



## **Взаимодействие воды, электроэнергии и продовольствия в Таджикистане: роль ассоциаций водопользователей в улучшении энергетической и продовольственной безопасности**

**Ронан Шенхав<sup>1\*</sup>, Далер Домуллоджанов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Университет Гронингена, департамент международных отношений

<sup>2</sup> Независимый исследователь, Таджикистан

\* для корреспонденции: [ronanshenhav@hotmail.com](mailto:ronanshenhav@hotmail.com)

Получено: 24 июня 2017; Принято: 08 сентября 2017; Доступно онлайн: 02 февраля 2018

### **Аннотация**

*Аграрный сектор Таджикистана страдает от крайне неэффективного использования водных и энергетических ресурсов. Значительная зависимость от энергоемких систем машинного орошения, потери воды и электричества оказывают серьезное влияние на энергетическую и продовольственную безопасность страны. Недавние выводы о потенциальном экспорте энергии еще больше подчеркивают эту практику. Ассоциации водопользователей (АВП) могут смягчить деликатный вопрос баланса между водой, электроэнергией и продовольствием в Таджикистане. Хотя АВП все еще недостаточно развиты, они могут решать проблемы, которые препятствуют повышению энергоэффективности в сельском хозяйстве. В этом документе предлагаются некоторые недорогие технические и политические решения.*

**Ключевые слова:** ассоциация водопользователей, машинное орошение, продовольственная безопасность, энергоэффективность.

### **1. Введение**

Таджикистан, страна не имеющая выхода к морю, где энергия, вода и продовольствие неразрывно связаны. Около половины территории Таджикистана расположена выше 3000 м ниже уровня моря, а горы покрывают 93% территории страны [1]. Горные условия местности представляют собой огромный вызов сельскому хозяйству страны. Возделывание культур на гравитационных системах возможно только на равнинах, которые расположены в низовьях долин. Из-за расположения возделываемых земель на различных высотах, 44 % сельскохозяйственных земель орошаются насосами, что является самым высоким показателем в Центральной Азии [2]. Для надлежащего функционирования и подачи орошаемой воды требуется устойчивое и непрерывное энергоснабжение, что выводит сектор сельского хозяйства на третье место по величине

потребления электроэнергии в стране, и что составляет 21 % от общего потребления. электроэнергии в Таджикистане [3].

Для удовлетворения высоких энергетических потребностей страны Таджикистан регулирует свои реки и ручьи. В настоящее время страна покрывает 90 % своего спроса в электроэнергии за счет гидроэлектростанций (ГЭС) [2]. Тем не менее, страна сталкивается с серьезными проблемами, связанными с неэффективным использованием водных и энергетических ресурсов. После обретения страной независимости в 1991 году, разрушительная гражданская война и экономический крах, водная и энергетическая инфраструктура были неуправляемы и, поэтому, пришли в негодность. Старение инфраструктуры, устаревшие методы орошения и неустойчивые методы управления привели к тому, что вода и электроэнергия используются крайне неэффективно. Из-за этих проблем приблизительно около 30 % от общей забираемой воды для орошения в конечном итоге достигает возделываемых земель [2].

Литература по водным и энергетическим ресурсам Центральной Азии в основном была сосредоточена на балансе распределения ресурсов между прибрежными странами, расположенными выше и ниже по течению. Однако существуют немного публикаций о связи между водой, энергией и продовольствием. Для Таджикистана и в некоторой степени для Кыргызстана и Узбекистана нынешняя ситуация может иметь серьезные последствия в сфере энергетической и продовольственной безопасности. Энергоснабжение Таджикистана не может удовлетворить спрос на энергию в течение года, и прогнозируется, что спрос на продовольствие и энергию будет расти по мере роста населения. Производство сельскохозяйственных культур ограничено неэффективной практикой, а также отсутствием электричества. Особенно уязвимы сельские общины, они находятся в зависимости от ведения натурального сельского хозяйства для обеспечения средств к существованию. Если ничего не будет предпринято, эти сообщества могут серьезно пострадать. Эта ситуация может негативно отразиться не только на благосостоянии населения, но и на социально-политической стабильности в стране и в более широком масштабе в регионе [4].

Недавние события еще раз подчеркнули проблему энергоэффективности. Подписание торговых соглашений по электроэнергии с соседями Таджикистана открывает новые возможности для экспорта электроэнергии. В скором времени можно будет экспортировать излишки летней гидроэлектроэнергии, которые в настоящее время по-прежнему в значительной степени тратятся впустую, по прибыльным ценам в Афганистан и Пакистан. Эта перспектива подчеркивает расточительные практики больше, чем когда-либо: в то время как электроэнергия теперь может стать источником больших доходов, в настоящее время она в значительной степени расходуется на неэффективные ирригационные насосы.

Структурные реформы требуют значительных инвестиций для восстановления и содержания ирригационных и энергетических объектов, для которых средства в настоящее время ограничены. В связи с этим в настоящем документе предлагается проводить технические или политические вмешательства на местном или

**Центральноазиатский журнал исследований воды (2017) 3(2): 60-81**

**Специальный выпуск посвященный проблемам управления использованием водных ресурсов в Центральной Азии и Афганистане**

национальном уровне с минимальными или без каких-либо затрат. Особое внимание уделяется роли ассоциаций водопользователей (АВП) в качестве подходящего инструмента для выхода из водного, и энергетически-продовольственного заторов. Законодательные реформы расширят обязанности АВП в ближайшем будущем [5]. АВП в настоящее время сталкиваются с ограниченными финансовыми ресурсами и потенциалом знаний, а также недостаточно сильны для содержания и эксплуатации ирригационных систем. Однако они могут сыграть важную роль в повышении энергоэффективности и поддержании устойчивой практики использования воды и электроэнергии.

Первая часть этой статьи проливает свет на энергетическую и продовольственную безопасность Таджикистана, уделяя особое внимание неустойчивой ситуации в стране. Затем следует обзор прошлого и текущего управления водными ресурсами в стране, в котором основное внимание уделяется машинному орошению. Третья и четвертая части посвящены роли АВП в решении вопросов энергоэффективности. Предлагаются недорогие меры сокращения для расточительной практики АВП, а также уделяется особое внимание малым техническим решениям и политике на национальном уровне. В заключении приводится краткая информация о нынешней ситуации в Таджикистане, в которой подчеркивается необходимость усиления роли АВП и вклада экспорта энергии в ситуацию с продовольствием и энергетикой.

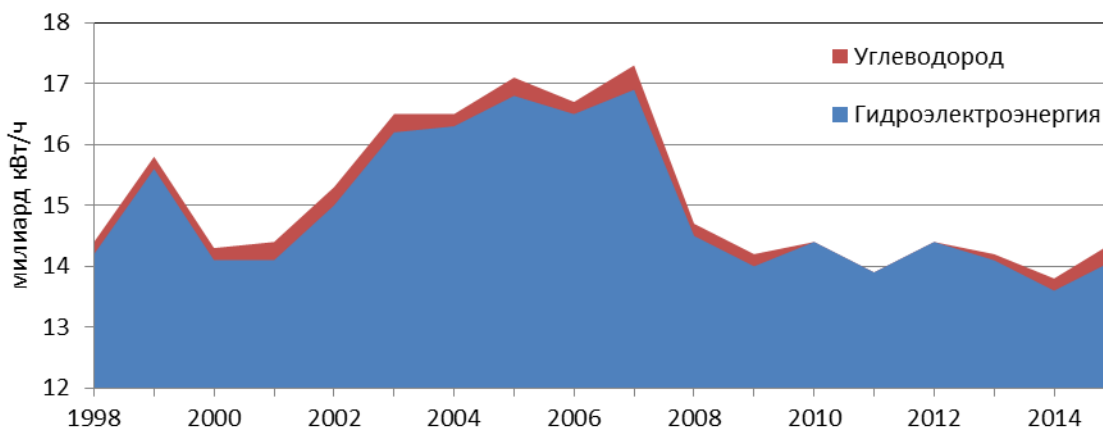
## **2. Энергетическая и продовольственная безопасность**

До обретения независимости в 1991 году центральноазиатская энергетическая сеть регулировалась единой региональной энергетической системой. Центральноазиатская энергетическая система (ЦАЭС) была создана в 1970-х годах и включала все пять бывших центральноазиатских советских республик во внутреннем рынке Советского Союза, где внутренние границы не учитывались, а электроэнергией можно было свободно торговать по всему региону. ЦАЭС помогала смягчить диспропорциональное распределение ресурсов региона: в то время как в странах верховья в Таджикистане и Кыргызстане были большие запасы воды и почти не было углеводородных ресурсов, страны, расположенные ниже по течению Узбекистан, Казахстан и Туркменистан, имели большие запасы нефти и газа, но страдали от нехватки воды. В летние месяцы богатые водой страны, расположенные выше по течению, были ответственны за выпуск орошаемой воды для сельского хозяйства в страны, расположенные ниже по течению, тогда как в зимние месяцы ископаемое топливо и излишняя электроэнергия поступали обратно [6].

В эпоху ЦАЭС в Центральной Азии было обеспечено достаточное производство электроэнергии при низких затратах, что позволило модернизировать и развивать периферийную экономику региона. Система имела решающее значение для Таджикистана: более 60% спроса на электроэнергию в Таджикистане было покрыто за счет импорта из других советских республик [6]. Однако после распада Советского

Союза эта система постепенно разваливалась по мере возникновения международных споров. Каждое из пяти новых независимых государств сосредоточилось на своих национальных интересах и нацелилось на энергетическую независимость. С 2009 года Таджикистан был полностью изолирован от ЦАЭС, и его импорт энергии из Узбекистана и Туркменистана почти полностью прекратился. Эта изоляция еще больше обострила проблемы Таджикистана.

В этой ситуации правительство Таджикистана (ПРТ) сосредоточилось на развитии своего гидроэнергетического потенциала. Отсутствие нефти и газа в стране восполняется водными ресурсами, так как Таджикистан занимает первое место в мире по гидроэнергетическому потенциалу на территориальную единицу [6]. В настоящее время страна зависит на более чем на 90 % от гидроэнергетики для производства электроэнергии [2]. Правительство ежегодно выделяет более 300 миллионов долларов США (15 % государственного бюджета) на восстановление гидроэнергетики [7]. Электроэнергия производится множеством гидроэлектростанций, самыми крупными из которых являются Нурек, Кайраккум, Байпазин и Сангтуда I и II [8]. Более 75 % электроэнергии в стране генерируется Нурекской ГЭС на реке Вахш - в настоящее время являющейся крупнейшей плотиной в Центральной Азии высотой 300 м – мощностью 3000 МВт и водохранилищем объемом 10,5 км<sup>3</sup> воды. В октябре 2016 года началось строительство плотины Рогун, амбициозный проект стоимостью 3,9 млрд. долларов США, который по завершению, обгонит Нурек по высоте и станет самой высокой плотиной в мире высотой 335 м. Плотина Рогун добавит еще 3600 МВт генерирующих мощности, удвоив производство электроэнергии в Таджикистане [28].



**Рисунок 1.** Выработка электроэнергии в Таджикистане 1998-2015 гг. [9, 29]

Однако такая высокая гидроэнергетическая зависимость сопряжена со значительными проблемами. До сих пор, восстановление гидроэнергетических объектов не позволило Таджикистану превысить уровень производства 1990 года в 18,2 миллиарда киловатт-часов (кВтч) электроэнергии в год [10]. Производство сокращается с 2007 года (рисунок 1). ГЭС Таджикистана не могут поддерживать энергоснабжение зимой, когда

потребление отопления самое высокое, а речные стоки являются самыми низкими из-за снижения таяния ледников. Большинство ГЭС страны, рассчитанны на речные стоки без резервуаров и являются уязвимыми к вариациям осадков, изменению климата и капризам речных потоков. В то же время Таджикская алюминиевая компания (TALCO) достигает своего пикового производства зимой, потребляя почти 40 % от общего объема энергоснабжения страны, что усугубляет ситуацию. В результате зимнее производство электроэнергии в Таджикистане составляет лишь около 70% от летних уровней, а на некоторых гидроэлектростанциях может составлять до 40 % [6].

В настоящее время ухудшающаяся энергетическая система становится все более уязвимой к крупным поломкам, которые могут причинить огромный ущерб экономике и пищевой промышленности Таджикистана [2]. Большинство ГЭС Таджикистана находятся в эксплуатации в среднем 45-50 лет без капитального ремонта и технического обслуживания. Многие гидроэлектростанции в настоящее время производят значительно ниже своего потенциальной производительности. В течении года стареющая электрическая сеть часто не может передавать мощность в большую часть страны. Недостаточное энергоснабжение в настоящее время оказывает серьезное влияние на экономическое развитие Таджикистана, вынуждая ежегодно закрываться около 850 малых и средних предприятий, стоимостью приблизительно 3 % ВВП [7]. Это приводит к серьезной нехватке электроэнергии в период холодных зим. Длительные сокращения подачи электричества особенно влияют на сельские сообщества.<sup>1</sup> Продолжающееся старение энергообъектов еще больше ухудшает дефицит в течение всего года. В 2012 году дефицит зимой по-прежнему оценивался в 2700 МВт, но если нынешние тенденции продолжится, то к 2020 году этот дефицит возрастет до 6800 МВт [6].

### *2.1. Возможности экспорта*

Излишек электроэнергии производится летом с июля по сентябрь за счет высоких речных стоков. Раньше этот излишек не экспортировался, а в значительной степени был потрачен впустую. Однако недавняя реконструкция основных линий электропередачи позволила Таджикистану значительно увеличить свой летний экспорт электроэнергии в Кыргызстан и Афганистан.<sup>2</sup> Ожидается, что экспорт будет расти с помощью проекта КАСА-1000. Этот проект стоимостью 1,16 млрд. долл., открытие первого этапа строительства которого, состоялось в мае 2016 года, соединит Центральную Азию с Южной Азией через мощные линии электропередач. Электрическая сеть будет иметь

---

<sup>1</sup>Ограничение электроэнергии было продолжено с 1 октября по 27 февраля зимой 2014-2015 годов и с 18 октября по 23 февраля зимой 2015-2016 годов. Подача электроэнергии составлял около 10 часов в день - пять часов утром (с 5:00 до 22:00) и пять часов вечером (с 17:00 до 22:00). Это не относится к Душанбе или другим крупным городам страны .

<sup>2</sup>В 2011 году доля экспорта электроэнергии в общем от объема выручки составила всего 0,1%, что составляет всего 190,9 млн кВтч на сумму 4,3 млн долларов США [1]. К 2016 году почти 15% от общего избытка электроэнергии в летний период, 1,3 млрд. кВт-ч, экспортировалось в основном в Афганистан общей стоимостью 50 млн. Долларов США [8].

возможность ежегодно поставлять в Афганистан и Пакистан до 5 млрд. кВтч “летней” электроэнергии Таджикистана, возможно, увеличивая экспорт электроэнергии в четыре раза [11, 8].

Правительство Таджикистана сможет получить большие доходы, экспортируя гидроэлектроэнергию за 0,05 доллара США за кВт/ч, что значительно выше, чем 0,003 доллара США/кВтч, которое правительство взимает в настоящее время за подачу ирригационной воды.<sup>3</sup> Однако несмотря на многообещающую перспективу, в центре внимания – потери электроэнергии в летний период. Низкая эффективность использования энергии в сельскохозяйственном секторе в ближайшее время непосредственно начнет ограничивать прибыльный доход государства. Всемирный банк заявил, что «использование энергии в Таджикистане летом, ранее не признанное в качестве беспокойства из-за избыточной доступности энергии летом, было задействовано в национальной повестке дня, потери энергии в настоящее время, приобретают высокие альтернативные издержки в дальнейшем» [2]. Эти события могут усугубить уже существующее давление на сельское хозяйство и производство продуктов питания.

## *2.2. Продовольственная безопасность*

Таджикистан все ещё имеет самый низкий показатель ВВП на душу населения среди постсоветских стран, а 49% сельского населения живут за чертой бедности [30, 31]. Почти три четверти населения страны живут в сельской местности, где оплачиваемая работа ограничена [30]. Внутреннее продовольственное производство по-прежнему недостаточно для удовлетворения национального спроса. Многие бедные домохозяйства в сельских районах полагаются исключительно на основные продукты питания и страдают от недостатка диетического разнообразия. Хотя недоедание уменьшилось с 1990-х годов, в 2007 году оно по-прежнему затрагивало 20 % населения [4]. Драматическая ситуация развернулась в 2008-2009 годах, когда суровая зима в сочетании с высокими ценами на продукты питания и нехваткой энергоснабжения усугубили нехватку продовольствия в стране. Около 32 % всего сельского населения столкнулось с нехваткой продуктов питания, причем серьезно пострадало 9% сельских домохозяйств [12, 13].<sup>4</sup> Всемирная продовольственная программа ООН объявила чрезвычайную ситуацию и разработала гуманитарную программу стоимостью 25 миллионов долларов США, чтобы помочь десяткам тысяч людей, страдающих от недоедания [14]. В 2012 году почти 25 % детей, по-прежнему, страдали от недоедания [15].

Для удовлетворения потребностей Таджикистан вынужден импортировать большую часть продовольствия из-за рубежа. На импорт приходилось более 58 % потребностей Таджикистана в национальной пшенице и 81 % общего потребления продуктов питания

<sup>3</sup>По состоянию на 23 декабря 2016 года курс 1 доллар США оценивался в 7,88 таджикских Сомони (TJS).

<sup>4</sup>По данным правительства Таджикистана, в 2009 году насчитывалось 1,4 миллиона человек, страдающих от нехватки продовольствия, из которых 390 000 человек серьезно пострадали.

в 2012-2013 гг. [15]. Из-за ограниченности пахотных земель, растущего населения и недостаточного внутреннего предложения зависимость от импорта продовольствия будет продолжать расти. Хлопок, который по-прежнему является важной экспортной культурой, в последние годы сильно снизился в цене и впоследствии снизил покупательную способность бедных семей, занятых в хлопководстве. Многие городские домохозяйства уязвимы к мировым колебаниям цен на продовольствие. Несмотря на то, что продовольственная ситуация улучшилась с 2009 года, глобальные пики цен на продовольствие заставили правительство Таджикистана вновь ввести жесткий контроль над ценами в Душанбе в 2010 и 2011 годах.

В ближайшие годы прогнозируется увеличение спроса на электроэнергию и продовольствие, поскольку будет продолжаться рост населения, с 8,55 млн. в 2016 году до 10 миллионов в 2020 году [2]. Правительство Таджикистана считает продовольственную безопасность первоочередной задачей в поддержании национальной социально-экономической стабильности и предотвращении социальных волнений. Наблюдатели отмечают, что для социально-политической стабильности Таджикистана необходимы существенные инвестиции в агропродовольственную промышленность [4].

### **3. Сельское хозяйство: связь воды, энергии и продовольствия**

Таджикистан - страна с высоким уровнем сельскохозяйственной деятельности. Около 46,5% всего населения занято в сельском хозяйстве, а производительность в сельскохозяйственном секторе составляет 20% национального ВВП [16].<sup>5</sup> В советский период сельскохозяйственные системы Таджикистана трансформировались в модернизированный сельскохозяйственный узел, утроив объемы сельскохозяйственной продукции Таджикистана в период между 1960 и 1988 годами и превратив регион в «корзину хлеба» и основной центр производства хлопка для всего Советского Союза. Однако после обретения независимости, гражданская война, сопровождаемая либерализацией сельскохозяйственного сектора, привела к значительному сокращению сельскохозяйственного производства.

Сельскохозяйственное производство сократилось на 55% в период с 1991 по 1997 год. С начала 21 века сельскохозяйственное производство показало заметный подъем и превысило уровень 1991 года. В течении первого десятилетия после обретения независимости хлопок был самой важной доходоприносящей культурой для Таджикистана, с тех пор он был обойден другими культурами, такими как картофель, пшеница, фрукты и лук [15].

Из-за геофизических и климатических ограничений пахотные земли ограничены и в большинстве районов Таджикистана ощущается недостаток воды. Только 28 % всей

---

<sup>5</sup>Сельское хозяйство, включая рыболовство, охоту и лесное хозяйство, составляло 20,3% от общего объема ВВП в январе-сентябре 2016 года по сравнению с 14,9% от промышленности и энергетики за тот же период.

территории Таджикистана может быть использовано для возделывания культур [10]. Более 90% от общего годового водозабора используемых страной пресных и подземных источников отводятся для орошения земель [2].<sup>6</sup> Для большинства возделываемых земель применяется либо гравитационное орошение, либо орошение, которое использует осадки. Однако орошение является значительно более выгодным: урожайность посевов пшеницы в орошаемых землях в среднем в 4-6 раз выше, чем на богаре. Из общей площади пахотных земель 953 000 гектаров (га) 79 % полагается на орошение. Однако в настоящее время только 500 000 га снабжаются достаточной оросительной водой из-за плохого состояния ирригационной инфраструктуры [2].

Из-за сложного рельефа местности, многие регионы зависят от машинного орошения. В общей сложности 44 % ирригационного земледелия полагается на подачу воды насосными станциями для преодоления сложностей с высоко расположенными землями. Эта зависимость сильно варьируется по всему географическому ландшафту страны: в то время как к востоку, в Раштской долине, только 21 % земель зависит от машинного орошения, на севере, в Согдийской области, эта зона составляет 85 % (таблица 1) [2]. Подсектор сельскохозяйственного орошения сталкивается со многими проблемами. Советское наследие оставило систему, привыкшую к коллективизированной экономике, в которой все расходы на содержание ирригационных систем были полностью покрыты государством. Высокообразованный персонал был оснащен отличными техническими возможностями и обладал высокой квалификацией. Сельскохозяйственные земли были разделены, главным образом, на приблизительно 600 колхозов и совхозов. После обретения независимости земельные реформы изменили право собственности на сельскохозяйственные угодья, и права на землепользование постепенно переходили из колхозов в частные (дехканские) фермы и фермерские ассоциации через соглашения о долгосрочном лизинге [17].

Во многих постсоветских государствах ответственность за эксплуатацию и техническое обслуживание ирригационных систем, передана местным или региональным властям. Однако в Таджикистане отсутствие финансовых средств означало, что эти задачи не могут быть переданы государству. Частные фермы стали в основном ответственными за эксплуатацию и обслуживание ирригационных насосных станций, оросительных каналов и коллекторно-дренажных сетей. Эта ситуация еще больше осложнилась отсутствием знаний о том, как управлять этими системами. Многие люди с различным образованием начали практиковать сельское хозяйство в результате экономического краха 1990-х годов, большинство из них имело только ограниченные знания в области сельского хозяйства. У новых землевладельцев часто не хватало понимания об их правах и роли в сельскохозяйственном секторе. В результате поддержание и эксплуатация существующих систем орошения и коллекторно-дренажной сети в значительной степени часто игнорировались. Оросительные и дренажные сооружения были оставлены без четкого делегирования органа управления. Отсутствие

---

<sup>6</sup> Общий объем забираемой воды для сельского хозяйства составляет в среднем 8,0-10,0 км<sup>3</sup> в год [5].



государственного финансирования не могло поддержать восстановление ирригационных систем и дренажных сетей. Впоследствии сельскохозяйственный сектор ухудшился, и усугубились проблемы связанные с неэффективностью водопользования, снижением производительности сельскохозяйственных культур и деградацией земель. В результате в настоящее время, только 63 % (473 022 га) потенциально орошаемых земель фактически снабжаются достаточным количеством воды (таблица 1). Только 73 % (280 850 га) земель зоны машинного орошения, по-прежнему имеют функционирующие насосные станции [18, 2].<sup>7</sup>

**Таблица 1.** Сельскохозяйственные пахотные земли и машинного орошение (га) [2]

Область	Богара	Пригодные орошению земли	Орошаемые земли	Пригодные орошению земли с насосами	Орошаемые земли с насосами	Доля орошаемых земель с насосами
Согд	61,905	287,266	171,113	162,760	145,760	85%
Хатлон	95,688	338,087	230,359	102,911	93,911	41%
РРП <sup>1</sup>	45,451	106,079	63,425	15,085	13,585	21%
ГБАО <sup>2</sup>	741	18,224	8,125	92	92	1%
Всего:	203,785	749,656	473,022	280,850	253,348	54%

<sup>1</sup> Районы Республиканского Подчинения

<sup>2</sup> Горно-Бадахшанская Автономная Область

Как показано в Таблице 2, в некоторых районах страны только малая часть водозабора из рек и подземных вод, в конечном итоге поставляется для орошения с/х культур. По оценкам, только 30 % общей воды, подаваемой ирригационными насосами, в конечном итоге достигает посевных площадей из-за больших утечек, неэффективного функционирования насосных установок и потерь на фильтрацию [2].

<sup>7</sup>Фактическая доля между машинным и гравитационным орошением неизвестна, так как многие хозяйства используют оба метода, и имеют нефункционирующие насосы, которые делают оценки неточными. В общей сложности из около 36 крупных 450 межхозяйственных и 1 807 внутрихозяйственных насосов в настоящее время работают только 21 крупный, 286 межхозяйственных и 900 внутрихозяйственных насосов.

**Таблица 2.** Подача воды и потребление энергии для машинного орошения [18]

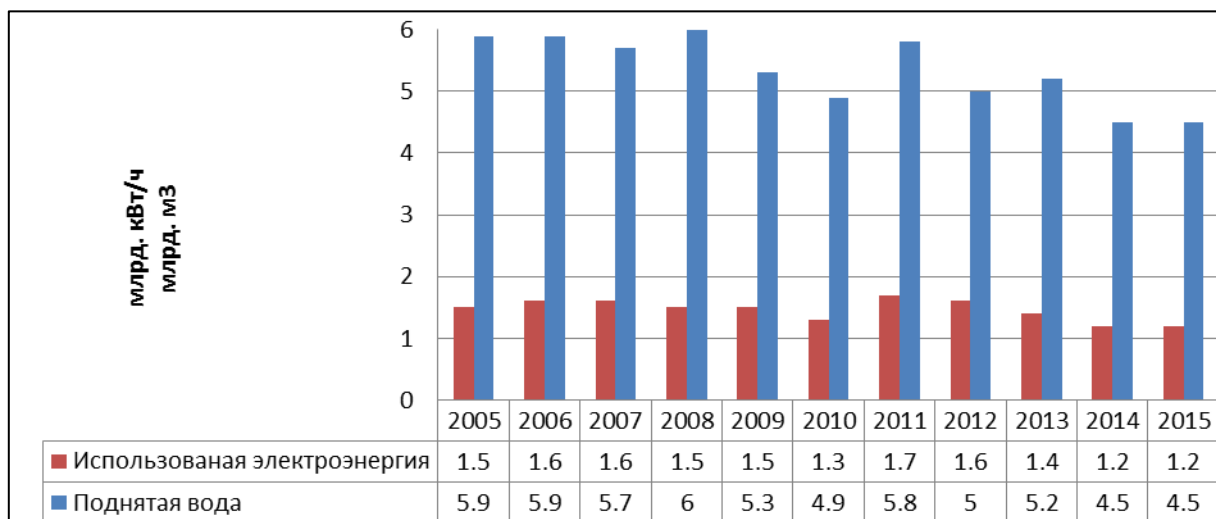
Район	Водозабор (млн м <sup>3</sup> )	Утвержденный акт-сверки водоподачи и водприемки (млн м <sup>3</sup> )	Всего использовано электроэнергии (млн. кВт/ч)
Зафарабад	810.8	323.4	287.8
Матча	453.1	259.8	144.5
Б.Гафуров	618.4	214.2	177.2
Ашт	479.6	162.9	168.2
Айни	9.8	5.6	5.6
Фархор	156	142.4	23.1
Восеъ	65.3	84.7	18.9
Яван	202.2	199.7	49.2
Куляб	42.1	36.6	0.9
Рудаки	13.2	34.8	12.5

Это крайне расточительное использование воды имеет серьезные последствия как для продуктов питания, так и для энергии. В целом почти 80 % производства сельскохозяйственной продукции осуществляется на орошаемых землях и 35 % на зоне машинного орошения. Поэтому ухудшение условий эксплуатации и неэффективное использование водных ресурсов напрямую влияют на внутреннее производство продовольствия. В то же время, машинное орошение связано с электроэнергетическим сектором. Высокая зависимость от энергоемких насосов делает сельскохозяйственный сектор третьим по величине потребителем электроэнергии после промышленности и бытовых потребителей. В 2015 году на долю этого сектора пришлось 21 % от общего потребления энергии в Таджикистане [3].<sup>8</sup> За последние годы в машинном орошении наблюдалось постепенное снижение потребления электроэнергии. Как видно на Рисунке 2, если в 2005 году еще было использовано 1,5 млрд. кВт/ч электроэнергии для подъем 5,9 млрд.м<sup>3</sup> воды, то в 2015 году для 4,5 млрд.м<sup>3</sup> воды было использовано 1,2 млрд. кВт/ч. Это снижение можно, отчасти, отнести к частым отключениям электроэнергии и сбоям в работе электрических сетей, но в основном к стареющим насосным установкам и оросительным каналам, которые ограничивают забор и распределение воды.

Отсутствие энергоснабжения хозяйств оказывает серьезное влияние на производство сельскохозяйственной продукции. Из-за ненадежного электропитания насосных станций многие насосы перестают работать. Колебания напряжения и полное отключения электроэнергии могут происходить ежедневно или еженедельно. Непредсказуемое водоснабжение не позволяет фермерам придерживаться графиков

<sup>8</sup>Из этой суммы 17% приходилось на ирригационные насосы, а остальная часть потреблялась животноводством, освещением, оборудованием, инструментами и т. д.

орошения. В результате, по оценкам, средняя ежегодная потеря сельскохозяйственного производства в сельских местностях составляет 30 % [1, 7].



**Рисунок 2.** Потребление электроэнергии для подъем воды в Таджикистане [18]

#### 4. Ассоциация водопользователей

В 2011 году правительство Таджикистана приняло «Программу по эффективному использованию водно-энергетических ресурсов и энергосбережению на 2012-2016 гг.», цель которой – повысить эффективность использования энергии и энергосбережения в качестве средства снижения потерь энергии [9]. Главная цель правительства в данном случае заключалась в том, чтобы устранить зависимость страны от импорта энергии и стать полностью независимыми от энергетики путем устранения энергонезэффективности. Правительство стремилось сэкономить до 3200 млн кВтч электроэнергии и увеличить экспорт в летний период на 40 % к 2017 году, тем самым полностью ликвидировать свою энергозависимость от импорта. Хотя эти цели еще не достигнуты, существует значительный потенциал для экономии электроэнергии. По данным Азиатского банка развития, потенциальное потребление электроэнергии, которое должно было быть сэкономлено в 2011 году, суммируя потенциал новой техники, эффективное использование воды и внедрение лучших схем посадки с/х культур, составляло не менее 50% от общего потребления электроэнергии в сельском хозяйстве [19].

Недавнее исследование, проведенное Всемирным Банком показало, что различные комбинации институциональных вмешательств могут улучшить на 5-15 % показатели эффективности [2]. Кроме того, с добавленной возможностью экспорта энергии, сэкономленной этими мерами, можно добиться значительного снижения финансовых затрат. Если электричество можно экспортировать вместо того, чтобы тратить впустую на неэффективные ирригационные насосы, доходы, полученные от торговли энергией, в свою очередь, могут быть реинвестированы в сельскохозяйственный сектор для восстановления наиболее дефицитных активов. Всемирный банк пришел к выводу, что

**Центральноазиатский журнал исследований воды (2017) 3(2): 60-81**  
**Специальный выпуск посвященный проблемам управления**  
**использования водных ресурсов в Центральной Азии и Афганистане**

возвращающиеся доходы могут потенциально снизить ежегодные расходы на содержание орошаемых систем и дренажных сетей из госбюджета на 62 %, с 31,09 млн. долл. США до 11,70 млн. долл. США [2]. Одним из институтов, через которые это может быть достигнуто, является Ассоциация водопользователей (АВП).

Необходимость эффективного управления водными системами в Таджикистане привела к внедрению АВП в конце 1990-х и начале 2000-х годов [20, 21]. Внедрение этих учреждений в Таджикистане началось после реализации первого этапа земельных реформ в 1998-2000 годах и было поддержано правительством и несколькими международными проектами развития. Закон об ассоциации водопользователей был принят 8 ноября 2006 года и заложил основу для создания, эксплуатации и управления АВП как «некоммерческих организаций, предоставляющих услуги по эксплуатации и обслуживанию ирригационных систем в интересах водопользователей» [22]. АВП должны были управляться группой водопользователей в рамках одного или нескольких распределительных каналов, включая отдельных членов фермерских хозяйств, кооперативов, владельцев частных земель и владельцев приусадебных земельных участков. Одной из основных целей этой системы было эффективное функционирование, поддержание и использование внутривладельческих ирригационных систем для обеспечения оптимальной работы и распределения источников воды в пределах определенной юрисдикции [23]. АВП направлены на обеспечение справедливого, эффективного и своевременного распределения воды между фермами, сбор платы за доставку воды и разрешение споров, связанных с распределением воды.

За очень короткое время в Таджикистане были созданы сотни АВП. К концу 2015 года было создано около 409 АВП с общей площадью обслуживания 380 425 га (включая 48 725 га приусадебные участки) и было задействовано почти 51 000 дехканских хозяйств. Однако большинство АВП в настоящее время существуют только на бумаге. На практике, многие организации не имеют реальной функциональной или административной роли [24, 25]. Хотя правительство, местные общины и международные организации предприняли активные шаги для первоначального создания АВП, но не оказали достаточной поддержки для их функционирования в качестве полноправных и самостоятельных организаций. В настоящее время многие АВП страдают от слабого управления, они неспособны мобилизовать как вклады в натуральной форме, так и наличные средства, также АВП сталкиваются с трудностями в управлении водой в своих границах.

В 2015 году правительство представило программу реформ водного сектора 2016-2020 гг., основанных на новом подходе к управлению речным бассейном. Реформы будут включать пересмотр работы АВП, увеличение их роли и обязанностей [5]. АВП будут играть ведущую роль в обеспечении эффективного управления водными ресурсами, а также в повышении энергоэффективности в стране. Поэтому укрепление их институциональных навыков имеет первостепенное значение.

#### 4.1 Технические препятствия и пути их решения

АВП сталкиваются с серьезными техническими, правовыми, управленческими, оперативными и финансовыми ограничениями, которые угрожают их существованию. Данные ограничения могут быть объединены в две основные группы: технические (таблица 3), а также институциональные и социально-экономические (таблица 4).

**Таблица 3.** Технические и административные препятствия для повышения энергоэффективности сельского хозяйства

<b>Проблемы</b>	<b>Пояснение</b>	<b>Предлагаемые решения</b>	<b>Приблизительная стоимость</b>
Старые и разрушенные сооружения	Большинство объектов устарели и находятся в плохом состоянии, с низкими эксплуатационными и производственными характеристиками	Восстановление и строительство ирригационных сооружений	Высокая
Старая коллекторно-дренажная сеть (КДС)	Дренажные каналы в основном повреждены, что приводит к заболачиванию, засолению и т. д.	Восстановление КДС	Высокая
Частые отключения электроэнергии	Существуют частые и незапланированные отключения электроэнергии, которые серьезно сокращают водоснабжение	Строительство накопительных резервуаров	Высокая
Плохая селе защита	На большинстве сельскохозяйственных земель защита от наводнений неэффективна	Восстановление и строительство сооружений для защиты от наводнения	Высокая
Отсутствие инвентаризации и	Нет инвентаризации оросительных и дренажных систем и сооружений в стране	Создание национального кадастра	Среднее
Отсутствие учета воды	Многие водомерные сооружения повреждены или отсутствуют и объемы оцениваются неточно	Установка новых и восстановление существующих водомерных сооружений	Среднее

Водоемкие культуры	Фермеры выращивают водоемкие культуры, и / или используют схемы посевов культур, которые не поддерживают водосбережение	Проведение обучения	Низкая
Слабый уровень знания	Персонал АВП нуждается в повышении уровня знаний в подготовки планов водопользования, определение водопотребление и т. д.	Обучение методам водосбережения	Низкая

\*Для проведения точных измерений расхода воды предлагается установка недорогих лотков Реплогл [35].

Эксплуатация вышеупомянутых больших гидротехнических сооружений требуют больших капиталовложений. В настоящее время АВП не имеют финансовых возможностей для защиты от наводнений, поддержания и очистки КДС, адаптации к нехватке электроэнергии и технического обслуживания ГТС, такого как, каналы и насосные станции. Устаревшие и разрушающиеся сооружения нуждаются в восстановлении и дальнейшем устойчивом техническом обслуживании. Эти проблемы требуют многолетних дорогостоящих инвестиций. Однако другие технические меры могут быть менее капиталоемкими и предлагать решения с низкой или средней стоимостью для максимальной экономии электроэнергии. Маломасштабные технические меры, такие как разработка систем измерения объемов воды, могут значительно улучшить экономию воды и электроэнергии при подъем воды насосами.

В настоящее время учет воды между фермерами и АВП недостаточно определен. Опираясь исключительно на приблизительные оценки, многие фермеры используют слишком много или слишком мало воды для орошения с/х культур. Отсутствуют надлежащие и устойчивые методы измерения потребляемой воды. Многие устройства для измерения воды разрушены, устарели или заброшены, и их необходимо заменить. Точные измерения объемов воды предоставляют водопользователям возможность более эффективного ее использования и возможности экономии значительной части счетов за электроэнергию. Замена или восстановление этих устройств учета воды может улучшить данные о потреблении воды, стимулировать фермеров использовать свои ресурсы более эффективно и предоставить обзор для АВП, на основе которых будут взиматься сборы. Аналогичной проблемой является отсутствие инвентаризации технических средств, включая количество, характеристику и качество. Инвентаризация поможет АВП лучше понимать текущее состояние и потребности каждого сооружения, и затем запрашивать более точную поддержку со стороны государства и доноров.

Низкий уровень знаний фермеров, поставщиков услуг и персонала АВП влияет на функционирование технических средств. Поэтому повышение знаний является важным аспектом для начала ведения энергоэффективности в сельском хозяйстве. Программы

укрепления потенциала должны охватывать как институциональные, так и технические тренинги: укрепление организационных аспектов управления водными ресурсами, развитие лидерства, управление конфликтами, управление финансами и процедуры аудита. В число охватываемых технических вопросов должны входить концепции распределения воды, ведение учета ирригационной воды, эксплуатация и техническое обслуживание ирригационных и дренажных систем, методы очистки коллекторно-дренажных сетей. Необходимы дальнейшие тренинги для внедрения агрономических курсов по возделыванию засухоустойчивых с/х культур и схем посева культур, следовательно, внедрение водосберегающих методов орошения и поощрение более эффективного использования воды в растениеводстве. Для дальнейшего распространения информации среди другие фермеры и поставщики услуг должны усвоить эти знания.

#### 4.2 Институциональные препятствия и пути их решения

Развитие «мягкого компонента», может предложить значительные улучшения в управленческих и административных аспектах с низкими или нулевыми затратами. АВП может играть важную роль в оказании влияния на эффективность подачи воды в полевых условиях. С этой целью предлагаются некоторые институциональные меры, которые могли бы повысить эффективность АВП и способствовать экономии электроэнергии.

**Таблица 4.** Институциональные препятствия для повышения энергоэффективности сельского хозяйства

Проблемы	Пояснение	Предлагаемые решения	Приблизительная стоимость
Устаревшее законодательство	Законодательство о АВП не в полной мере отражает текущие потребности и обязанности в рамках реформы водного сектора	Обеспечить переходный период, укрепить юридическую позицию АВП и обеспечить каналы финансирования	Низкая
Слабая координация	Отсутствует координация между АМИ, региональными властями и АВП из-за пробелов в коммуникации	Включить всеобъемлющие правовые рамки сотрудничества	Низкая
Двойная плат за услуги воды	Установление двойных сборов региональным АМИ и АВП увеличивает давление на фермеров	Создать четкую тарифную систему, которая учитывает практические затраты	Низкая

Отсутствие финансового стимула для повышения эффективности использования воды	Высокие субсидии цен на воду и электроэнергию не стимулируют снижение водопотребления фермеров	Обеспечить правовую основу для многоуровневой тарифной системы, в которой цены повышаются при более высоком потреблении воды	Низкая
Уклонение от уплаты сборов	Не существует сильной правовой базы для наказания членов АВП при уклонении от оплаты сборов	Укрепление АВП в области правовых знаний и повышение управленческого потенциала	Низкая
Отсутствие четких границ АВП	Не существует четкой границы земель АВП, и не учитываются многие виды незаконной деятельности, как забор воды, извлечение песка и т. д.	Укрепление АВП в области правовых знаний и повышение управленческого потенциала	Низкая
Не все фермеры являются членами АВП	Необязательное членство всех фермеров в АВП позволяет «безбилетник»-ам использовать воду	Укрепление АВП в области правовых знаний и повышение управленческого потенциала	Низкая

С предстоящими реформами водного сектора правительство, как ожидается, будет постепенно передавать АВП эксплуатацию и обслуживание сооружений, таких как крупные насосные станции, оросительные каналы и КДС. Однако переходный этап основных правовых и административных преобразований может иметь большие последствия для институционально слабых АВП. Этот переход от централизованного к децентрализованному управлению должен быть организован с осторожностью. Как упоминалось выше, большинство ирригационных сооружений находятся в плохом состоянии, а накопленная задолженность по подъему ирригационной воды уже является серьезным препятствием. Следует уделить внимание тому, чтобы финансирование со стороны государства и доноров было направлено непосредственно АВП для поддержания сооружений. В то же время, изменения должны обеспечить получение сильного правового статуса и признания АВП.

Обладая более широкими обязанностями и полномочиями, АВП необходимо будет решать проблемы, связанные с «безбилетниками» и неясными границами. АВП должны



будут контролировать и вмешиваться в любую ситуацию, которая может нарушить их надлежащее функционирование. В настоящее время не все орошаемые территории находятся под контролем АВП. Некоторые фермеры поднимают воду насосами непосредственно с поверхностных источников (рек, озер), без получения предварительного разрешения. В других случаях, без надзора, фермерами на свои участки строятся временные речные отводы. Необходимо ввести новое законодательство и подзаконные акты для обеспечения проведения водозабора только АВП и чтобы все фермеры, находящиеся под его юрисдикцией, осуществляли выплаты. Связанная с этим проблема - сбор платы за воду. Фермеры обязаны производить две оплаты, что приводит к жалобам многих из них фермеров о завышении цен [26]. Во-первых, плата за доставку воды выплачивается АВП за каждый гектар за подаваемую на участки воду. Плата за доставку воды включает расходы, связанные с обеспечением водой от насосных станций до ферм. АВП часто испытывают трудности со сбором членских взносов, необходимых для поддержания и эксплуатации ирригационных систем. Водопользователи не всегда понимают необходимость затрат на техническое обслуживание и поэтому часто неохотно платят, что затрудняет сбор платежей. Вдобавок к этому, фермеров просят платить за доставку воды. Эти сборы должны собираться АВП и выплачиваться Агентству мелиорации и ирригации при Правительстве РТ (АМИ) для эксплуатации больших насосных станций, находящихся за пределами зоны обслуживания АВП.

Из-за использования насосов цены на электроэнергию являются дополнительными расходами. Из-за низкой эффективности насосных станций затраты на подъем воды повышаются еще больше. Поскольку эффективность подъема воды снижается, фермеры тратят все больше денег на каждый кубический метр, который качается насосами. В настоящее время цены на электроэнергию в значительной степени субсидируются для покрытия этих расходов. Из-за значительных субсидий цены на электроэнергию в Таджикистане являются одними из самых низких в мире. Субсидии особенно высоки для машинного орошения – в 2015 году субсидии покрыли до 70 % от общих затрат на электроэнергию в этом секторе [2]. Субсидии поддерживают сельское хозяйство и сельские домохозяйства путем смягчения финансового давления и стимулирования сельскохозяйственного производства, что имеет решающее значение для средств к существованию сельских фермеров, занимающихся натуральным хозяйством, а также для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Однако нынешняя система субсидий отрицательно влияет на энергетическую ситуацию двумя способами. Во-первых, нет стимула для фермеров снизить потребление электроэнергии, даже если они в состоянии это сделать. Низкие цены означают, что потери воды не оказывают финансовое воздействие на фермеров до такой степени, чтобы они могли бы пересмотреть свое водопотребление, даже если они способны это

сделать.<sup>9</sup> Во-вторых, высокие затраты на техническое обслуживание и реабилитацию, в сочетании с искусственно низкими пошлинами, угрожают национальному бюджету, создавая неустойчивую систему в более долгосрочной перспективе. Система субсидий добавляется к уже огромному финансовому напряжению вызванному ценами на электроэнергию [27].

Прямые и косвенные субсидии привели «Барки Точик», национальную интегрированную энергетическую компанию, почти к банкротству. Финансовое давление усугубляется из-за значительной части счетов за электроэнергию, которые остаются непоплачиваемыми водопользователями. Недостаточный уровень сборов оплаты осуществляемый АВП, означает, что покрывается лишь небольшая часть затрат на энергию. В период между 2005 и 2013 годами только 21 % затрат на энергию было, в конечном счете, погашено водопользователями в АВП [31]. В свою очередь АВП не смогли погасить долг перед «Барки Точик». Для спасения компании от банкротства, государство приняло решение покрыть счета за электроэнергию, приняв меры по списанию долгов «Барки Точик». В целом, списание задолженности за неоплаченные сборы за электроэнергию в сочетании с упущенной выгодой из-за субсидированных тарифов на электроэнергию для машинного орошения за период с 2005 по 2013 года обошлись государственному бюджету в 281,98 млн. долл. США [31].<sup>10</sup> Таким образом, машинное орошение обходится государству очень дорого.

Правительство Таджикистана согласилось увеличить цены на электроэнергию, начиная с увеличения на 16,2 % в 2017 году, и постепенно повышая цены на 300 % во всех секторах до 2020 года [32]. Однако повышение цен на электроэнергию в сельскохозяйственном секторе сопряжено со многими проблемами. Производство продуктов питания в значительной степени зависит от машинного орошения, поэтому это может серьезно повлиять на продовольственную безопасность. Резкое увеличение расходов приведет к финансовому давлению на фермеров. В результате, снижение конкурентоспособности ограничит возможности фермеров конкурировать с международными ценами на продукты питания, которые могут повлиять на их средства к существованию. Таким образом, для уменьшения такового воздействия следует ввести двух- или многоуровневую систему тарифов. В этой системе, которая уже установлена во многих АВП во всем мире<sup>11</sup>, фермеров просят платить более высокую цену за кубический метр, если они превышают потребление определенного объема воды. Ценообразование может быть разделено на два или несколько уровней в

---

<sup>9</sup>Согласно действующему постановлению, плата за воду может быть удвоена в случае избыточного потребления воды фермерами и утроена для несанкционированного потребления воды [17]. Однако это не всегда применяется на практике.

<sup>10</sup>Правительство списало долг 5.1 млн. долларов США в 2009 году, на долю которых приходится неоплаченные плата АВП за поставку ирригационной воды перед АМИ и второго долг 48,2 млн. долларов США был отменен в 2014 году за неоплаченные расходы энергии АМИ перед Барки Точик.

<sup>11</sup>Например, в Израиле плата за обслуживание на кубический метр орошаемой воды возрастает по мере увеличения потребления. Если фермеры используют больше нормы водопотребления, для дополнительно употребленной воды используется более высокий тариф [33].

зависимости от структурного графика тарифной системы. Цены на воду также могут быть увеличены, если фермеры в конечном итоге используют больше воды для орошения, чем количество, которое они запрашивали до начала вегетационного периода, поощряя их измерять и потреблять воду эффективнее. Однако ранее попытки внедрения таких тарифных систем не могли применяться из-за отсутствия водомерных сооружений.<sup>12</sup> Поэтому необходимо сочетание нескольких предлагаемых решений.

## 5. Выводы

Таджикистан сталкивается с серьезным давлением при поддержании своей водной, продовольственной и энергетической безопасности. В нынешней ситуации дефицит энергии приводит к большим потерям, влияющим на экономический рост, в то время как отсутствие продовольственной безопасности затрагивает значительную часть населения, особенно в уязвимых сельских районах. В сельскохозяйственном секторе объединены все ресурсы. Сектор является крупным потребителем воды и энергии, и источником средств к существованию многих таджиков и продуктов питания. Неэффективное машинное орошения является важным фактором, который является основной причиной нынешней неустойчивой ситуации. Потребляя 21 % электроэнергии, машинное орошение увеличивает нагрузку на уже сильно обремененную электрическую сеть. Ограниченные водные и энергетические ресурсы впоследствии влияют на продовольственную безопасность и ставят под угрозу жизнеобеспечение фермеров, занимающихся натуральным хозяйством. Поэтому для предотвращения любых дальнейших продовольственных и энергетических кризисов необходимо стабильное сельскохозяйственное энергоснабжение и эффективное использование воды.

Ассоциации водопользователей могут играть решающую роль в смягчении этих проблем путем балансирования и интеграции межсекторальных решений в области воды, энергии и продовольствия. Законодательные реформы увеличат ответственность АВП в ближайшем будущем, что усилит их роль в обеспечении продовольственной и энергетической безопасности страны. Существуют серьезные проблемы для эффективного функционирования АВП и оперирования системами орошения и коллекторно-дренажными сетями в стране. В данной публикации предложены некоторые технические и институциональные решения с низкими капитальными затратами, которые могут обеспечить значительную экономию воды, энергии и уменьшить нагрузку на фермеров и национальный бюджет.

Эти меры должны быть, в особенности, направлены на уязвимые группы населения, такие как натуральное хозяйство и изолированные сельские общины. Многочисленные маргинальные землевладельцы производят, главным образом, сельскохозяйственные культуры для собственного потребления. Потенциальное повышение цен на воду и энергию, членские взносы АВП или обязательная регистрация в АВП может угрожать

---

<sup>12</sup>В 1996 году была выпущена система тарифов с несколькими уровнями [34].

их экономической выживаемость. Следует уделить внимание этим группам и ввести многоуровневую систему тарифов. Децентрализация должна иметь переходный период, и уязвимым группам должно быть предоставлено достаточное время для включения предлагаемых вмешательств на устойчивой основе.

Несмотря на то, что трудно оценить точные последствия пакетов с одновременным вмешательством, предполагается, что эти улучшения значительно улучшат энергетическую и экономическую экономию в секторе орошения. Экономия электроэнергии, вытекающая из этих мер, может улучшить производство продуктов питания в стране, а также энергетическую ситуацию.

Энергия и вода, которые в настоящее время тратятся впустую, а могли бы быть экспортированы соседям Таджикистана в форме гидроэлектроэнергии. Высокие вырученные доходы могут быть повторно инвестированы в сельское хозяйство, в частности в капиталоемкое восстановление ирригационных систем и электрических сетей. Эти результаты могут также стать примером соседним странам, таким как Узбекистан и Кыргызстан, которые сталкиваются с аналогичными проблемами. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы получить более глубокое понимание взаимосвязи между водой, энергией и продовольствием в регионе. И хотя препятствия по-прежнему высоки, становится ясно, что связь между этими секторами имеет первостепенное значение для поддержания энергоснабжения, продовольственной безопасности и экономического роста.

### Список Литературы

- [1] Energy Charter Secretariat, 2013. In-Depth Energy Efficiency Review: Tajikistan. Available at: [http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/IDEER/IDEER-Tajikistan\\_2013\\_en.pdf](http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/IDEER/IDEER-Tajikistan_2013_en.pdf) (visited 19.10. 2016).
- [2] The World Bank, 2017. The Costs of Irrigation Inefficiency in Tajikistan. Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/116581486551262816/pdf/ACS21200-WP-P129682-PUBLIC-TheCostsofIrrigationInefficiencyinTajikistan.pdf> (visited 11.03. 2017).
- [3] Barqi Tojik, 2015. Electricity consumption by consumer group in 2015. [Written communication].
- [4] Swinnen, J. and Van Herck, K., 2013. Food Security and Sociopolitical Stability in Eastern Europe and Central Asia. Edited by Christopher B. Barrett. Food Security and Sociopolitical Stability.
- [5] Government of Tajikistan, 2015. Water Sector Reforms Programme of the Republic of Tajikistan for 2016-2025.
- [6] World Bank, 2013. Winter Energy Crisis: Electricity Supply and Demand Alternatives. Available at:

- [http://documents.worldbank.org/curated/en/500811468116363418/pdf/796160PUB0R\\_EPL00Box377374B00PUBLIC0.pdf](http://documents.worldbank.org/curated/en/500811468116363418/pdf/796160PUB0R_EPL00Box377374B00PUBLIC0.pdf) (visited 21.09.2016).
- [7] Government of Tajikistan, 2014. Sustainable Energy for All: Tajikistan, Rapid Assessment and Gap Analysis.
- [8] Barqi Tojik, 2016. Energy Sector in Tajikistan. [Written communication].
- [9] Government of Tajikistan, 2011. Resolution 551 of the Government of Tajikistan ‘Programme for the efficient use of hydropower resources and energy 2012-2016’.
- [10] Government of Tajikistan, 2007. Resolution 500 of the Government of Tajikistan ‘Concept of Transition of the Republic of Tajikistan to Sustainable Development’.
- [11] SNC-Lavalin, 2011. Central Asia - South Asia Electricity Transmission and Trade (CASA-1000) Project Feasibility Study Update. Available at: [http://www.casa-1000.org/1/Techno-EconomicFeasibilityStudy\\_MainRep\\_English.pdf](http://www.casa-1000.org/1/Techno-EconomicFeasibilityStudy_MainRep_English.pdf) (visited 09.10.2016).
- [12] World Food Programme, 2009. Food Security Bulletin Tajikistan. Available at: [http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp208031.pdf?\\_ga=1.181901351.1218971891.1489280143](http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp208031.pdf?_ga=1.181901351.1218971891.1489280143).
- [13] Government of Tajikistan, 2010. Public Employment for Sustainable Agriculture and Water Management Project: Environmental Assessment and Generic Environmental Management Plan.
- [14] Food and Agriculture Organization, 2009. FAO Crop and Food Security Assessment Mission to Tajikistan. Available at: <http://www.fao.org/docrep/012/ak339e/ak339e00.htm> (visited 08.03.2017).
- [15] USAID Feed the Future, 2014. Zone of Influence Baseline Report.
- [16] World Bank, 2014. Tajikistan Partnership Program Snapshot. Available at: <http://ekh.rrcap.ait.asia/sites/default/files/webdata/drupal/uploads/Tajikistan-Snapshot.pdf>.
- [17] Government of Tajikistan, 1996. The Land Code of the Republic of Tajikistan.
- [18] Agency of Land Reclamation and Irrigation of the Republic of Tajikistan, 2016. First Meeting of National Commission on Irrigation and Drainage (with Bahrom Ghaforzoda). Dushanbe, 28 October 2016.
- [19] Asian Development Bank, 2011. Central Asia Regional Economic Cooperation Power Sector Master Plan. Available at: <https://www.adb.org/projects/43549-012/main> (visited 19.10.2016).
- [20] Abdullaev, I., Ul Hassan, H., and Manthrilake, M., 2006. The Reliability Improvement in Irrigation Services: Application of Rotational Water Distribution to Tertiary Canals in Central Asia. Tashkent: IWMI Research Report.
- [21] Abdullaev, I., Nurmetova, F., Abdullaeva, F., and Lamer, J., 2008. Socio-technical aspects of water management in Uzbekistan: emerging water governance issues at the grass root level. Edited by M. Rahaman and O. Varis, *Central Asian Water*.
- [22] Government of Tajikistan, 2006. “Water Users Association” Law of the Republic of Tajikistan # 387.

- [23] Rahmatilloev, R., 2002. Organizational aspects of improvement of water management at the on-farm level in the transition to a market economy in irrigated agriculture in Tajikistan.
- [24] Zavgordnyaya, D., 2006. WUAs in Uzbekistan: theory and practice. PhD thesis, University of Bonn.
- [25] Wegerich, K., 2008. Blueprints for water user associations' accountability versus local reality: evidence from South Kazakhstan. *Water International*, 33, no. 1, pp. 43-54.
- [26] Abdullaev, I., 2010. Water User Groups in Central Asia: Emerging Form of Collective Action in Irrigation Water Management. *Water Resources Management* 24, no. 1030.
- [27] Akhroroval, A., Mukimova, N., and Razykov, R., 2013. The energy security of the Republic of Tajikistan. *Energy Production and Management in the 21st Century*, p. 190.
- [28] Jalilov, S.M., Varis, O. and Keskinen, M., 2015. Sharing benefits in transboundary rivers: An experimental case study of Central Asian water-energy-agriculture nexus. *Water (Switzerland)* 7, no. 9, pp. 4778–4805.
- [29] Barqi Tojik, 2016. Power generation in Tajikistan from 2010 to 2016. [Written communication].
- [30] Agency of Statistics under the Government of Tajikistan, 2016. The population of the Republic of Tajikistan on 1 of January 2016. Available at: <http://www.stat.tj/en/> (visited 12.03. 2017).
- [31] World Bank. 2017. GDP per capita in Tajikistan (current US\$). World Bank Data. Available at: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?contextual=default&locations=TJ-RU> (visited 03.08. 2017).
- [32] Government of Tajikistan, 2015. Order # RP-594 of the President of the Republic of Tajikistan.
- [33] Food and Agriculture Organization, 2003. Water Charging in Irrigated Agriculture. Available at: <http://www.fao.org/docrep/008/y5690e/y5690e0b.htm> (visited 08.03.2017).
- [34] Government of Tajikistan, 1996. Degree #281: On the procedure for charging for water supply services from state irrigation and watering systems.
- [35] Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, Report 02-010, 2010. Available at: <http://www.itrc.org/reports/pdf/replogleflume.pdf> (visited 22.03.2017).