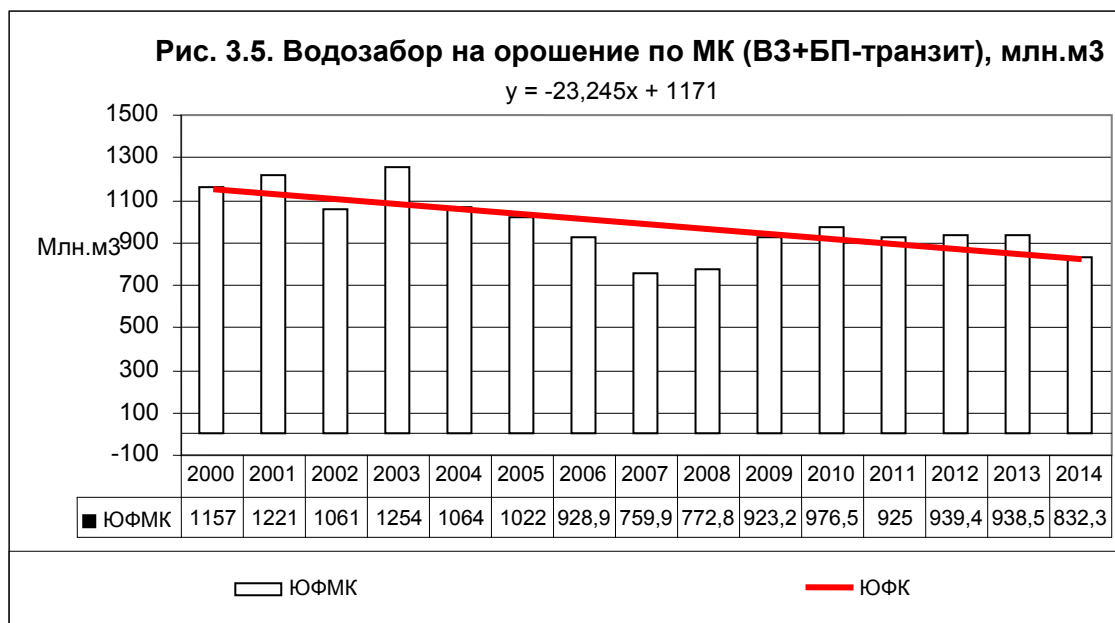
Наибольший дефицит воды следует ожидать при развитии событий по сценарию сохранения существующих тенденций и сценарию, ориентированному на продовольственную безопасность (FSD), но не подкрепленному внедрением инноваций (капельное орошение, дождевание); наименьший дефицит следует ожидать при развитии ситуации по сценарию ESA в случае внедрения инноваций, снижающих нормы водопотребления и повышающих урожайность; снижению дефицитов в сценарии ESA по сравнению с FSD способствует также иное распределение с/х культур.

Расчеты показывают, что **оптимальный результат с точки зрения продовольственной безопасности и доходности от экспортных культур можно получить только при оптимизации состава и распределения с/х культур**. Результаты такой оптимизации формируют состав с/х культур, который 1) обеспечивает необходимый уровень продовольственной безопасности (приближение к нормам продуктов питания дифференцированно на 70-100 %), 2) при соблюдении условий продовольственной безопасности и экспортного потенциала (по хлопку) максимальное производство и прибыль от продуктов, экспортируемых за пределы Ферганской долины.

Если Нарынский каскад ГЭС будет работать в энерго-ирригационном режиме (альтернатива “С”), и аграрный сектор будет развиваться по сценарию ESA + инновации, то дефицит воды, средний за 2050-2050 гг, будет составлять 0.46 км³, при колебаниях от 0 до 1.9 км³. Данные цифры указывают на **необходимость корректировки существующий попусков из Токтогула, потребуется дополнительно около 1.5-1.9 км³ попусков из Токтогульского водохранилища.**

При работе Нарынского каскада в энергетическом режиме и сценарии ESA + инновации, средний дефицит за 2050-2050 гг может увеличиться в 4.5 раз и составить 2.1 км³. Дефицит воды в отдельные годы при работе Нарынского каскада в “жестком” энергетическом режиме (альтернатива “В”) для сценария FSD (**наихудшее сочетание сценариев**) может достигать: 4.9 км³ (2025-2026 г), 5.7 км³ (2048-2049 г), с некоторым трендом на увеличение дефицита. Возможный выход из данной ситуации: 1) оптимизация состава культур, - оптимальный вариант между сценариями FSD и ESA, 2) внедрение инноваций, 3) оптимизация работы Нарынского каскада ГЭС.

В указанных расчетах не учитывается возможное снижение общей потребности в воде за счет внедрения ИУВР. На примере проекта ИУВР Фергана, осуществляемого на площади 130 тыс. га в двух областях Узбекистана, Киргизстана и Таджикистана при удельных вложениях менее 100 долл. на га достигнута экономия в среднем в 150 млн. м³ по водозабору по Южно-Ферганскому каналу или более 1 тысяча м³/га. Знаменательно, что созданная тенденция сохраняется и в настоящее время. (рис. 3.5)



Нарращивание гидроэнергетических мощностей и работа Нарынских ГЭС непосредственно связаны с энергетической безопасностью Кыргызстана. Для Таджикистана и Узбекистана важную роль приобретает стратегия компенсационного перерегулирования энергетического стока реки Нарын по требованиям орошаемого земледелия.

Раздел 5. Рекомендации

Выполненные исследования позволяют сформулировать ряд важных **задач на будущее** для Ферганской долины:

- **Обеспечение юридических гарантий**, исключающих (уменьшающих) **риски негативного влияния регулирования стока** крупных водохранилищных гидроузлов с ГЭС на водообеспеченность орошаемых зон,
- Повышение **эффективности и интенсивности** использования водных и земельных ресурсов путем активизации инновационных факторов развития и улучшения управления,
- Смещение акцентов на **активный сценарий развития**, предусматривающий ускорение процессов модернизации аграрного сектора, включая переработку продукции; **обеспечение сбалансированного развития** отдельных зон, недопущение резкой дифференциации в развитии аграрного сектора, устранение возможных диспропорций в долгосрочном плане.
- **Создание специализированных зон экономического развития**, где экспериментально отработывались бы концепции аграрного развития, основанные на моделях достижения продовольственной безопасности и импорт замещения, экспорта (сушеные фрукты и овощи, фруктовые концентраты, плодоовощные консервы и др.); под такое производство можно отдать в первую очередь земли, занятые хлопчатником с малой урожайностью.

Управление водными ресурсами

При планировании **управления водными ресурсами** и управлении **требованиями на воду** (орошаемое земледелие) необходимо учитывать выявленные особенности и тенденции современного функционирования водохозяйственных комплексов и их развития, в частности:

- **Дисбаланс по областям** в отклонении расчетного водопотребления периода 2020-2050 гг от фактического водопотребления базового периода (8-20 %); данное обстоятельство указывает на **необходимость исследования и корректировки норм водопотребления и уточнения выделяемых лимитов** для областей (в пределах установленных для стран квот),
- Наблюдаемую за базовый период **тенденцию на уменьшение водопотребления**, показывающую **потенциал и возможности**

существующей оросительной системы и орошаемого комплекса к эффективному управлению требованиями на воду и снижению затрат стока,

- Различное **влияние водности** лет и их сочетания на объемы бокового притока, поступающего на участки трансграничных рек; планирование распределения водных ресурсов, учитывающее данный фактор повысит точность расчетов, производимых сегодня на практике (например, в системе БВО). В расчеты водного (руслового) баланса необходимо вносить поправки, уменьшающие расчетный боковой приток при сочетании лет “маловодный - маловодный”, и увеличивающий его при сочетании “многоводный - многоводный”. По расчетам НИЦ МКВК вероятность возникновения двухлеток “маловодный-маловодный” для трансграничных рек Ферганской долины оценивается в 42 %,
- Представленная в главе 2 полученная на модельном комплексе REQWAT возможность положительного использования изменения климата в направлении учета для каждого года возможного сокращения вегетационного периода требует осуществления полевой проверки этой возможности на основе оснащения сетью метеостанций, что в конечном счете может дать экономию воды (вместо увеличения потребности) на 500 м³/га

Продовольственная безопасность и ориентация на импорт замещение и экспорт с/х продукции должны стать основными ориентирами в **аграрной политике фермеров**. Анализ показывает, что наибольший расход воды наблюдается в тех хозяйствах, где посевы хлопчатника превышают 40 %. Оптимальные посевы хлопчатника на 2020-2050 гг – 20...25 %, кормовых – 15...20 %, картофеля и овощей – 10...15%. Площади под сады и виноградники могут достигать 25...30%, под зерновые – 20...25 %.

