

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
НАУК ТАДЖИКИСТАНА



ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ,  
ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ

**ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ  
ИНФРАСТРУКТУРА  
В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ  
ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**



ДУШАНБЕ - 2021



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ТАДЖИКИСТАНА

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ,  
ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ

---

# **ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

**МОНОГРАФИЯ**

Душанбе – 2021

УДК 556:330.524 (575.32)  
ББК 28.082+65.9 (2тадж) 45  
А-16

**Посвящается 30-летию  
Государственной  
независимости  
Республики Таджикистан**

*Амирзода О.Х., Давлатшоев С.К. (часть 4), Кариева Ф.А. (часть 5), Кобули З.В., Курбонов Н.Б. (часть 1), Пулатов Я.Э. (часть 2), Фазылов А.Р. (часть 3).*

**Водохозяйственная инфраструктура в общей системе управления водными ресурсами: Монография.** - Душанбе: ИВП,ГЭиЭ НАН Таджикистана, 2021. - 172 с.

В данной коллективной монографии рассмотрены вопросы, связанные с оценкой состояния инфраструктуры в водохозяйственном комплексе Республики Таджикистан. В ней отражены проблемы формирования водных ресурсов республики, управление эффективного их использования, гидротехнические сооружения в общей системе управления водными ресурсами, гидроэнергетика, а также вопросы экологии и охраны окружающей среды.

Монография предназначена специалистам водного хозяйства, гидротехнических сооружений и гидроэнергетикам, гидрологам, гидрогеологам и другим смежным специалистам, чья деятельность связана с водой и широкому кругу читателей, кому дороги природа и естественные ресурсы нашей республики.

Монография также рекомендуется и в качестве учебного пособия для студентов, бакалавров и магистров, а также стажёров, аспирантов и докторантов.

Монография одобрена и рекомендована к печати Учёным советом Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана (Протокол №8 от 3 ноября 2021 года).

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ТАДЖИКИСТАН - СТРАНА ИСТОКОВ ВОД.....</b>	<b>4</b>
<b>Часть 1. ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА.....</b>	<b>10</b>
<b>Часть 2. УПРАВЛЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....</b>	<b>22</b>
<b>Часть 3. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ.....</b>	<b>73</b>
<b>Часть 4. ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ТАДЖИКИСТАНА.....</b>	<b>94</b>
<b>Часть 5. ОБЗОР ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ В ТАДЖИКИСТАНЕ.....</b>	<b>141</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>162</b>

## ТАДЖИКИСТАН – СТРАНА ИСТОКОВ ВОД

### **Резолюции, принятые Генеральной Ассамблеей ООН по инициативе Республики Таджикистан**

**A/RES/55/196.** Международный год пресной воды, 2003 г.

**A/RES/58/217.** Международное десятилетие действий «Вода для жизни», 2005-2015 гг.

**A/RES/65/154.** Международный год водного сотрудничества, 2013 г.

**A/RES/71/222.** Международное десятилетие действий «Вода для устойчивого развития», 2018-2028 годы.

Вода всегда была наиважнейшим фактором жизнедеятельности на нашей планете: первичный океан Земли стал колыбелью всех ее форм - растительных и животных. Существование человека также всегда было неразрывно связано с водой: все крупнейшие цивилизации древности возникли в долинах рек Хуанхэ, Нила, Инда. Евфрата, Окса и др.

Особое значение вода имела в станах Среднего Востока, климат которых не баловал человека обильными осадками, а аграрно-пустынная территория не изобиловала плодородными оазисами. Едва не погибший от жажды в пустыне Такла-Макан в 1894 г, шведский путешественник Свен Гедин так описывает свою долгожданную встречу с водой: «Горло у нас горело от жажды невыносимо. Нам чудилось, что у нас кипят все суставы, как будто готовые загореться. И вдруг на восточном горизонте, когда взошло солнце, явственно обозначилась полоска с едва заметными неровностями... Какая радость, какое счастье! Эта полоса обозначала лес на берегу Хотандарьи, которая, наконец, перестала от нас убегать... Мы только что целые недели медленно умирали среди раскаленных песков, тащились по долине мертвых, а теперь! Куда ни взгляни, кругом - жизнь, весна, птицы, цветы. Мы спасены!».

Географическая карта Центральной Азии густо окрашена в желтый и коричневый цвета, голубые нити рек и пятна озер на ней - лишь редкие «искры». Таджикистан здесь занимает особое место: средоточие высочайших горных хребтов Памиро-Алая является истоком крупнейших объёмов вод, орошающих десятки оазисов в пустынях Туркменистана, степях Казахстана и Узбекистана.

Именно в Таджикистане находятся истоки крупнейшей реки Центральной Азии – Амударьи (Вахвидатьи «Авесты») – в древней книге зороастрийцев она упомянута уже в середине II тыс. до н.э. Древние греки много позже назовут эту реку Окс. Под этим именем, благодаря работам

Геродота и Страбона, она станет известна всему миру! Благодатный Окс и сегодня величаво несет свои щедрые воды, одаря живительной влагой огромные пространства.

Но «Авеста» упоминает и о других «великих водах», известных нам ныне, таких, как: Зеравшан (Намик «Авесты»), Сырдарья (Яксарт), а также о Вахше и озере Искандеркуль. В гимнах Авесты возвеличиванию и воспеванию воды придается особое значение. Недаром одной из главных богинь сторонников силы Добра – Ахура Мазды – считается Ардвисура Анахита - богиня воды. Дух воды – Асурват, который означает Здоровье, является одним из трех духов Добра. Наряду с божествами и людьми в «Авесте» часто воспеваются явления и элементы природы и вода во многих гимнах наделяется эпитетами «добрая», «благая»... Вода в «Авесте», совместно с огнем, считается главным средством очищения человека, жизни и природы. Поэтому о загрязнении воды в этом бессмертном произведении говорится как о самом большом грехе человека. Данное представление вошло в психологию и менталитет таджикского народа, и в течение тысячелетий он бережно относится к воде, как к священному дару Творца.

Издревле известен музыкальный и стихотворный талант наших великих предков и современников. Возможно, он формировался под хрустальный перезвон горных рек, и при виде неописуемой красоты таджикских озёр, окруженных то буйным разноцветьем альпийских лугов, то суровым присмотром неприступных скал, невольно сжимается сердце.

Человечество в процессе своего развития использует все больше и больше природных ресурсов, в том числе и воды. Следует выделить две основные причины этой эволюции: увеличение численности населения и рост его потребностей. Численность населения в последние столетия увеличивается заметно быстрее, чем прежде.

К 1900 г. на земле проживало 1,6 млрд. человек, в 2013 г. – более 7 млрд., а сейчас это значение превысило 9 млрд. Иначе говоря, на рост первых полутора миллиардов человечеству понадобилось много тысячелетий, а вот на рост остальных четырех с половиной миллиардов человек – всего лишь 100 лет. Столь скорый прирост населения и его большое количество, естественно, приводит к потреблению все более значительных водных ресурсов. С 1900 года население мира увеличилось более чем в четыре раза. За последние 10 лет численность населения мира увеличилась на 1 млрд. человек и, как ожидается, в предстоящие 20 лет возрастет еще на 1,4 млрд. А это означает, что человечество будет в увеличивающейся прогрессии испытывать нужду в чистой питьевой воде, влаге для орошения земель, использовании природной мощи рек для выработки электроэнергии.

Территория Таджикистана и Кыргызстана является одним из центров мировых водных ресурсов. От системы ее ледников, озер, снежников и

подземных вод практически зависит жизнедеятельность не только населения этих республик, но и многих других стран.

Годы независимости Таджикистана и Кыргызстана стали периодом осознания факта обладания не только крупными минеральными богатствами, но и бесценным для региона Центральной Азии даром - запасами пресной воды. Сохранить их и правильно ими распорядиться - наша важнейшая задача. Ведь не сегодня заканчивается жизнь человека на Земле, а завтра у него может и не быть того, чем он обладает сейчас. Мы должны бережно передать последующим поколениям то, чем щедро одарила нас природа: чистую воду, незамутненную бездумной потребительской психологией «временщиков» на нашей прекрасной планете.

**Водные ресурсы Таджикистана.** На территории Таджикистана расположены мощные горные системы – Тянь-Шанская и Памиро-Алайская. Высота гор колеблется в пределах 332-7495 метров над уровнем моря. Горные хребты с многочисленными ледниками и снежниками на вершинах чередуются с межгорными впадинами (Зеравшанская, Каратегинская) и с глубокими долинами рек, в поймах которых развито земледелие, расположены населенные пункты, а также города с промышленными предприятиями. Незначительную часть (около 7%) территории республики составляют оазисы (Вахшский, Гиссарский, Ходжентский и другие).

Местный климат отличается резкими колебаниями суточных и сезонных температур, высокой солнечной радиацией, засушливостью, малой облачностью и неравномерным расположением осадков по сезонам. При этом изменение климатических условий более четко наблюдается по горным поясам. Пояса гор высотой от 1000 до 2500 (2800) м характеризуются умеренным климатом с менее жарким летом и более теплой зимой. На высоте более 3000м зимний период гораздо суровей и продолжительней, а лето короткое и сравнительно влажное.

От высоты в Таджикистане зависит и количество осадков. На высотах 1500-2000 м выпадает 1800мм осадков в год; на высоте 300-500 м – 200 мм; на Восточном Памире, на высоте 4000 м – всего 60 мм. Температура воздуха также колеблется в зависимости от высоты. Так, например, в районе Шахритуса зимой она может достигать +20°C, в то же время на Памире (в районе Булункуля) она снижается до 63°C. Среднее годовое количество осадков на высотах 1200-3200м составляет 560-650 мм.

Территория Республики Таджикистан составляет не более 11% площади ЦА регионов бассейне Арала, но на ней формируется более 65% водных ресурсов бассейна Аральского моря. С учетом трансграничных рек по территории Таджикистана в среднем проходит ежегодно более 80 км<sup>3</sup>. Водная поверхность без учета площади водотоков равна 9853 км<sup>2</sup> и составляет более 7% территории страны. Поверхностные воды являются основными составляющими водных ресурсов республики. Среднегодовой

расход воды, формирующейся на территории Таджикистана, по данным ГУ по гидрометеорологии составляет более 2000 м<sup>3</sup>/с, из них 80,5% пригодны для водоснабжения.

Около 133 тыс. км<sup>2</sup> горных территорий Таджикистана являются аккумулятором водных ресурсов, они за столетия сохранили атмосферные осадки в виде ледников и снежников – 845 км<sup>3</sup>, озера – 46,3 км<sup>3</sup>, водохранилища – 15,34 км<sup>3</sup>, подземные воды – 18,7 км<sup>3</sup>.<sup>1</sup>

Природные запасы водных ресурсов Таджикистана – самые значительные среди Центрально-Азиатских республик. Средний годовой сток, формирующийся на территории Таджикистана, составляет 64 км<sup>3</sup>, в том числе по бассейнам Амударьи – 62,9 км<sup>3</sup> и Сырдарьи – 1,1 км<sup>3</sup>. Основной сток дают реки Пяндж и Вахш. Сток рек, в основном, пригоден для целей орошения, хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения. На реках бассейна Амударьи и Сырдарьи построены водохранилища общим объемом более 15 км<sup>3</sup>.

**Поверхностные водные ресурсы.** Одним из источников формирования водных ресурсов являются атмосферные осадки. По условиям увлажнения на территории Таджикистана выделяются в основном две зоны. Зона сухого климата охватывает долины юго-западного Таджикистана, предгорья Туркестанского хребта и обширный высокогорный район Восточного Памира. Вся остальная территория относится к зоне недостаточно влажного климата, за исключением наветренных южных склонов Гиссарского хребта, где отдельными небольшими пятнами выделяется зона влажного климата.

На территории Таджикистана атмосферные осадки определяются циклонической деятельностью и характером подстилающей поверхности. Годовое количество осадков для широких долин и равнин с высотой до 1000 м очень разнообразно и обусловлено влиянием рельефа. В Гиссарской долине годовая сумма осадков составляет около 600 мм, в Вахшской долине – 200-250 мм, в районе г. Худжанда и на юго-западе республики – всего лишь 120-180 мм.

В течение года осадки распределяются неравномерно: максимум приходится на март-апрель, когда в отдельные сутки может выпасть до 30-50 мм, а в отдельные годы и 90 мм осадков. В летний период осадки почти отсутствуют. Устойчивого снежного покрова не образуется: снег быстро тает после выпадения.

Переходная зона от долин к высокогорьям охватывает районы богарного земледелия и плодоводства: Зеравшанская долина, горные районы Центрального Таджикистана и Западный Памир. Зима здесь бывает с сильными осадками, но летом преобладает сухая погода. Для данной зоны характерно последовательное увеличение осадков. Годовое количество осадков колеблется от 140-220 мм в Зеравшанской долине и на Западном Памире, до 650-800 мм в горной части Центрального Таджикистана и даже до 1800 мм на южных склонах Гиссарского хребта.

Большая часть осадков выпадает с октября по май месяцы. Максимум осадков приходится на март-апрель. Здесь осадки чаще выпадают в виде снега, что обуславливает наличие устойчивого снежного покрова, который удерживается в январе-феврале, в отдельные годы - с декабря по март. Высота снежного покрова достигает 40-50 см и более.

В высокогорных районах выпадает ничтожно малое количество зимних осадков, вследствие чего высота снежного покрова и продолжительность его залегания незначительны. Годовое количество осадков невелико и по данным Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан, составляет лишь 60-70 мм. В годовом количестве максимум осадков приходится на летние месяцы<sup>2</sup>.

**Подземные воды.** Запасы подземных вод республики составляют 18,7 км<sup>3</sup>/год. Утвержденные запасы оцениваются в 2,8-3 км<sup>3</sup>/год. Водозабор по республике составляет в среднем 2,3 км<sup>3</sup>/год.

Подземные воды в Таджикистане используются для различных целей, в том числе: 1) 39,3% – на хозяйственно-питьевые нужды; 2) 7,7% – на производственно-технические нужды и 3) 38,1% - на орошение.

В таджикской части бассейна Сырдарьи 60% подземных вод участвуют в формировании стока реки. В бассейне Амударьи только 20% подземных вод, формирующихся на территории Таджикистана, связаны со стоком этой реки.

Подземные воды имеют преимущественное распространение в алювиальных отложениях речных долин (Сырдарья, Кафирниган, Вахш, Сурхоб, Яхоб) и в межгорных впадинах. Средняя глубина эксплуатируемых водоносных горизонтов составляет в среднем 100м.

**Возвратные воды.** Рельеф Таджикистана преимущественно предгорный и горный. Это предопределяет значительные поверхностные сбросы и высокий уровень дренированности орошаемых территорий. Несовершенная техника полива (по бороздам), наличие каменистых почв также способствуют увеличению возвратного стока.

Возвратный сток в республике достигает около 3,5-4,0 км<sup>3</sup>/год, из них около 3,0 км<sup>3</sup>/год - коллекторно-дренажные воды с орошаемых земель и 0,50 км<sup>3</sup>/год - коммунально-бытовые и промышленные сточные воды. В связи с незначительностью площади засоленных земель в Таджикистане, возвратный коллекторно-дренажный сток имеет невысокую минерализацию, и общая минерализация стока реки Амударья на створе г. Керки в Туркменистане равняется около 0,6-0,7 г/л (электропроводимость 1 dS/m), что сопоставимо с качеством питьевой воды (легкая минерализация) и весьма подходяще для сельскохозяйственного использования.

Наша республика обладает значительными ресурсами йоды. Но, к сожалению, утверждать, что мы рационально ее, преждевременно. Страна далеко не в полном объеме задействует мощный гидроэнергетический ресурс горных рек, и в этом плане у нас есть хорошие перспективы. Мы располагаем огромным потенциалом дальнейшего развития орошаемого

земледелия, рыбоводства, что весьма важно для обеспечения продовольственной безопасности. Кроме того, Таджикистан обладает беспредельными возможностями развития горного и водного туризма, мощной базой использования минеральных вод.

Да, воды у нас много. И только от нынешних и грядущих поколений зависит, как разумно, с пользой распорядиться тем, чем щедро одарила нас природа.

*Кобули З.В.* – зав. лабораторией «Водные ресурсы и гидрофизические процессы» ИВП, ГЭиЭ,  
доктор технических наук, профессор, чл.-корр. НАНТ  
*Курбонов Н.Б.* – зам. директора  
ИВП, ГЭиЭ по науке и образованию,  
кандидат технических наук

## **ЧАСТЬ 1. ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА**

Республика Таджикистан расположена между 36°40' и 41°05'N и 67°31' и 75°14'E, с площадью 142,6 тыс. км<sup>2</sup>. Территория страны граничит на севере и западе с Узбекистаном (длина границы - 1332 км), на севере – с Киргизией (913 км), на юге – с Афганистаном (1344) и на востоке – с Китаем (514км). Общая протяженность государственных границ составляет 4103 км. Таджикистан занимает 14% от общей площади территории Центральной Азии.

Таджикистан – горная страна с амплитудой высот от 300 м в южных равнинных районах и до свыше 7495 м на Памире (пик Исмаила Сомони (7495 м), пик Абу Али ибн Сина (7134 м) и пик Корженевский (7105 м)), и расположена на юго-востоке Центральной Азии, не имеющая выхода ни к морям и ни к океанам. Известно, что 93% территории республики занимают горы, относящиеся к высочайшим горным системам мира, таким как Тянь-Шань, Гиссаро-Алай и Памир. Отличается резкими географическими контрастами как в орографии, так и в распределении почвенно-растительного покрова и элементов климата. Преобладающими формами рельефа являются горные хребты.

В горной части Таджикистана накоплены значительные запасы влаги в виде ледников, фирновых полей и вечных снегов, крупнейший из которых - горно-долинный ледник Федченко площадью 907 км<sup>2</sup> и длиной около 77 км. Площадь оледенения Памира 8041 км<sup>2</sup>, или почти 11% общей площади Памира. Наиболее крупными центрами оледенения являются хребты Академии наук, Заалайский, Рушанский, Северо-Аличурский, Язгулемский, Дарвазский, Петра Первого, Зулумарт. Основная масса ледников Памира принадлежит истокам Амударьи и в совокупности составляет площадь 7273 км<sup>2</sup>, что превышает более чем в 3,5 раза оледенение всего Кавказа. Общее количество ледников длиной более 1,5 км – 1085. Таким образом, горная часть республики является важнейшим источником питания крупнейшей водной артерии бассейна Аральского моря – Амударьи.

Страна расположена в бассейне двух основных рек Центрально-азиатского региона: Амударьи и Сырдарьи. Ещё на территории страны формируются основные водные ресурсы бассейна Аральского моря. Из общего существующего регионального стока в объёме 115 км<sup>3</sup>,

непосредственно в Таджикистане формируется 64 км<sup>3</sup>. Благодаря этим ресурсам в Среднеазиатской аридной зоне освоено более 6 млн. га засушливых земель под орошение, выращиваются ценнейшая техническая культура - хлопчатник, и жизненно необходимые продукты питания.

Как известно, одним из главным и большим природным богатствам Таджикистана, является огромные запасы пресной воды. Орографические и климатические характеристики бассейна Аральского моря, особенно в верховьях предсказывают значительное неравномерное формирование водных ресурсов. Ибо РТ обладает большими водными ресурсами, в т.ч. ледниками, реками, озерами, минералами и подземными водами, их вклад в формирование внутренних вод вышеуказанного бассейна очень значительный. Потому что, по данным исследователей от общего объема воды (115,6 км<sup>3</sup>/год) бассейна Аральского моря 55,4% (64 км<sup>3</sup>/г) формируется на уникальной высокогорной территории РТ, в т.ч. в бассейне Амударьи 62,9 км<sup>3</sup> (80,17%) и в бассейне Сырдарьи 1,1 км<sup>3</sup> (3%).

Все реки Таджикистана разделены в основном без большой площади водосбора, таких как Амударья, Сырдарья и Зерафшан. Среди речных бассейнов Таджикистана наибольшей площадью водосбора является бассейн реки Амударьи, в который входят ещё три других речных бассейнов (Вахш, Пяндж и Кафирниган). Этот бассейн занимает площадь 227 000 км<sup>2</sup> и граничит на севере с Гиссарским, Зерафшанским и Алайским хребтами, на востоке с горами Сарыкуль и на юге с горами Гиндукуш. Амударья имеет длину 1262 км и ее паводка три раза превышает чем Сырдарья, то есть паводка Амударьи примерно такого же размера река Нил, которая является самая большая река Африка.

Среди основных речных бассейнов территории Таджикистана самым большим речным бассейном является бассейн реки Амударьи, и его территория охватывает еще три речных бассейнов – Пяндж, Вахш и Кафирниган. В формировании водных ресурсов вышеуказанных речных бассейнов основную роль играют крупнейшие реки страны, в т.ч. Пяндж, Вахш, Кафирниган, Ванч, Язгулям, Бартанг, Гунд, Обинхингоу Сурхоб, Мугоб, Зерафшан, Фандарья и т.д.

Типы питания рек определяются высотным положением водосборов. Кроме того, питание рек несколько меняется при продвижении с севера на юг: увеличивается доля жидкого (дождевого) стока от общего. Это вызвано тем, что воздушные массы, приносящие осадки на территорию Таджикистана, имеют направление с юго-запада и запада. Встречая на своем пути преграды в виде гор Центрального Таджикистана, эти массы отдают свои запасы влаги по мере продвижения вверх. Годовой сток в бассейне определяется количеством выпадающих осадков и запасами воды в виде ледников и вечных снегов.

Все эти факторы легли в основу гидрологического районирования. Территория республики делится на две резко противоположные гидрологические области – формирования и рассеивания стока.

К в области рассеивания стока относятся интенсивно орошаемые земли Гиссарской, Вахшской, Кызылсу-Яхсуйской и Ферганской долин, занимающие по площади менее 7% территории республики.

Для области формирования стока были построены коррелятивные зависимости среднего годового стока от средневзвешенных высот водосборов с учетом вида графических зависимостей среднегодовых сумм осадков от высот пунктов наблюдений.

Всего в области формирования стока выделено 6 гидрологических районов.

1. Северо-Таджикский в границах станы составляет небольшую часть бассейна Сырдарьи. В составе района выделены три подрайона, объединяющие группы рек или отдельные реки.

2. Зерафшанский включает бассейн р. Зерафшана в пределах Таджикистана. В составе района выделены два подрайона.

3. Северо-Памирский и Центрально-Южно-Таджикский включает полностью бассейны рек Шеркента, Кафирнигана, Вахша, Кызылсу (южная). В составе района выделено шесть подрайонов.

4. Ванчско-Дарвазский заключен между пограничной р. Пянджем и хребтами Хозратишох, Дарвазским, Академии наук, Язгулемским.

5. Западно-Памирский охватывает бассейны рек Гунта, Шахдары и Бартанга (до оз. Сарезского).

6. Восточно-Памирский охватывает верховья р. Бартанга, т.е. бассейн р. Мургаба и бассейны озер Сарезского и Ховаркуль.

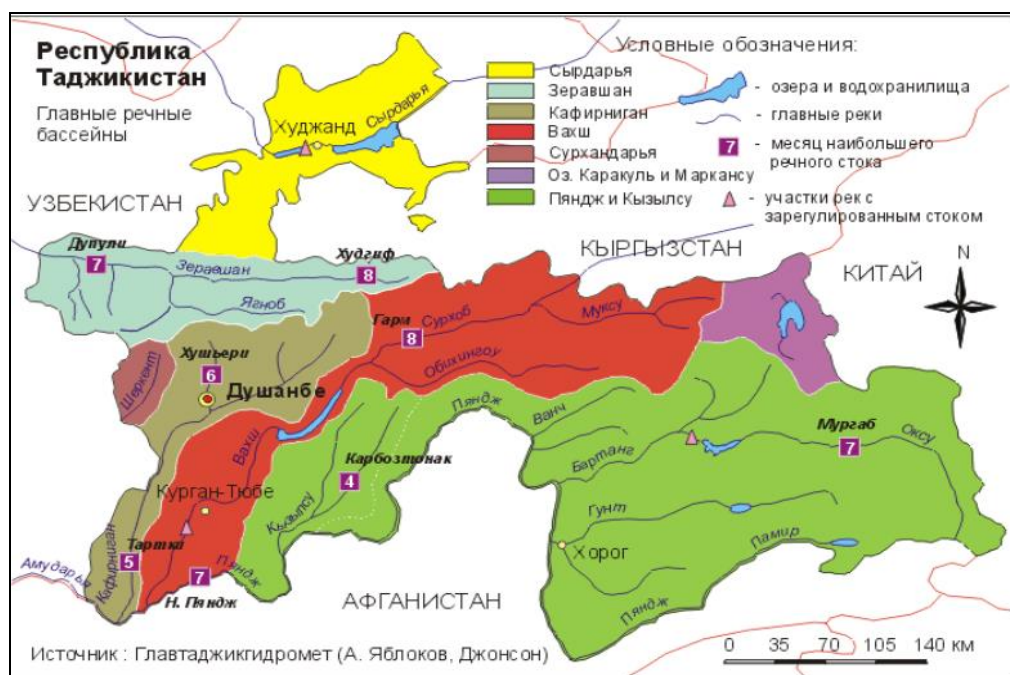


Рис. 1.1. Главные речные бассейны Республики Таджикистан

Рассмотрим основные характеристики некоторых рек Таджикистана.

*Бартанг.* Правый приток реки Пяндж, протекающий по провинции Бадахшана Афганистан и Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистан. Длина реки – 528 км и площадь бассейна – 24 700 км<sup>2</sup>.

*Ванч.* Правый приток реки Пяндж. Ванч образуется слиянием двух истоков, один из которых (левый) берёт начало из ледников северных склонов Ванчского хребта, другой (правый) – с западных склонов хребта Академии наук. Протекает между Ванчским хребтом и восточной частью Дарвазского хребта. Длина реки составляет 103 км, площадь бассейна – 2070 км<sup>2</sup>.

*Варзоб.* Правый приток реки Кафирниган. Длина – 71 км, бассейн – 1740 км<sup>2</sup>. Берёт начало на склонах Гиссарского хребта, образуясь путем слияния рек Зидды и Майхура.

*Вахш.* Общая протяжённость 786 км, площадь бассейна – 39,1 тыс. км<sup>2</sup>, средний расход воды – 156 м<sup>3</sup>/с. Берет истоки на Памире, в районе пика им. Корженевской (7105 м н.у.м.). В бассейне Вахша насчитывается 569 горных озёр общей площадью 1737 км<sup>2</sup>, в основном они расположены на высотах 2800-3500 м. Водоразделом между реками Вахш и Кызылсу (южный) является Вахшский хребет (высота – свыше 3000 м).

*Гунт.* Река на Западном Памире в Таджикистане, правый приток Пянджа. Начинается от слияния Ирису и Кульджилги.

*Зерафшан.* Древний приток Амударьи (до 1923 была приток Амударьи), омывающий земли с богатой культурной историей. Современная длина реки – 877 километров. Общая площадь бассейна составляет 41 860 км<sup>2</sup>, из них на горную часть, образующую сток, приходится 17 710 км<sup>2</sup>.

*Искандердарья.* Горная река в Согдийской области Таджикистана, левая составляющая реки Фандарья. Длина Искандердарьи составляет 20 км, площадь бассейна – 950 км<sup>2</sup>. Питание реки снеговое и ледниковое. Среднемноголетний расход воды на выходе из озера Искандеркуль равен 19 м<sup>3</sup>/с.

*Исфара.* Бассейн реки Исфара расположен в Киргизии, Таджикистане и Узбекистане. Берёт начало из ледников Туркестанского хребта на высоте более 5000 м и течет на север через Ферганскую долину к реке Сырдарья. Длина 130 км, площадь бассейна 3240 км<sup>2</sup>. Наиболее крупные притоки: Кишемиш, Теминген, Джиптык.

*Кафирниган.* Один из главных притоков Амударьи и протекает по Таджикистану, частично образует границу с Узбекистаном. Начинается Кафирниган у селения Рамит, на склоне Гиссарского хребта, где сливаются воды рек Сардаи-Миёна и Сорбо. Протекает по Гиссарской долине. Общая протяженность – 387 км, площадь бассейна – 11,6 тыс. км<sup>2</sup>.

*Кызылсу.* Река в Киргизии и Таджикистане. Исток находится на склонах Заалайского хребта. Река протекает по Алайской долине, до

впадения реки Айляма называется Карасу. Оканчивается, сливаясь с рекой Мугоб и образуя реку Сурхоб.

*Шухоб.* Протекающая с запада на восток по территории Таджикистана и Китая (Синьцзян-Уйгурский автономный район), правый приток реки Кызылсу. Длина реки около 160 км, из них первые 35 км река течет по территории Таджикистана в Горно-Бадахшанской автономной области.

*Мугоб.* Левый исток Сурхоба, длина достигает 88 км и площадь бассейна захватывает 7070 км<sup>2</sup>. Протекает в Лахшском районе Таджикистана. Образуется слиянием рек Сельдара и Сауксой, берущих своё начало в ледниках Федченко и Большой Саукдара. Средний расход воды около 100 м<sup>3</sup>/с. Долина имеет крутые, скалистые склоны.

*Обихингоу.* Река в Таджикистане, левый приток реки Вахш. Река Обихингоу образуется на высоте 2582 м при слиянии двух истоков: Гармо (левый) и Киргизоб (правый). На расстоянии 1,5 км от истока принимает крупный левый приток Бохуд. Течёт в направлении с востока на запад. Длина (с истоком Гармо) составляет 205 км, площадь бассейна – 6660 км<sup>2</sup>.

*Памир.* Правый приток реки Пяндж и имеет свои источники в горах Памира в Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана. Река течёт между Ваханским хребтом (юг) и Южно-Аличурским хребтом (север). Река Памир начинается от озера Зоркуль, на высоте 4130 метров и течёт вначале на запад, а затем юго-запад. У деревни Лангар, на высоте 2799 метров, к реке присоединяется Вахан-Дарья и вместе они образуют реку Пяндж.

*Пяндж.* Левая составляющая Амударьи и сама образуется при слиянии рек Памир и Вахандарья. Протекает между Афганистаном (левый берег) и Таджикистаном, за исключением небольшого участка района Хамадони Хатлонской области, где, в результате изменения русла, часть земель Таджикистана оказалась на левом берегу реки. Длина 921 км, площадь бассейна 114 000 км<sup>2</sup>, средний расход воды 1000 м<sup>3</sup>/с. Используется для орошения.

*Фандарья.* Левый приток реки Зерафшан, её длина – 24 километра, площадь бассейна – 3230 км<sup>2</sup>, расход воды – 62,6 м<sup>3</sup>/с. Образуется при слиянии Ягноба, берущего начало в долине Фана и несущего 58% от общего объема воды, и Искандарьи (30 %), истоком которой является озеро Искандеркуль. Длина вместе с рекой Ягноб составляет 140 км.

*Шахдара.* Левый приток Гунта и протекает главным образом между Шугнанским (на севере) и Шахдаринским (на юге) хребтами. Питание преимущественно снеговое и ледниковое. Обычно не замерзает.

*Язгулем.* Приток Пянжда (в Ванчском районе) и протекает по узкой долине и ущелью на протяжении 80 километров в направлении с северо-востока на юго-запад, между двумя горными хребтами: Ванчским на севере и Язгулемским на юге. Истоки находятся вблизи ледника Федченко.

*Яхоб.* Левый приток Сурхоб (бассейн реки Пяндж) и берёт начало с хребта Хазратишох. Длина составляет 160 км, площадь бассейна – 2710 км<sup>2</sup>. Питание смешанное, с преобладанием снегового. Половодье приходится на период с марта по май, максимум в мае. Ледовые явления характерны с декабря по февраль. Река используется для орошения.

Таким образом, особенности горной территории обусловили развитие в Таджикистане густой речной сети с ледниково-снеговым и дождевым типом питания, охватывающей 947 рек протяженностью более 10 км и общей длиной свыше 28 500 км. Поверхностный сток местами превышает 45 л/сек/км<sup>2</sup>. Наибольший расход воды в реках наблюдается в июне-августе, в период максимального снеготаяния. Большинство рек Таджикистана являются главным, а иногда и единственным источником питьевой воды близлежащих населенных пунктов и городов, которые размещаются главным образом вдоль русел рек, долин и оазисов.

Питание рек определяется орографическим и высотным положением водозаборов, как интегральными показателями увлажнения бассейнов, и несколько меняется при продвижении с севера на юг за счет увеличения доли снегового и дождевого стока. В целом же, основным источником питания рек являются талые воды сезонных снегов, меньшую роль играют вечные снега и незначительную - дожди. По источникам питания и характеру внутригодового распределения стока реки Таджикистана делятся на четыре типа:

1. Реки ледниково-снегового питания, берущие начало в верхних горизонтах гор у ледников и вечных снегов. Половодье на них длится 6-7 месяцев, а наибольший сток приходится на июль-август. Это - Пяндж, Вахш, реки Западного и Восточного Памира, Сырдарья, Зерафшан, Фандарья.

2. Реки снего-ледникового питания, также берущие начало в высокогорной зоне. Половодье длится 5-6 месяцев, а наибольший сток приходится на май-июнь. Это Кафирниган, Сорбог, Варзоб, Ханака, Каратаг и др.

3. Реки снегового питания - небольшие реки, притоки крупных рек 2-го и 3-го порядка. Половодье длится на них 4-6 мес., наибольший сток наблюдается в апреле-мае. Примером таких рек могут служить небольшие речные притоки Кафарниган, Варзоб, Вахш, реки Явроз, Лучоб, Харангон, Курортная, Даштигурон и др.

4. Реки снего-дождевого питания, берущие начало в средневысотных зонах периферийных хребтов. Половодье длится на них до 4-ех месяцев, а максимум стока приходится на март-май. Это – реки Сурхоб (Южная), Яхоб, Таирсу и др.

Наряду с реками еще один природный ресурс Таджикистана являются ледники. Они группируются в ледниковые комплексы, среди которых в стране четко выделяются два: крупные узлы оледенения и ледниковые пояса. К первому комплексу относятся узлы оледенения,

приуроченные к наиболее высоким горным поднятиям, таким как центральная часть Памира, район перевала Матча. Ко второму комплексу относится цепь отдельных ледников и полей вечных снегов, вытянутых вдоль Туркестанского, Зерафшанского, Гиссарского горных хребтов.

В общей сложности на территории Таджикистана насчитывается более 14 000 ледников с общей площадью около 8500 км<sup>2</sup>. Ледники с площадью до 1 км<sup>2</sup> составляют около 80%, а площадью более 1 км<sup>2</sup> – около 20% от общего их количества, но основную площадь оледенения составляют ледники размером более 1 км<sup>2</sup> - до 85%; малые же ледники, несмотря на большое их количество – всего 15%. По длине наибольшее распространение имеют ледники размерами 2-6 км - около 60% от общего количества; длиной 6-10 км – 4% и длиной 10-20 км – 2%. Морфологические типы ледников Таджикистана очень разнообразны, что связано с особенностями орографического строения территории и благоприятными условиями для развития как крупных долинных ледников огромных размеров с многочисленными притоками, так и малых каровых и висячих ледников. Высота нижней границы ледников варьируется в большом диапазоне: от 2,4 км на северном склоне Дарвазского хребта до 4,7 км на склонах Южно-Аличурского хребта. Независимо от морфологического типа, главным источником питания ледников являются лавины и метелевый перенос снега.

Необходимо отметить, что в ледниках страны сосредоточено около 460 км<sup>3</sup> пресной воды, т.е. объем, превышающий в 8 раз средний годовой суммарный сток всех рек республики. По бассейнам рек основное количество ледников и наибольшая площадь оледенения приходится на бассейн Амударьи – соответственно 82% и 84%, значительно меньше оледенение бассейна реки Зерафшан, бассейна озеро Ховаркуль и реки Шухоб.

Крупнейшей областью современного оледенения в регионе является Памир, площадь оледенения которого равна почти 7900 км<sup>2</sup>, что в 3,5 раза превышает оледенение всего Кавказа. При одинаковой высоте снеговой линии – около 4,4-4,5 км н.у.м., оледенение Западного Памира (около 6400 км<sup>2</sup>) по площади в четыре раза превосходит оледенение Восточного Памира, что подтверждает крайне низкое его увлажнение.

На Памире насчитывается 16 ледников протяженностью более 15 км и 7 ледников протяженностью свыше 20 км. Самый крупный ледник – один из наибольших долинных ледников земного шара - ледник Федченко имеет длину около 77 км и его площадь составляет 907 км<sup>2</sup>. Вторым по длине ледником Памира считается ледник Грумм-Гржимайло (длина 36,7 км), стекающий с Язгулемского хребта, восточнее хребта Академии наук и ледника Федченко. Он образует самостоятельную систему ледяных рек, дающих начало реке Танымас и другим притокам реки Бартанг. Другой обширной ледниковой зоной является Гиссаро-Алай и Зерафшан. Общая площадь многочисленных ледников этой зоны вместе с фирновыми

полями составляет около 1500 км<sup>2</sup>. Самый большой ледник здесь - Зерафшанский, длина которого 24,7 км. Его область питания лежит на высоте от 4200 до 5000 м, а язык спускается до 2780 м. Поэтому, в таблице 1.1 приведены данные крупнейших ледников Таджикистана и их морфологические характеристики согласно каталогу ледников СССР.

*Таблица 1.1. Список ледников Таджикистана по каталогу ледников СССР*

<b>№, п/п</b>	<b>Название ледника</b>	<b>Бассейна реки</b>	<b>Тип ледника</b>	<b>Экспозиция</b>	<b>Номер по Каталогу ледников СССР (по бассейнам)</b>
1	Зерафшан	Зерафшан	дендрит.	ЮЗ	202
2	Рама	Зерафшан	долин	ЮВ	178
3	Тро	Зерафшан	долин	ЮВ	126
4	Дихаданг	Зерафшан	долин	СЗ	314
5	Газнок	Зерафшан	долин	СВ	733
6	ГПП	Зерафшан	кар-дол.	СЗ	676
7	Кызылкуль	Сурхоб	долин	С	503
8	507	Сурхоб	долин	СВ	507
9	517	Сурхоб	долин	С	517
10	Дидадь	Сурхоб	долин	СВ	513
11	Федченко	Мугоб	дендрит.	С	1
12	Шагазы	Мугоб	слож-дол.	СВ	807
13	Музгазы	Мугоб	слож-дол.	С	816
14	Сугран	Мугоб	слож-дол.	З, СЗ	783
15	Хадырша	Мугоб	долин.	С	763
16	Мушкетова	Мугоб	слож-дол.	СВ	710
17	Фортамбек	Мугоб	слож-дол.	СВ	724
18	Гармо	Обихингоу	дендрит.	ЮЗ	224
19	Скогач	Обихингоу	долин.	С	353
20	Мазарский	Обихингоу	долин.	С	392
21	Бырс (Бохуд)	Обихингоу	долин.	СЗ	307
22	Сытарги	Обихингоу	долин.	З	315
23	Баральмос	Обихингоу	слож-дол.	С	62
24	Мал. Октябрьский	Ховаркуль	долин.	СВ	272-273
25	Акбайтал	Ховаркуль	долин.	ССВ	94
26	Бакчигир	Гунт	долин.	СВ	369
27	Медвежний	Ванч	слож-дол.	З	118
28	РГО	Ванч	долин.	СВ	96
29	Якарча	Кафирниган	кар-дол.	СВ	71
30	Диахандара	Кафирниган	присклон.	СВ	169

Для рационального использования водных ресурсов зоны формирования основных их масс, а также для защиты ледников в процессе изменения климата, регулирования речной воды в периоды засухи и нехватки воды, адаптации различных секторов экономики осуществлено строительство ГЭС с крупными водохранилищами. Роль водохранилищ в формировании водного потенциала Аральского бассейна огромная. По данным, общий объем всех водохранилищ этого бассейна составляет 64,5 км<sup>3</sup>, с полезным объемом 46,5 км<sup>3</sup> (бассейн Амударьи - 20,2 км<sup>3</sup>, бассейн Сырдарьи - 26,3 км<sup>3</sup>).

В зоне формирования водных ресурсов, стран верховья - Таджикистан и Киргизстан, для комплексно-рационального использования водных ресурсов строительство водохранилищ имеет важное энергетическое и экономическое значение. Водоохранилище прежде всего решает актуальные проблемы: накопление большого количества воды в целях гидроэнергетики, обеспечение земель оросительной водой, возможность управления процессом перераспределения. В настоящее время в Таджикистане построено несколько водохранилищ: «Бахри точик», Нурекское, Сангтуда-1, Сангтуда-2, Сельбурское, Муминабадское, Фархадское, Даханасайское, Каттасайское и Головное, продолжается строительство Рогунской и других ГЭС. В таблице 1.2 представлены характеристика крупнейших водохранилищ Таджикистана.

Таблица 1.2. Основные характеристики водохранилищ Таджикистана

Водоохранилища	Река	Год эксплуатации	Объем, млн. км <sup>3</sup>		Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Заиление (объем), %	Цель*
			Полный	Полезный			
Байпазинское	Вахш	1986	0,23	0,02	5,0	91,3	И, Э, Р
Бахри точик	Сырдарья	1956	4,10	2,67	520	34,9	И,Э,Р,В
Даханасайское	Даганасай	1981	0,06	0,02	2,1	66,7	И, В, С
Головной	Вахш	1962	0,10	0,02	6,5	80,0	И,Э,Р,В
Каттасайское	Каттасай	1965	0,06	0,03	2,0	50,0	И,С,Р, В
Муминабадское	Обисурх	1958	0,03	0,03	2,9	0,0	И, Р, В
Нурекское	Вахш	1979	10,5	4,50	98	57,1	И,Э,Р,В
Сангтуда-1	Вахш	2009	0,26	0,01	5,1	96,2	И, Э, В
Сангтуда-2	Вахш	2012	0,02	0,01	5,1	95,0	И, Э, Р
Сельбурское	Кызылсу	1963	0,03	0,03	2,6	0,0	И,Р,В,С
Фархадское	Сырдарья	1948	0,33	0,20	46	39,4	И,Э,Р, В

**Примечание:** Э – энергетика; И – ирригация; В – водоснабжение; Р – рекреация; С – селезащита.

Здесь, необходимо отметить, что создание крупных водохранилищ в значительной степени влияет не только на режим рек, но и на условия окружающей среды, природные ресурсы, санитарную обстановку населённых пунктов, сельское хозяйство. Для рек Таджикистана характерно наличие значительного количества твердого стока, что приводит к потере функции водохранилищ как регулятора сезонного, годового и многолетнего стока рек из-за их быстрого заиления и увеличения мертвого объема, что также сокращает потенциал выработки электроэнергии.

Наряду с другими водными ресурсами Таджикистана потенциальные запасы подземных вод составляют 6,9 км<sup>3</sup>/год, причем эксплуатационные запасы оцениваются в 2,5 км<sup>3</sup>/год. Забор подземных вод осуществляется на нужды хозяйственно-питьевого водоснабжения, производственно-технические цели и орошение земель в размере до 6500 м<sup>3</sup>/сутки. Подземные воды распространены весьма неравномерно в пределах глубин от 1 до 100 метров с различными дебитами. Проллювиально-аллювиальные отложения среднечетвертичного возраста водоносны повсеместно - это родники с дебитом не более 0,1 л/сек, вода пресная, минерализация не более 0,1 г/л, тип воды гидрокарбонатно-сульфатный, кальциево-натриевый.

Возобновляемые ресурсы подземных вод в Таджикистане по своему происхождению подразделяются на две части: формирующиеся естественным путем в горах и на водосборной территории, а также формирующиеся под влиянием фильтрации на орошаемых территориях.

Потенциальные запасы подземных вод составляют 18,7 км<sup>3</sup>/год, при этом эксплуатационные оцениваются в 2,8 км<sup>3</sup>/год. Наибольшие запасы подземных вод имеются в бассейнах рек: Вахш – 4919 млн. м<sup>3</sup>/год, Сырдарья – 3579 млн. м<sup>3</sup>/год и Кафирниган – 2505 млн. м<sup>3</sup>/год. Ресурсы подземных вод по Согдийской области оцениваются в размере 25,6% от общереспубликанского значения, а эксплуатационные запасы 45,8%, соответственно по Хатлонской области – 21,8% и 25,9%, по Горно-Бадахшанской автономной области – 21,4% и 1,28%, по районам республиканского подчинения.

В целом, для сравнительного анализа в табл. 1.3 представлены запасы и использование подземных вод в странах бассейна Аральского моря.

Таблица 1..3. Подземные водные ресурсы и их использование в странах бассейна Аральского моря

		Страны региона					Всего
		Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан	
Оценка региональных ресурсов подземных вод		1846	862	6650	3360	18455	31173
Утвержденные запасы подземные воды		1224	670	2200	1220	7796	13110
Точное количество для использования		420	407	990	457	7749	10023
В том числе, различные отрасли и цели	Коммунальный	288	43	335	210	3369	4245
	Промышленность	120	56	91	36	715	1018
	Сельхоз	0	308	550	150	2156	3164
	Скважи	0	0	0	60	1349	1409
	Насосы	0	0	0	1	120	121
	Другие отрасли	12	0	14	0,15	40	66

Использование подземных вод имеет большое социально-экономическое значение. Это означает, что подземные воды используются не только для питьевого и бытового использования, но и для производства на различные отрасли промышленности. Например, бассейна реки Зерафшан, как и другие горные районы Республики Таджикистан, является регионом, в котором поглощаются атмосферные осадки, и эти осадки в свою очередь являются источником питания подземных вод т.е., этот регион очень богат подземными водами. Подземные воды вышеназванного бассейна сладки из-за своего минерального богатства и особенно сладки в некоторых местах, и эти воды могут быть разделены на чистые источники и минеральные воды. Однако в пределах Зерафшанской долины очень мало используются подземные воды, и для подтверждения этих слов в таблице 1.4 с целью сравнения, приводим водные ресурсы, обеспечение водой и ее водоиспользования по республике, Согдийской области и Зерафшанской долины.

Таблица 1.4. Ресурсы подземных вод, км<sup>3</sup>/год

	Прогнозные запасы	Утвержденные запасы	Степень разведки, %
Таджикистан	6,97	2,37	32
Согдийская область	3,8	1,25	45
Зерафшан	0,34	0,031	5

Поэтому одним из важнейших и современных вопросов гидрогеоэкологии является изучение и исследование геоэкологического и гидрохимического состава подземных вод не только в Зерафшанском гидрологическом бассейне, но и во всех гидрогеографических районах страны. Потому что, на территории страны зарегистрировано свыше 200 источников минеральных вод. В регионах развития палеозийских отложений и магматических пород отмечено 86 естественных выходов углекислых и азотных вод; около 70 из них находится на Памире. Наиболее высокодебитные источники Обигарм, Ходжа Обигарм расположены в пределах Гиссарского хребта. Особую известность получили также минеральные источники: Шаамбары, Анзоб, Файзабад, Истаравшан, термальные и лечебные источники: Хаватаг, Табашар, Адрасман, Явроз, Каратаг, Бабатаг, Гармчашма, Айвадж, Бахмыр, Эллис и др. На базе некоторых источников построены курорты и санатории.

*Пулатов Я.Э. – зав. отделом инновационных технологий и научно-образовательных исследований ИВП, ГЭиЭ, Заслуж. деятель науки и техники РАЕ, чл.-корр. РНАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

## **ЧАСТЬ 2. УПРАВЛЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Земля, ее недра, вода, воздушное пространство, животный и растительный мир и другие природные ресурсы являются исключительной собственностью государства и государство гарантирует эффективное их использование в интересах народа (*Статья 13 Конституции Республики Таджикистан*)

**Предисловие.** С конца XX века во всем мире повысилось внимание к управлению, рациональному использованию и охране водных ресурсов. Водная проблема становится серьезнее, приобретает большое экономическое, социальное и экологическое значение. Обеспечение надлежащего общего понимания значимости водных ресурсов для устойчивого развития и важности проблем управления, использования и водного сотрудничества, как ключевых факторов для достижения этой задачи, всегда остаются ядром политики всех государств, особенно стран аридных зон. Принимая во внимание жизненно-важное значение водных ресурсов для достижения Цели устойчивого развития (ЦУР), мировые лидеры и правительства и в целом международное сообщество придают особое внимание вопросам, связанным с водой. Одной из основных целей устойчивого развития является обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех (Цель 6).

Нарастающий водный дефицит, демографический рост, развитие отраслей экономики, климатические изменения и другие факторы, влияющие на водные ресурсы, требуют серьезного и ответственного отношения к воде – как основе жизни и основного фактора стабильности, мира, развития и суверенитета каждой страны.

Водные проблемы являются многогранной межотраслевой, межгосударственной, региональной и глобальной деятельностью. Они включают в себя законодательный, институциональный, технический и плановый уровни, систему мониторинга и распространения информации по эффективному управлению, рациональному использованию и охране водных ресурсов. Считаем, что водные ресурсы должны быть включены в систему социально-экономических отношений как незаменимый компонент человеческого достояния.

В этом плане востребованным и актуальным является наращивание потенциала, развитие науки по решению водных проблем и водному сотрудничеству, усиление роли национальных, региональных, международных научных институтов и распространение, и использование результатов научно-исследовательских работ по повышению эффективности управления и использования водных ресурсов.

### ***2.1. Управление и использование водных ресурсов на национальном уровне***

В водохозяйственном комплексе Республики Таджикистан входят все сектора экономики, которые используют водные ресурсы и состоит из водопотребителей (безвозвратное) и водопользователей.

Водохозяйственная система Республики Таджикистан состоит из водного фонда («совокупность всех водных объектов и сосредоточенных в них водных ресурсов в пределах территории Республики Таджикистан, а также занимаемые ими земли с водоохранными зонами»), различных русловых сооружений, обеспечивающих регулирование и перераспределение стока, сооружений защиты от вредного воздействия вод, сооружений технологического-биологического и социально-гигиенического водопользования и по очистке и отводу сточных вод. Водохозяйственная система республики делится на водообеспечивающие, водопотребляющие и водоиспользующие подсистемы.

В соответствии Водного кодекса Республики Таджикистан водные объекты состоят из поверхностных (реки, ручьи, каналы, озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища, селехранилища, болота, родники, ледники, снежники) и подземных (бассейны подземных вод и водоносные горизонты) [1].

В последние годы наблюдается возрастание проблем в водном секторе под влиянием различных факторов. Анализ показал, что основные вызовы и недостатки существующего метода управления водными ресурсами являются [2, 3, 4].

- демографический рост населения (до 2,5%);
- переход на рыночные отношения, ослабление экономики;
- повышение водопотребления секторов экономики;
- уменьшение водных ресурсов под воздействием изменения климата;
- проблемы стихийных бедствий: засухи, сели, наводнения, затопления, половодья, эрозия земли. Чрезвычайные гидрометеорологические явления;
- опустынивание, деградация, засуха и др.
- финансовый кризис и развитие городов;
- ухудшение состояния инфраструктуры (изношенность - 50-60%.);
- низкая обеспеченность населения системами питьевого водоснабжения, канализации и значительный износ существующей инфраструктуры;

- несовершенное законодательство, не достаточно разработаны нормативно-правовые акты для реализации Водного кодекса Республики Таджикистан и других принятых водных законов;
- отсутствие конструктивной межсекторальной кооперации и координации;
- командно-административные и бюрократические методы управления;
- несовершенство механизмов управления спросом и предложением;
- отсутствие оптимальных моделей управления, использования и охраны водных ресурсов на основе интегрированного подхода;
- существование межотраслевых противоречий (ирригация и гидроэнергетика, экология и экономика, управление и руководство и т.д.);
- не достаточный уровень собираемости оплаты за водные услуги, несовершенство экономических механизмов водопользования;
- недостаточность финансирования водного сектора и слабая техническая поддержка для перехода к комплексным принципам управления, использования и охраны водных ресурсов.
- низкая продуктивность использования водных ресурсов. Большие непроизводительные потери воды в процессе организации и проведения полива;
- необходимость разработки оптимальных режимов орошения сельскохозяйственных культур и проведения гидромодульного районирования орошаемой территории республики в условиях климатических изменений;
- необходимость разработки и внедрения инновационных водосберегающих и почвозащитных технологий;
- устаревшие нормы водопотребления, и критерии вододеления, отсутствие национальных стандартов по качеству воды;
- не совершенная система учета воды, мониторинга и водного кадастра, особенно по части использования водных ресурсов - 2ТП-водхоз;
- отсутствие экономических механизмов водосбережения (стимулы и льготы), особенно в секторе сельского хозяйства;
- недоучет, а иногда игнорирование экологических и природоохранных требований;
- не достаточная обеспеченность отрасли водного сектора высококвалифицированными кадрами.

## ***2.2. Общая оценка состояния водного сектора***

Оценка водного сектора проведена по критериям: преимущества (**П**); недостатки (**Н**); возможности (**В**); угрозы (**У**). «Общая оценка, охватывающая водный сектор в целом, включает водоснабжение, ирригацию и дренаж, промышленность, рыбное хозяйство и экологию» [5, 6]

### **В области водной политики:**

П: Ведётся активная политика по обеспечению устойчивости водного сектора, сохранению водных объектов и развитию международного сотрудничества;

Н: Низкая эффективность водной политики, слабая координация и иногда не обоснованные решения политического и экономического характера;

В: Возможность привлечения специалистов-профессионалов в водной политике, применение комплексного и системного подхода для повышения положительного эффекта осуществляемой политики;

У: Конфронтация и осложнение отношений с соседними государствами, ослабление связи в области политики и экономики, межгосударственные разногласия и нестабильность в Афганистане.

#### **В области законодательства:**

П: Прослеживается активизация принятия новых водных законов, принимаются новые нормативно-правовые акты, существующая законодательная база регулирует водные отношения на национальном и региональном уровнях, используются некоторые подзаконные акты, разработанные в советский период;

Н: Некоторые статьи водного законодательства содержат устаревшие принципы и нормы, не соответствующие новым условиям. Водное законодательство не имеет прямого действия и многие статьи Водного Кодекса используются после издания соответствующих Постановлений Правительства Республики Таджикистан;

В: Правительство и Парламент Республики Таджикистан поддерживают развитие водного законодательства и скоординировано работают с государственными уполномоченными органами, имеющими законодательную инициативу;

«У: Одностороннее лоббирование законотворческого процесса, продолжение повсеместного несоблюдения закона и нормативов, продолжение широкого вмешательства местных органов власти в хозяйственную деятельность водохозяйственных организаций» [5, 6].

#### **В области экономики водного сектора:**

П: Введена платная система услуг за доставку воды потребителям, введена тарифная система и совершенствуются экономические механизмы водопользования, разрабатываются дифференцированные тарифы и внедряется система безналичного расчета (биллинга);

Н: Ограничивается включение полной стоимости услуг по доставке воды и затраты на содержание инфраструктуры при определении тарифов. Искусственно заниженные тарифы продолжают износ элементов водной инфраструктуры. Низкая заработная плата работников водного сектора и утечка высококвалифицированных специалистов из отрасли. Отсутствие точного учета воды и контроля потребляемой электроэнергии. Низкое экономическое образование специалистов водного сектора.

**В:** Введение системы свободного и дифференцированного назначения тарифов (по бассейнам), государственная поддержка машинного орошения посредством прямого и косвенного субсидирования (налоговые льготы, сезонное снижение цен на электроэнергию), налоговые льготы для частного привлечения капитала на освоение новых земель и улучшение мелиоративного состояния земель; введение системы штрафов за нерациональное использование водных ресурсов;

**У:** Зависимость водопотребителей от воды, низкая эффективность орошаемого земледелия и нежелание и неспособность фермеров оплачивать услуги доставки воды, коррупционные моменты взаимоотношений между водохозяйственными организациями и потребителями воды, а также проверяющими органами.

**В области структура управления:**

**П:** Существует система Государственного управления водными ресурсами, определены уполномоченные органы управления использованием и охраной водными ресурсами, осуществляется переход на гидрографический метод управления, создаются бассейновые организации;

**Н:** Управление водными ресурсами в основном осуществляется государственными организациями. В системе мелиорации и ирригации слабо используется бассейновый принцип управления. Основные управленческие права сосредоточены в центре. Не все принципы интегрированного управления и всеобщего участия водопользователей используются в управлении водными ресурсами.

«**В:** Проведение реформы водного сектора, в том числе в улучшении системы управления водой в сельском хозяйстве; введение бассейнового управления и принципов интегрированного управления водными ресурсами; снижение затрат на содержание и эксплуатацию водной инфраструктуры;

**У:** Изменение аграрной политики государства и ухудшение экономического состояния; отсутствие должной поддержки международных организаций и донорского сообщества».

**В области водной инфраструктуры:**

**П:** Функционирует мощная водная инфраструктура. В значительной части страны имеются системы централизованного водоснабжения. Для осуществления ремонтно-восстановительных работ, строительства и эксплуатации инфраструктуры водного хозяйства имеется кадровая база;

**Н:** Водная инфраструктура изношена, оборудование технически и морально устаревшее, изношенное оборудование потребляет значительно больше электроэнергии, чем предусмотрено нормами; продолжение износа водной инфраструктуры.

«**В:** Выбор и внедрение эффективной экономической модели хозяйствования для повышения платежеспособности фермеров услуг водоподачи. Введение принципов ИУВР и привлечение водопользователей

в эксплуатацию и содержание оросительных и дренажных систем. Привлечение внутренних и внешних государственных и частных инвестиций, в том числе созданием привлекательных условий инвестирования для восстановления существующих и строительства новых водных инфраструктурных систем с использованием земле- и водосберегающих ирригационных технологий и энергосберегающих насосных станций.

**У:** Длительное продолжение неудовлетворительного содержания и эксплуатации гидротехнических сооружений и насосно-силового оборудования. Повсеместный выход из строя устаревших напорных трубопроводов и оборудования насосных станций. Разрушение гидротехнических сооружений при стихийных бедствиях» [5, 6]

**В области экологии:**

**П:** Контроль за использованием и охраной водных объектов осуществляется государством;

**Н:** Из-за недостаточной финансовой, технической и кадровой ограниченности государственная система контроля не в состоянии выполнять полностью свои функции;

**В:** Возможность совершенствования системы контроля. Отсутствие надлежащей технической оснащенности лабораторий контроля качества воды. Не оснащенность гидропостов современным водомерным оборудованием. Возможность внедрения, автоматизированной системы учета и передачи данных.

**У:** Не достаточность финансовых ресурсов, отрицательное влияние экономического кризиса и нехватка высококвалифицированных кадров в системе охраны окружающей среды.

Основными направлениями, которые требуют серьезного внимания в области водного хозяйства Таджикистана остаются:

- реабилитация ирригационной и дренажной сети, налаживание ее нормальной эксплуатации;
- совершенствование механизма платного водопользования;
- создание Ассоциации водопользователей и установление новых форм взаимоотношений между водопользователями и водохозяйственными органами, на рыночной основе;
- предоставление права управления водохозяйственными объектами специализированным организациям различной формы собственности;
- рационализация структуры и функции системы управления использованием и охраны водных ресурсов;
- реабилитация и развитие системы обеспечения качественной питьевой водой населения сельской местности;
- разработка и внедрение долгосрочной программы предотвращения стихийных бедствий в прибрежных зонах рек, систематизация

строительства берегозащитных сооружений и восстановление ландшафтов водосборных площадей горных рек;

- разработка политики и стратегии использования и охраны водных ресурсов в национальных интересах Таджикистана с соблюдением норм международного водного права.

- производство средств механизации полива и учёта воды;

- разработка государственной программы по выпуску и внедрению водосберегающих технологий орошения;

- оздоровление экологической обстановки в зоне формирования стока путем проведения берегоукрепительных, руслорегулирующих, лесозащитных мероприятий;

- разработка плана мероприятий по экономически целесообразному размещению сельскохозяйственных культур в зонах машинного орошения и особенно на склоновых, каменистых, песчаных землях с повышенной фильтрацией;

- упорядочение сброса вод, их повторного использования, особенно в ирригации.

Для достижения поставленных целей необходимо решить ряд проблем, в первую очередь, на пути развития сельского хозяйства-основного потребителя воды, основными из которых являются:

- совершенствование налогообложения;

- оздоровление и реформа кредитно-финансовой системы;

- привлечение инвестиций, вклады населения;

- повышение эффективности и качества перерабатывающей промышленности;

- совершенствование рыночной инфраструктуры, конвертируемость национальной валюты;

- адекватное снабжение сельхозпроизводителей необходимыми ресурсами;

- обучение фермеров до уровня, соответствующего нормальным рыночным отношениям;

- совершенствование законодательства в сфере водного и сельского хозяйства;

- трансформация обслуживающих государственных организаций от административно-командного управления к рынку.

Необходимо отметить, что в настоящее время для улучшения ситуации в водохозяйственном секторе Правительством Республики Таджикистан приняты ряд важных государственных программ («Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года; Программа реформы водного сектора Республики Таджикистан на период 2016-2025 годы; Государственная программа берегоукрепительных работ Республики Таджикистан на 2018–2022 годы; Программа по улучшению мелиоративного состояния орошаемых

сельскохозяйственных земель Республики Таджикистан на 2019-2023 годы); Национальная стратегия Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 годы), реализация которых будут способствовать достижению водной и продовольственной безопасности Таджикистана.

Таким образом, в условиях перехода к рыночной экономике, политических, социально-экономических изменений, внедрения принципов интегрированного управления, которые оказывают влияние на деятельность водного сектора, проведение анализа и оценочных исследований по критериям «преимущества», «недостатки», «возможности» и «угрозы» позволяют запланировать оптимальные меры, разработать «дорожную карту», перспективных планов развития и научно-обоснованных рекомендаций по устранению существующих недостатков, решению программных задач реформы и рациональному управлению, и использованию водных ресурсов.

Анализ проведенных исследований позволяет сделать заключение, о том, что для повышения эффективности системы управления и её функционирования, а также достижения водной безопасности Республики Таджикистан необходимо совершенствовать законодательную, правовую, институциональную, техническую и финансовую основу управления водными ресурсами.

Учитывая существующие проблемы в водном секторе республики за последние годы Правительством Республике Таджикистан приняты ряд важных государственных стратегий и программ:

- «Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года;
- Национальная стратегия Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 годы;
- Программа среднесрочного развития Республики Таджикистан на 2016-2020 годы;
- Программа реформы водного сектора Республики Таджикистан на период 2016-2025 годы;
- Программа реформирования сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2012-2020 годы;
- Программа улучшения обеспечения населения Республики Таджикистан чистой питьевой водой на 2008 – 2020 годы;
- Государственная программа по освоению новых орошаемых земель и восстановление выбывших из сельскохозяйственного оборота земель в Республике Таджикистан на период 2012-2020 годы;
- Государственная программа берегоукрепительных работ Республики Таджикистан на 2018–2022 годы;

- Программа по улучшению мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных земель Республики Таджикистан на 2019-2023 годы» [7].

Анализ показал, что реализуемые стратегии и государственные программы в области водного сектора дают положительные результаты и создают надёжную платформу для достижения цели устойчивого развития Таджикистана до 2030 г. В рамках реализации «Программа реформы водного сектора Республики Таджикистан на период 2016-2025 годы», которая предусматривает цели гарантированного обеспечения всех водопотребителей водой, достижение экономически эффективного и экологически устойчивого управления водными ресурсами и улучшение управления водными ресурсами через полное внедрение бассейнового и интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) достигнуты и решены следующие программные задачи:

1. В области развития законодательства и регулирования: принят новый Водный кодекс Республики Таджикистан; Закон Республики Таджикистан «О питьевом водоснабжении и водоотведении»; Закон Республики Таджикистан «Об Ассоциации водопользователей»; разработаны 17 подзаконных актов, регулирующих различные аспекты водного сектора; разработан проект Национальной водной стратегии Республики Таджикистан на период до 2030 г.; разработаны проекты бассейновых планов по управлению водными ресурсами бассейнов рек Сырдарья, Зарафшан, Пяндж, Кофарнигон, Исфара и Исфана и др.;

2. В области институциональных реформ: определены бассейновые зоны; учреждены 5 бассейновых организаций рек; созданы четыре Бассейновых диалогов по ИУВР в бассейновой зоне Сырдарья, Зарафшан, Пяндж и Кофарнигон; начат процесс создания бассейновых советов рек; ведётся работа по разработке проекта Государственной программы по водоснабжению и водоотведению на период до 2030 года и совершенствованию структуры управления в секторе водоснабжения и водоотведения;

3. В области восстановления инфраструктуры: в сфере водоснабжения и санитарии в настоящее время реализуется 11 проектов общей стоимостью 180 млн. долларов США; в сфере мелиорации и ирригации реализуется 5 проектов общей стоимостью 149 млн. долларов США.» [8].

Анализ показал, что хотя успешно реализуется «Программа реформы водного сектора Республики Таджикистан на период 2016-2025 годы», однако, наблюдаются некоторые отклонения от графика реализации поставленных задач и выполнения намеченных 35 мероприятий. Пока не принята новое Постановление Правительства Республики Таджикистан

«Положение об полномочиях специально уполномоченных государственных органов по использованию и охране вод», которое ограничило бы дублирование некоторых полномочий и устранило бы межотраслевые противоречия. Еще не приняты «Программы развития мелиорации и ирригации» и Закона Республики Таджикистан «О мелиорации и ирригации», которые способствовали бы развитию отрасли по обеспечению продовольственной безопасности страны. Нет информации по реализации «Разработка порядка и руководства по передаче в баланс АВП или передача прав управления ирригационной и дренажной сети третьего порядка (внутрихозяйственной и другой связанной инфраструктуры)», «Изучение экономического состояния и разработка рекомендаций по повышению финансово-экономической устойчивости организаций, оказывающих услуги водоподачи в водном секторе» и «Организация научно-исследовательских работ по повышению эффективности использования водных ресурсов».

Реализация данной программы требует всеобщую оценку, проведения мониторинга и внесения соответствующих изменений и дополнений.

Таким образом, водохозяйственный комплекс Республики Таджикистан многогранный, система управления водными ресурсами основывается на административно-территориальном и гидрографическом (бассейновый) принципах и осуществляется специально уполномоченными государственными органами по регулированию использования и охране вод. В настоящее время поэтапно внедряются основные принципы интегрированного управления водными ресурсами, которые обеспечивают эффективное планирование, рациональное использование и охрану водных ресурсов в целях устойчивого развития страны.

### ***2.3. Структура управления водными ресурсами***

Правительство Республики Таджикистан осуществляет регулирование водных отношений на государственном и межгосударственном уровне. Решение по особо важным вопросам, связанные с регулированием водных отношений принимается Председателем Правительства Республики Таджикистан. Маджлиси Оли рассматривает и принимает законы об регулировании водных отношений. Правом на законодательную инициативу обладают депутаты Маджлиси Оли РТ, профильные министерства и ведомства [9, 10, 11].

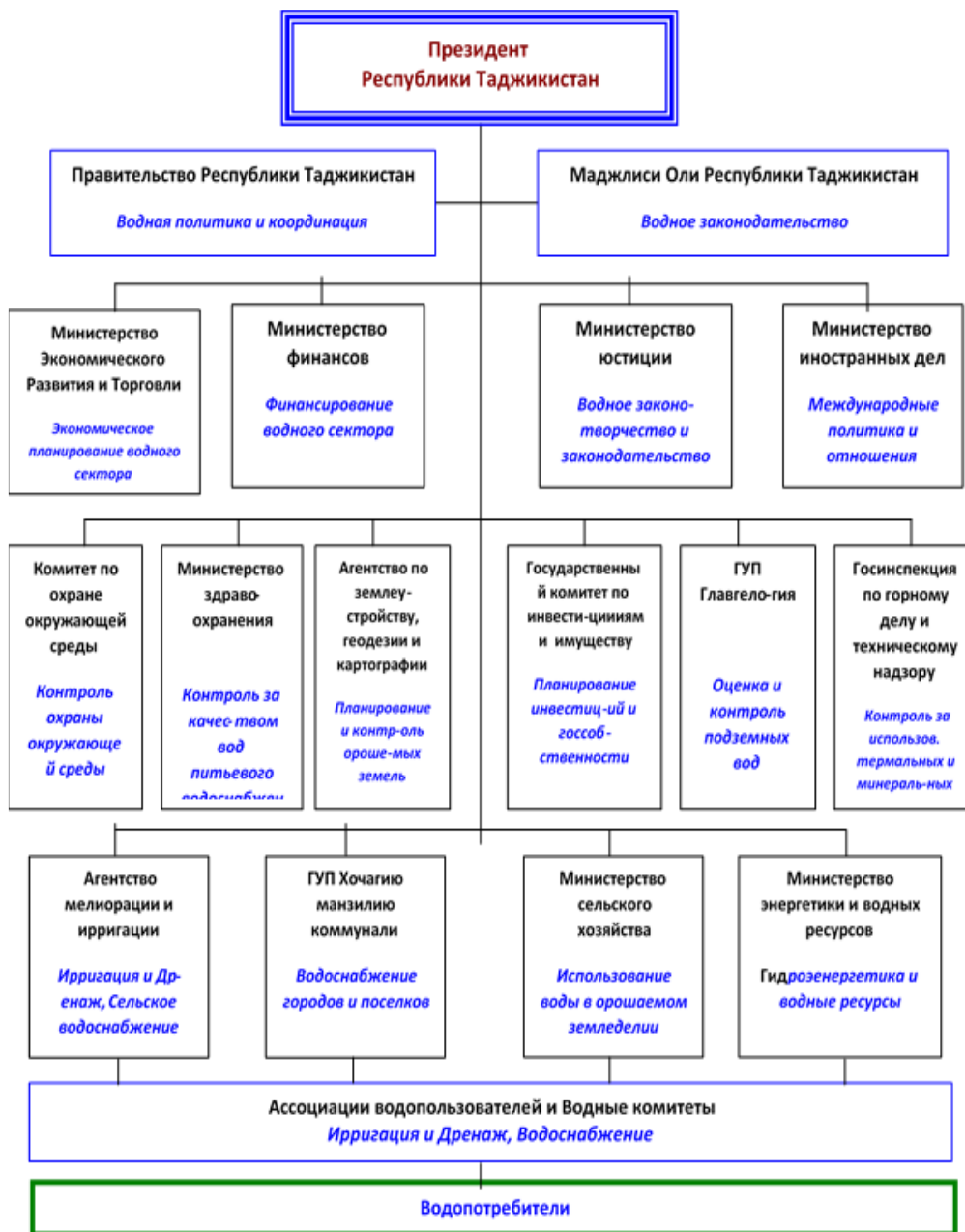


Рис. 2.1. Схема управления водными ресурсами в Таджикистане.

Исполнительные органы, реализующие водную политику, осуществляющие управление использованием и охраной водных ресурсов в интересах секторов экономики, водопотребителей и природной среды, представлены министерствами, государственными комитетами и учреждениями. По органограмме, представленной на рис. 1 можно заметить, что в этой структуре обратная связь между водопотребителями и управляющими органами слаба

Практически, межведомственная координация исполнительных органов осуществляется через Правительство РТ, в том числе, в случаях чрезвычайных ситуаций. Разброс государственных полномочий по многим ведомствам можно объяснить спецификой некоторых организаций, (например, Главное управление геологии при Правительстве РТ или Санитарно-эпидемиологическая служба Министерства здравоохранения РТ). Однако, очевидно, что сокращение числа уполномоченных органов (или объединение этих функций в одном органе) по водным вопросам создаст более эффективные условия координации правительственных министерств и ведомств по управлению использованием и охраной водными ресурсами.

Другим недостатком существующей схемы управления водными ресурсами - отсутствие эффективной обратной связи «снизу-вверх». Это лишает Правительство РТ возможности оперативной оценки эффективности деятельности уполномоченных органов по вопросам управления и охраны водными ресурсами и возможности влияния сообществ водопотребителей на принятие решений.

#### ***2.4. Правовые и институциональные основы управления водными ресурсами***

Основой водного законодательства Таджикистана являются Конституция Республики Таджикистан, Водный кодекс другие законы и нормативные правовые акты Республики Таджикистан, соглашения, конвенции и другие международные, региональные и межгосударственные правовые акты, признанные Республикой Таджикистан.

В процессе управления водными ресурсами Таджикистана участвуют Маджлиси Оли Республики Таджикистан, Правительство Республики Таджикистан, Координационный Совет при Правительстве Республики Таджикистан по водно-энергетическим вопросам, министерства, ведомства, местные исполнительные органы государственной власти и общественные объединения.

Министерства, комитеты, агентства и другие учреждения, связанные с управлением водными ресурсами, имеют исполнительские полномочия по реализации водной политики в интересах национальной экономики и водопользователей.

Несмотря на значительные изменения в структуре Правительства Республики Таджикистан и создание новых органов, распределение обязанностей и полномочий в сфере управления водой между различными структурами все еще осуществляется на основе Положения о разграничении полномочий специально уполномоченных государственных органов по регулированию использования и охране вод, утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 4 февраля 2002 года, №39.

**Государственными органами** по управлению водными ресурсами в Республике Таджикистан являются:

- Министерство энергетики и водных ресурсов;
- Министерство сельского хозяйства;
- Министерство здравоохранения и социальной защиты населения;
- Комитет по охране окружающей среды;
- Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне;
- Агентство мелиорации и ирригации;
- Главное управление геологии;
- Служба государственного надзора за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору;
- Государственное унитарное предприятие “Хочагии манзилию коммунали”;
- Открытая акционерная холдинговая компания “Барки Гочик”.

**Водораспределение** на национальном уровне в Таджикистане осуществляется по секторам экономики на основе утвержденного плана водопользования, которая разрабатывается секторами-водопользователями за 3-5 лет. Разрешение на водопользование и лимиты выдаются Комитетом по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Водные отношения осуществляется на основе Положения о разграничении полномочий специально уполномоченных государственных органов по регулированию использования и охране вод, утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 4 февраля 2002года, №39.

### ***2.5. Бассейновое управление и речные бассейны***

Планирование всестороннего распределения воды и развитие водных ресурсов можно обеспечить только в рамках природного водного бассейна, поскольку все работы, осуществляемые в верховьях, оказывают непосредственное влияние на доступ и качество воды в низовьях. Поэтому такая природная единица, или бассейн реки является лучшим индикатором управления водными ресурсами. Бассейн можно описать так: водосборная территория, в которой формируется ток воды взаимосвязанный с другими водо источниками в верховьях и низовьях (море или озеро) и граничащий с ними. В идеальном случае гидрологические границы водосборной территории соответствуют границам бассейнов, но это может быть не во всех случаях.

В связи с этим внедрение бассейнового управления водными ресурсами, являющегося составной частью ИУВР, признаётся одним из основных принципов реформы водного сектора.

Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) – системный процесс, продвигающий скоординированное развитие и

управление водой, землей и связанными с ними ресурсами для максимизации экономической и социальной выгоды в пределах гидрографических границ, увязывающую интересы различных отраслей и уровней водопользования и природопользования, вовлекая все заинтересованные стороны в принятие решений, планирование, финансирование, поддержку и развитие в интересах устойчивого обеспечения потребностей общества и природы. Интегрированное управление означает, что все виды водопользования рассматриваются вместе и взаимозависимы. Поэтому ИУВР представляет собой систематический процесс устойчивого развития, распределения и мониторинга водных ресурсов в контексте социальных, экономических и экологических целей [12, 13, 14].

Процесс ИУВР включает в себя ряд ключевых принципов, которые определяют его практическую сущность. В обобщенном виде эти принципы заключаются в следующем:

- Все виды водных ресурсов (поверхностные, подземные, возвратные) должны быть интегрированы в единую систему управления;
- Юрисдикция водохозяйственных организаций распространяется в пределах гидрографических границ;
- Использование воды должно координироваться в увязке всех категорий водопользователей в рамках одной гидрографической единицы;
- Уровни иерархии, обеспечивающие управление водой, должны быть тесно взаимосвязаны с целью минимизации непродуктивных потерь воды;
- Общественность должна быть вовлечена в процесс принятия решений по управлению водой;
- Доход водопользователей должен быть достаточным для того, чтобы они могли полностью оплачивать расходы по эксплуатации и содержанию системы;
- Финансирование верхнего звена водохозяйственных систем до уровня АВП (Ассоциации водопользователей) должно осуществляться за счет госсредств с последующим увеличением участия водопользователей по мере роста их доходов;
- Охрана водных экосистем должна быть одним из главных приоритетов в деятельности водохозяйственных органов.

Результаты наших фундаментальных и прикладных исследований по изучению опыта ИУВР показывает, что внедрение её принципов на национальном и региональном уровне может способствовать:

- ✓ достижения баланса между различными целями водопользования;

✓ ликвидации политических, экономических и социальных потерь в результате отсутствия или слабого сотрудничества и улучшить взаимное доверие среди заинтересованных сторон;

✓ стимулированию минимизации непродуктивных потерь воды;

✓ улучшению процесса руководства и управления водой;

✓ достижению консенсуса между социальной справедливостью и экономической эффективностью с учетом экологической стабильности

• С учётом гидрологических границ и вышеизложенных условий, речные системы Республики Таджикистан подразделены на пять речных бассейна в качестве управляемых единиц (Рис. 2).

• Таджикская часть бассейна реки Сырдарья состоит из реки Сырдарья и её притоков в границах Республики Таджикистан. Бассейн реки Сырдарья, как единица управления, включает в себя на территории Таджикистана бассейн реки Зарафшан в виде под бассейна. В настоящее время введена поправка и бассейн реки Зарафшан является самостоятельной. Обе реки имеют межгосударственное значение, и управление водными ресурсами реки Сырдарья соответственно регулируется решениями Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии стран Центральной Азии (далее – МКВК).

• Бассейн реки Кафирниган состоит из системы реки Кафирниган и её притоков – Иляк, Сорбо и Варзоб; низовая часть границы бассейна образована за счёт притоков Кафирнигана. В верхнюю часть бассейна реки Кафирниган включен под бассейн реки Каратаг, трансграничной между республиками Таджикистан и Узбекистан и входящий в верховья бассейна реки Сурхандарья.

• Бассейн реки Вахш состоит из реки Вахш и всех его притоков, кроме самой верхней части бассейна, расположенной в Кыргызской Республике.

• Таджикская часть бассейна реки Пяндж включает в себя зону реки Пяндж и его притоков, расположенных в Республике Таджикистан. На севере и западе бассейн граничит с бассейном реки Вахш, а на юге по руслу реки Пяндж, обозначающих границу с Афганистаном.

В рамках реформы водного сектора в каждом бассейне, и при необходимости в под бассейнах будут создаваться соответствующие бассейновые организации, такие как Речные бассейновые организации и Речные бассейновые советы.



Рис. 2.2. Бассейны рек Таджикистана.

## 2.6. Институциональная реформа в водном секторе

Институциональная реформа в водном секторе (с особым вниманием на ирригацию) в основном началась с принятием Указа Президента Республики Таджикистан от 19 ноября 2013 года, №12, в соответствии с которым политические и управляющие функции в водном секторе были отделены от производственно - хозяйственных функций [4].

В соответствии с этим Указом Министерство энергетики и промышленности было преобразовано в Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан и на него были возложены обязанности по ведению политических и управляющих (регулирование) функций в водном секторе, одновременно было образовано Агентство мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан с полномочиями осуществления обязанностей по мелиорации земель и ирригации.

Одновременно в связи с этим Указом постановлением Правительства Республики Таджикистан от 3 марта 2014 года №149 Открытая акционерная холдинговая компания (далее – ОАХК) «Барки Точик», ответственная за эксплуатацию и содержание сооружений подсектора гидроэнергетики была выведена из состава МЭВР.

Так производственно-хозяйственные обязанности, в том числе эксплуатация и содержание водохозяйственных сооружений были полностью выделены из обязанностей Министерства энергетики и водных ресурсов. Министерство стало ответственно только за политику и управление, что соответствует одному из руководящих принципов реформы водного сектора.

Перед принятием вышеупомянутого Указа Президента Республики Таджикистан также был сделан важный шаг по институциональному изменению. В соответствии с постановлением Правительства Республики Таджикистан от 18 мая 2012 года №247 Государственное учреждение “ГУ Таджикобдохот”, функционировавшее при бывшем Министерстве мелиорации и водных ресурсов было передано в состав ГУП “Хочагии манзилию коммунали”. Таким образом, по всей республике вопросы городского и сельского питьевого водоснабжения, и санитарии сосредоточились под контролем одной организации, предоставляющей услуги, что также соответствует принципам реформирования водного сектора.

Институциональная реформа водного сектора предусматривает внесение изменений и дополнений в имеющиеся организации водного сектора и создание новых организаций на национальном, бассейновом и под бассейновом уровнях.

### ***2.7. Использование водных ресурсов в Таджикистане***

Основным фактором социального и экономического прогресса любой страны, в том числе государств Центральной Азии и их стабильное развитие и общей безопасности является их водообеспеченность. В соответствии с данными отчета 2ТП-водхоз в разрезе стран Центральной Азии орошаемое земледелие является основным водопользователем, где в этом секторе водные ресурсы используются до 90%. Орошаемое земледелие обеспечивает занятость более 60% населения и до 30% ВВП региона. Гидроэнергетика как основной водопользователь играет важную роль в развитии экономики Таджикистана и их энергообеспеченность на 90% зависит от водообеспеченности страны, т.е. от водных ресурсов.

Таджикистан является страной, где формируется до 60% водных ресурсов Центральной Азии и обладает огромными, неисчерпаемыми запасами гидроэнергетических ресурсов (527 млрд. кВт.час в год).

Однако, по настоящее время водный сектор Таджикистана имеет ряд проблем.

В Таджикистане самый минимальный показатель обеспеченности орошаемыми землями на душу населения в бассейне Аральского моря – 0,08 га и при нынешних демографических тенденциях этот показатель ежегодно сокращается. Это обстоятельство сказывается на решении вопросов продовольственной безопасности Таджикистана.

Среди стран Центральной Азии на Таджикистан приходится самый минимальный показатель водопользования, т.е. на человека в год приходится всего 1,680 тыс.куб.м., тогда как в Туркменистане 5,31 тыс.куб.м. Запасы водных ресурсов постоянно сокращаются, исчезают малые реки и ежегодные сокращения площади ледников составляют до 1%. При этом доступ к чистой питьевой воде в Таджикистане составляет

52,3% и только 44% городского населения и 5% сельского населения имеют доступ к безопасным средствам санитарии. Гидроэнергетический потенциал пока освоен всего на 3-5 %.

Основными водопользователями в Таджикистане являются питьевое водоснабжение и санитария, гидроэнергетика, орошаемое земледелие, промышленность, рыбное хозяйство, рекреация и окружающая среда. Таджикистан фактически использует всего 17-20% формирующихся на его территории водных ресурсов. В среднем за период проведенных наблюдений (1985-2018 гг.) годовой объём используемых различными отраслями экономики страны водных ресурсов составил от 8,0 до 14,5 км<sup>3</sup>/год.

При ожидаемом повышении среднегодовой температуры к 2030-2050 гг. на 1-2 С биологическая потребность растений в воде (в том числе хлопка, зерновых) увеличится на 3-10%. Учитывая, что объем воды в летний сезон во многих реках в зоне рассеивания стока к этому времени сократится ввиду таяния ледников, следует ожидать дефицита водных ресурсов для орошаемого земледелия. Предполагается, что при ожидаемых параметрах изменения климата, испарение с водной поверхности возрастет на 5-10%, а эвапотранспирация растений увеличится на 10-20%. Это приведет к увеличению оросительной нормы от 22 до 38%.

В ряде долинных районов могут сократиться запасы подземных вод ввиду сокращения их подпитки поверхностными водами и осадками, возрастут энергозатраты на машинный водоподъем. Кроме того, ожидается увеличение мутности воды на реках, в связи с увеличением выпадения осадков в жидком виде и их влияния на эрозию почв. Усилится процесс заиления водохранилищ. Низкий КПД оросительных систем (0,60) при дефиците водных ресурсов может отяготить водную проблему.

**Питьевое водоснабжение и санитария.** Питьевое водоснабжение и санитария являются важнейшим подсектором водного сектора и его развитие считается первостепенным приоритетом Правительства Республики Таджикистан. Объём воды используемый этим подсектором составляет порядка 400 млн.м<sup>3</sup>/в год. Из этого количества 103-105 млн.м<sup>3</sup> используется непосредственно населением. Нужды питьевого водопотребления и санитарии составляют менее 5,0% от общего объёма водопотребления всей страны.

**Состояние:** Обеспеченность населения Таджикистана чистой питьевой водой составляет – 52,3%, - городское население – 90%, - сельское население – 47%. Доступ к централизованным источникам водоснабжения в селе имеется только у 20% населения, а остальные используют воду из различных источников, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям.

**Основные проблемы:** Существующая система питьевого водоснабжения в основном построены 40-50 лет назад и более 50%

водопроводных сетей и насосных станций находятся в нерабочем состоянии; Недостаточное финансирование и несвоевременная плата за услуги водоподачи; Дефицит электроэнергии в зимний период; Недостаточная координация; Нехватка квалифицированных кадров; Отсутствие водомерных приборов и точного учета воды; Неэффективные системы водоснабжения, требуются современные оборудования для снижения потерь воды, систематизации, автоматизации, т.д.; Недостаточно устойчивая законодательная база.

Прогресс за последние годы: Таджикистан выбран в качестве пилотной страной для проведения оценки потребностей по достижению Целей Развития Тысячелетия; Принятие Закона РТ «О питьевой воде и питьевом водоснабжении»; Создание Межведомственного Координационного Совета по обеспечению населения чистой питьевой водой; Обсуждения вопросов питьевого водоснабжения и санитарии в рамках Национального диалога по водной политике в области ИУВР; Включение вопросов питьевого водоснабжения в Стратегию реформирования водного сектора страны; Принята Государственная программа улучшения обеспечения населения Республики Таджикистан чистой питьевой водой на период 2008-2020гг.

**Гидроэнергетика.** Гидроэнергетика является одной из важных сфер водного сектора Таджикистана, составляющая основу энергетического потенциала страны. Из 5414 МВт имеющихся энергетических мощностей страны 4996 МВт или 93% приходится на гидроэнергетику. В годовом производстве электроэнергии доля гидроэнергетики составляет 98-99%. Важной особенностью гидроэнергетики является то, что она, используя потенциальную энергию воды, не осуществляет её безвозвратное потребление. Это не оказывает воздействия на природное качество воды. Ежегодно вода в объёме 30-35 км<sup>3</sup> проходя через гидроэлектростанции страны вырабатывает в целом 16-17 млрд. кВт. часов электроэнергии.

**Сельскохозяйственное орошение.** Сектор орошаемого земледелия в обеспечении продовольственной безопасности страны имеет важное значение. Около 80% сельскохозяйственной продукции обеспечивается за счёт орошаемых земель. Общий объём воды забираемой из всех источников для орошения в среднем составляет 8,0-10,0 км<sup>3</sup>/в год. Более 90% общего объёма водозабора из природных источников используется для нужд орошаемого земледелия.

**Промышленность.** Промышленное производство в начальные годы независимости страны заметно снизилось, но в последние годы стало быстро восстанавливаться. В 1990 году в промышленности было использовано 607 млн.м<sup>3</sup> воды, в данное время общее водопотребление достигло 240-300 млн. м<sup>3</sup>, что равно 2-3% общего водопотребления в стране. Значительная часть воды для промышленности забирается из подземных вод.

**Рыбное хозяйство,** также считается важным подсектором водопотребления. Рыбохозяйственные пруды построены на широких берегах рек или вблизи от их пойм, что уменьшает безвозвратные потери воды. В среднем объём воды, используемый рыбохозяйственными прудами, составляет 90-100 млн.м<sup>3</sup>/в год или 0,8-1,5% от общего объёма водопотребления в стране.

**Рекреация на водах.** Территория страны обладает большим рекреационным потенциалом. В республике выявлено 162 природных ландшафтных водных памятников, зарегистрировано более 200 минеральных источников, 18 грязевых и солёных озёр. Объём используемой воды в рекреационных зонах республики не определён, но известно, что используемая при этом вода, после очистки частично возвращается в источники.

**Окружающая среда.** Использование воды для поддержания окружающей среды играет огромную роль. Несмотря на то, что в настоящее время в республике нет конкретных данных по объёмам использования воды для окружающей среды, известно, что для её устойчивости и развития используются достаточные объёмы воды. В целях охраны окружающей среды в Таджикистане леса, озёра и болотные угодья являются водопользователями.

Таким образом, основным водопотребителем в Таджикистане является сельское хозяйство. Из всех используемых водных ресурсов 11,5 км<sup>3</sup> на долю орошения приходится 9,059, хозяйственно-питьевое водоснабжение 0,431 на сельскохозяйственное 0,609, промышленность потребляет 0,921, рыбное хозяйство 0,459 и на другие нужды 0,022 км<sup>3</sup> (Рис. 2.3, 2.4, 2.5).

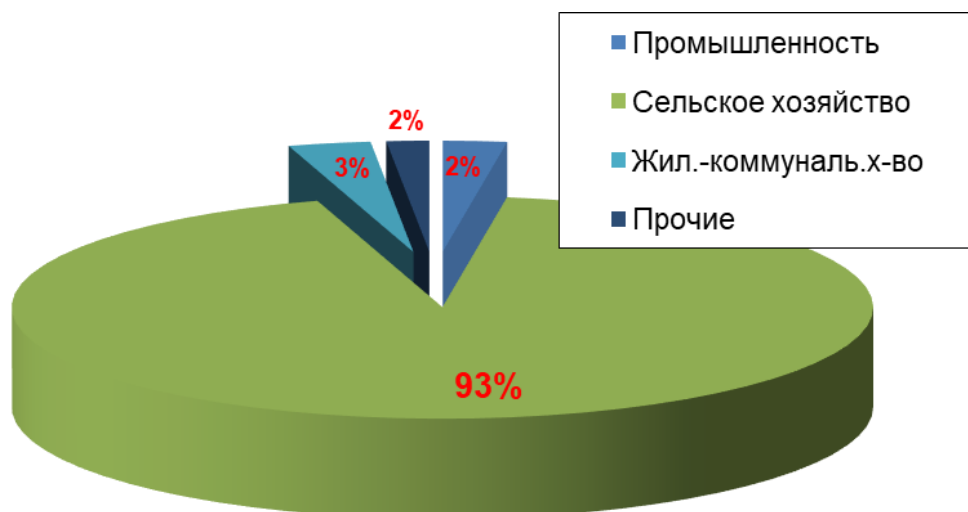


Рис. 2.3. Использование воды по секторам экономики

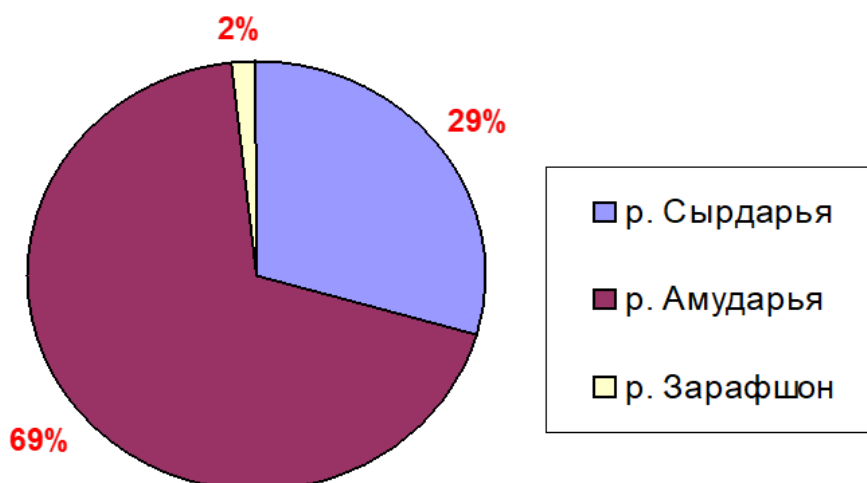


Рис. 2.4. Забор и использование воды по бассейнам Амударьи и Сырдарьи

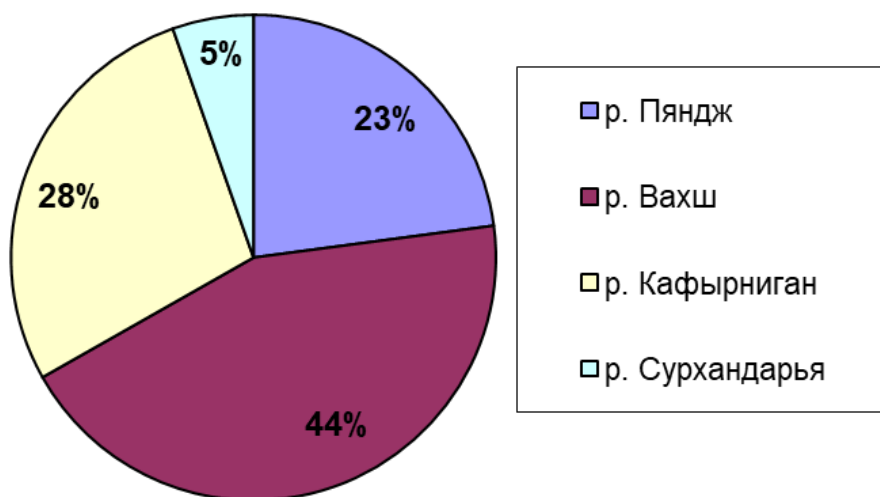


Рис. 2.5. Забор и использование воды бассейна реки Амударья.

### 2.8. Особенности орошаемого земледелия как основного водопотребителя

Орошаемое земледелие – самый продуктивный сектор сельскохозяйственного производства. В Таджикистане 90% продукции сельского хозяйства получают на орошаемых землях. Сельское хозяйство является самым крупным водопотребителем на долю которого приходится до 90% используемых водных ресурсов. В сельском хозяйстве занято около 70% экономически активного населения республики, и его доля в ВВП составляет около 25% [15, 16, 17]

Управление водными ресурсами в орошаемом земледелии в основном ведется Агентством мелиорации и ирригации при Правительстве РТ.

Общее количество пригодных для орошения земель в республике составляет 1,6 млн. га, из них в настоящее время освоено 7761 тыс. га. В последние годы в связи с ограниченными возможностями госбюджета и низким уровнем платежеспособности водопотребителей финансирование отрасли водного хозяйства резко сократилось, например, за период 1992-2018 гг. оно составило от 6 до 15% от нормативных средств. Вследствие этого происходит ухудшение состояния инфраструктуры водного хозяйства и мелиоративного состояния орошаемых земель. Это привело к снижению валовой продукции сельского хозяйства и низкому уровню жизни сельского населения.

Современная ирригационная и дренажная система представляет собой сложную инфраструктуру с точки зрения технической оснащенности и технологии обслуживания, включающая в себя разнотипные водозаборные сооружения, насосных станций различного типа и мощностей: около 515 насосных станций; общей протяженностью 26194 км мелких и крупных ирригационных каналов, 8320,2 км. разного рода дренажных сетей и сооружения, 1823 единиц мелиоративных и ирригационных скважин, 377 единиц подстанций и 145,6 км линий электропередач, 10 водохранилищ ирригационного и энергетического значения, другой вспомогательной инфраструктуры.

Около 60% орошаемых земель по стране обслуживаются самотечными ирригационными системами с гидротехническими сооружениями, построенные в середине прошлого столетия, которые физически изношены на более чем 50%. Значительная часть этих водозаборов построены на не зарегулированных реках, что ежегодно создает проблемы с водозабором, часть водозаборов расположены на территории соседних государств.

Анализ вызовов и угроз безопасности орошаемого земледелия на ближайшую перспективу показал, что:

- Орошаемая площадь Таджикистана за период 1930-2018гг. увеличилась в 5,2 раза, а население более 8 раза. Следовательно, год за годом уменьшается удельная площадь орошаемых земель на одного человека и в настоящее время она составляет 0,08 га/чел.

- Техническое состояние ирригационной и коллекторно-дренажной системы резко снизилось за последние 20 лет из-за не нормативной эксплуатации, что является одним из серьезных вызовов, смягчение которого требует значительных финансовых средств.

- Техническое состояние насосных станций требует серьезной реконструкции. Площадь машинного орошения составляет около 40,0%. В связи с неизбежным повышением тарифов на электроэнергию

рентабельность такого орошения будет снижаться, особенно на верхних ступенях каскадного водоподъема.

- Другим препятствием подачи воды на орошение насосными станциями является систематическое повышение цены на электричество и его нестабильная подача. Из-за поздней подачи электроэнергии весной или раннего отключения осенью, в севооборотах площадью около 110 тысяч гектаров фермеры теряют до 30% потенциального дохода от выращивания ранних овощей и зерновых культур. По этой же причине фермеры теряют доход на 38,0 тыс.га земель, которые орошаются с помощью электрифицированных вертикальных скважин.

- Серьезной проблемой является низкое естественное плодородие многих орошаемых земель, на поддержание высокой продуктивности которых постоянно требуются значительные средства на их мелиорацию и повышение плодородия почв;

- Орошаемые земли, подвешенные к ирригационным тоннелям и дюкерам также находятся под большим риском. Неадекватная эксплуатация этих сооружений привела к повышению риска их внезапного разрушения.

- Воды используется в 1,5-2,0 раза больше по сравнению с научно обоснованными нормами. Это приводит к фильтрации большого объема воды в водоносные слои и подъему грунтовых вод, ухудшению мелиоративного состояния земель и снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

- Планирование и распределение водных ресурсов основано на том, как разделить имеющуюся в наличие воду. Не определяется фактическая потребность воды для выращивания сельскохозяйственных культур. Практически не соблюдается рекомендованные оптимальные режимы орошения сельскохозяйственных культур

- Существуют множество материально-технических трудностей в планировании, эксплуатации и содержании систем водообеспечения.

- Из-за нехватки достаточного количества тарированных водомерных устройств, затруднено осуществление учета и контроля расхода поливной воды. На внутривладельческом уровне практически отсутствует система водоучета;

- Освоение новых земель и развитие орошаемого земледелия затруднено из-за отсутствия всеобъемлющих инвестиционных планов и «Генеральных схем комплексного развития орошаемого земледелия по бассейнам рек Таджикистана».

- Нерациональное использование оросительной воды, ухудшение технического обслуживания гидромелиоративных систем значительно снизило продуктивность водно-земельных ресурсов. Излишнее использование воды привело к заболачиванию и засолению почвы.

- Экономический климат, низкая сельскохозяйственная производительность, неясность финансовых процедур, плохое финансовое

управление хозяйств, привели к тому, что водопользователи не в состоянии платит за услуги по водоподачи [18, 19].

Одним из основных причин низкой урожайности сельскохозяйственных культур является мелиоративное состояние орошаемых земель и нерациональное использование воды. В настоящее время мелиоративное состояние орошаемых земель республики характеризуются следующими показателями:

- Для регулирования уровня грунтовых вод и солевого баланса на орошаемых землях построена довольно разветвленная коллекторно-дренажная сеть (КДС) на площади 327,899 тыс.га. или 43,7% от всей площади орошаемых (749,5 тыс.га ) земель;

- Общая протяженность коллекторно-дренажных систем составляет 13096,2 км. (из них межхозяйственная КДС – 2314,2км.) удельной протяженностью в среднем 36 п.м./га, и с модулем дренажного стока 0,3-0,4 л/с.га. Более 1500км межхозяйственной КДС требует очистки;

- Общее количество гидротехнических сооружений на коллекторно-дренажной сети составляет 328 шт., гидросты 138 шт.;

- Площадь засоления составляет около 100 тыс.га или 13% от общей орошаемой площади. Из них, сильнозасоленные составляет 3985га, средnezасоленные – 18943га и слабозасоленные – 73687га;

- Высокую гидроморфность (грунтовые воды расположены на глубине 1-2м.) имеют 30 тыс.га (4,0%) орошаемые земли;

- В условиях 2014года из-за худшего мелиоративного состояния 56 тыс.га орошаемые земли не были использованы;

- Вероятная предрасположенность к вторичному засолению имеют 310 тыс.га. земель;

- Дренируемая площадь скважинами вертикального дренажа составляет 47,4 тыс. га. Из них в настоящее время из-за отсутствия средств на их восстановление и неритмичной подачи электроэнергии не работают 60%. Из имеющихся 1823 скважин вертикального дренажа около 74% находятся в нерабочем состоянии;

- Каменистые почвы составляют 140 тыс.га, из которых 70 тыс.га находится в сельскохозяйственном обороте;

- Необходимые средства для реабилитации составляет в среднем 96 млн. долл.США;

- Средние удельные затраты для улучшения мелиоративного состояние орошаемых земель составляет – 1200 долл./га

Основные массивы орошаемых земель Таджикистана расположены в межгорных впадинах и речных долинах. Непосредственно на орошаемых полях основным (90% от приходной статьи баланса) и постоянно действующим источником питания грунтовых вод являются фильтрационные потери поверхностных вод. Поступление их в водоносный горизонт осуществляется от ирригационной сети и поливных

земель. При существующем водопользовании на такое питание расходуется 30-50% от общего водозабора в оросительные системы.

Основной задачей этого огромного водохозяйственного комплекса было регулирование водного и солевого баланса орошаемых территорий страны.

К началу 90-х годов коллекторно-дренажная сеть поддерживала нормальный мелиоративный режим орошаемых земель, обеспечивающий их высокую биологическую продуктивность. Резкое снижение эксплуатационных затрат на очистку и ремонт дренажных сооружений в последнее десятилетие привело к значительному ухудшению их технического состояния (до 30% межхозяйственной и 22% внутрихозяйственной КДС) в результате этого в некоторых районах наблюдается процесс ухудшения мелиоративного состояния земель. Необходимо принять экстренные меры по восстановлению коллекторно-дренажной сети, иначе такое положение в ближайшие годы может привести к выпадению из сельхозоборота указанной площади орошаемых земель. По ряду районов такое положение уже наблюдается. Проведение таких работ является одной из главных в ряду неотложных задач по реабилитации орошаемых земель.

Следующим приоритетом в решении проблем мелиорации земель, вслед за восстановлением КДС, является рассоление вторично засоленных земель, для чего необходимо провести капитальные и профилактические промывки. Это потребует дополнительного водозабора для осуществления промывного режима орошения в вегетационный и осенне-зимний периоды.

Мелиорация каменистых земель, также является приоритетным направлением. В условиях малоземелья полное освоение и повышения плодородия каменистых почв приобретает актуальное значение.

Результаты наших исследований по изучению фактической водоподачи и ее структуры при поливах хлопчатника в условиях Согдийской области показали, что в производственных условиях потери воды на каменистых почвах составили: глубинный сброс-45,5%, поверхностный-20,0 и испарение-8,0% от водоподачи.

Повышение коэффициента полезного действия межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных систем, улучшение техники и технологии полива, проведение капитальной и текущей планировки земель и комплексной реконструкции орошаемых земель необходимо решать на основе долговременных программ.

Необходимо создать государственную систему поддержки развития сельского хозяйства, направленную на повышение продуктивности орошаемых земель и оросительной воды.

Водопотребление в орошении определяет функционирование всего водохозяйственного комплекса. Промывные и оросительные нормы зависят от почвенно-климатических, гидрогеологических условий, уклона земель, качества поливной воды, засоленности почв, техники и технологии

полива, структуры посевных площадей, КПД оросительных систем. Существует прямая зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от их водообеспеченности. А эти вопросы в свою очередь зависят от методов управления водой.

В связи с трудностями переходного периода платное водопользование не покрывает нормативные затраты, связанные с подачей воды. Поэтому низкие тарифы на воду недостаточно эффективно стимулируют деятельность водопользователей. Главный стимул водопользователя – получение максимального урожая (прибыли) при наименьших затратах ресурсов (в том числе воды) полностью заработает, когда будет достигнута реальная стоимость водоподачи, хотя бы на уровне себестоимости. Ожидать того, что фермеры, другие сельскохозяйственные водопользователи полностью покроют нормативные затраты по водоподаче в обозримой перспективе было бы неверным. Поэтому необходимо разработка системы экономически обоснованной и стимулирующей фермера поддержки (таможенное, налоговое, тарифное регулирование, субсидирование и т.п.). Концепция по рациональному использованию и охране вод нацеливает на то, чтобы средства государственной поддержки и плата за водоподачу покрывали затраты водохозяйственных организаций. В целях повышения эффективности системы управления водными ресурсами необходимо осуществить переход на метод управления в пределах гидрогеографических единиц, ускорить повсеместное создание ассоциации водопользователей, обеспечит в дальнейшем дифференциацию платежей за воду и ее доставку в зависимости от конкретных условий, развивать разнообразные формы частного, коллективного и акционерного водопользования на основе рыночной водохозяйственной деятельности. Реформировать необходимо с использованием системного подхода, т.е. с учетом всех основных факторов, влияющих на воссоздание новой системы оптимизировать структуры водного хозяйства. При этом необходимо уточнить цели и функции системы с учетом изменившихся условий хозяйствования. Существующая административно-территориальная система управления в условиях рыночной экономики теряет свою первоначальную основу и на практике приводит к снижению эффективности управления системой. В нынешних условиях бассейновая система управления является более эффективной. Это позволит организовать лучшие системы управления обеспечения водой, учета и механизма сбора оплаты за подачу воды, контроля за рациональным использованием воды. С этой целью вводится плата за доставку воды потребителям. Правовая база для этого имеется. В дальнейшем областные и территориальные водохозяйственные эксплуатационные организации трансформируются в бассейновые управления структуры (6-8 объединений) основных водотоков республики.

Нынешние районные государственные управления водного хозяйства укрупнятся по бассейновому признаку и будут образованы оросительные системы, распределяющие воду доводя воду до ассоциации водопользователей. Этими же системами отработанная вода по межхозяйственной коллекторной сети отводятся за пределы орошаемых полей в водоприемники.

Повсеместное создание АВП на территории республики, переход на гидрографический принцип управления водным хозяйством является основой широкого применения принципов ИУВР, как альтернативе чисто командной системе управления.

Вовлечение общественности в управление водными ресурсами намечено начинать с создания Ассоциации Водопользователей (АВП)- как общественная, негосударственная организация, на базе которых могут образоваться будущие структуры водопользователей, к которым постепенно будет переходить основное управление каналом (систем) и в целом водными ресурсами.

Таким образом, рациональное использование оросительной воды путем разработки и внедрения научно-обоснованных режимов орошения, техники полива, улучшения мелиоративного состояния земель и интегрированного управления водными ресурсами, обеспечивающих повышение продуктивности орошаемого земледелия имеет важное социальное, экономическое и природоохранное значение.

### ***2.9. Водосбережение – основа рационального использования водных ресурсов***

В условиях дефицита водных ресурсов и установленного лимита на воду, требуется рациональное использование оросительной воды путем усовершенствования принципов почвенно-мелиоративного и гидромодульного районирования, разработки и внедрения научно-обоснованных режимов орошения и установления водопотребления сельскохозяйственных культур, применение прогрессивных водосберегающих технологий орошения, улучшения мелиоративного состояния земель, а также разработка и внедрение новых, прогрессивных способов техники и технологии орошения, и их оптимизации, обеспечивающих повышение урожайности, увеличение выхода продукции с поливного гектара и введение в оборот новых орошаемых земель имеет важное научно-прикладное значение.

Специальные исследования по оценке различных методов и выявление наиболее экономически выгодных путей получения (экономии) дополнительного объема воды и финансовых затрат показали следующие результаты (табл. 2.1)

Таблица 2.1. Средневзвешенные затраты на получение дополнительного (экономного) 1000 м<sup>3</sup> объема воды разными приемами (Пулатов Я.Э., 2000).

№ п/п	Методы получения воды	Затраты, долл. США
1	Опреснение минерализованных вод	1000±250
2	Реабилитация гидромелиоративных систем	800±100
3	Территориальное перераспределение	750±200
4	Очистка сточных вод	120±20
5	Регулирование водохранилищ	70±20
6	Внедрение водосберегающих технологий	3±2

Результаты расчета показали, что самым дешевым оказался внедрение водосберегающих технологий орошения, который составил всего 3÷5 долл США на получение 1000 м<sup>3</sup> воды.

Водосбережение является выгодным вариантом, по сравнению с созданием новых водохранилищ и водозаборных сооружений, часто требующих высоких финансовых, социальных и экологических затрат (Всемирная комиссия по плотинам, 2000). «Реальное водосбережение» (Келлер и др., 1996) подразумевает, что мы снижаем потери воды на одной территории и высвобождаем воду для ее полезного использования где-то еще. По существу, посредством реального водосбережения вода перебрасывается от использования при небольшой или отрицательной выгоде к использованию с большей выгодой. Например, снижение объема дренажных вод, которые оказывают негативное воздействие на экологическую ситуацию ниже по течению, и предоставление этой воды для полезного использования, скажем, в питьевом водоснабжении, представляет собой реальное водосбережение в бассейновом масштабе.

Во многих регионах реальное водосбережение является важным механизмом увеличения продуктивности воды. Ярким примером является Китай. Водоохранилище Занг Хе, расположенное в бассейне реки Янцзы, было построено прежде всего для орошаемого сельского хозяйства. С течением времени водохранилище стало также удовлетворять растущие требования на воду для промышленности и питьевого водоснабжения. Лица, управляющие водой – фермеры, ирригационные службы и управления водных ресурсов – смогли высвободить воду из сельского хозяйства для удовлетворения данных требований. Уровни производства остались стабильными с течением времени, несмотря на такую массивную переброску воды из сельского хозяйства. Производство большего количества риса меньшим количеством воды – улучшение продуктивности воды – стало возможным при помощи политики, управления и технологических изменений (Ежегодный отчет IWMI).

Следовательно, основными задачами водосбережения являются:

- экономия оросительной воды;
- увеличение эффективности использования оросительной воды;

- повышение продуктивности использования водно-земельных ресурсов.

Методы водосбережения разделяется: на гидротехнические (водоучет, водооборот, режим орошения, техника полива, промывные и влагозарядковые поливы, повторное использование сбросных вод, регулирование стока и т.д); на агротехнические (структура орошаемых площадей, обработка почвы, повышение плодородия почвы, борьба с непроизводительными потерями воды, лесонасаждение и т. д.); организационные (платное водопользование, организация и дисциплина водопользования, тренинг и т. д.).

Предложенные учеными и практиками водосберегающие приемы, техника и технологии полива сельскохозяйственных культур в зависимости от капиталоемкости разделяются на 2 группы.

#### 1 - водосберегающие технологии, требующие малые затраты.

- соблюдение рекомендованных оптимальных режимов орошения и оптимальных элементов техники бороздкового полива;
- поливы по ступенчато-повышаемому коэффициенту фильтрации;
- поливы по коротким бороздам;
- поливы с переменными струями.
- применение субирригации;
- зигзагообразные микроборозды;
- использование маловлагодоемных, засухоустойчивых сортов с/х культур;
- глубокое рыхление с оборотом пласта;
- применение люцерновых севооборотов
- создание искусственных экранов;
- применение гидрогелей и полимеров

#### 2 - водосберегающие технологии, требующие большие затраты:

- капельное орошение;
- дождевание, синхронно-импульсное дождевание;
- подпочвенное и внутрипочвенное орошение;
- различные виды микроорошения.

Мировой опыт показывает, что продуктивность использования воды зависит от применяемой технологии орошения сельскохозяйственных культур.

Технология орошения сельскохозяйственных культур в свою очередь связан с почвенно-рельефными условиями территории, с принятым способом орошения, с видом сельскохозяйственных культур и другими факторами. Так из 4-х существующих способов орошения поверхностный бороздковый наибольшее применение имеет в аридной зоне, способ полива дождеванием в гумидной зоне и в зоне недостаточного увлажнения. Капельное – в странах, где наблюдается острый дефицит

оросительной воды. Подпочвенное (внутрипочвенное) из-за трудности в эксплуатации не нашло широкого применения во всем мире.

В Центрально-Азиатских странах как аридная зона наибольшее применение нашло поверхностно- бороздковый полив сельскохозяйственных культур (90% площади). Только в Кыргызстане и Казахстане в наибольших масштабах зерновые и овощные культуры поливаются дождеванием.

Республика Таджикистан имея различные природно-хозяйственные зоны от обеспеченных осадками испаряемость -800 мм, богарных земель до субаридных зон, где испаряемость более 1600 мм в год на 99% орошаемой площади полив осуществляется по бороздам.

Следовательно, мероприятие направленное на повышение КПД системы в комплексе проблем рационального использования оросительной воды имеет первостепенное значение.

Таким образом, внедрение водосберегающих технологий и технических средств орошения является важным условием водосбережения. Поэтому назрела необходимость постепенного перехода к применению водосберегающих технологий орошения с привлечением иностранных инвесторов, в первую очередь на фермерских и дехканских хозяйствах республики.

### ***2.10. Управление сточными водами и качества воды***

Основными загрязнителями водных источников являются: Коммунально-бытовые стоки; Промышленные стоки; Коллекторно-дренажные стоки; Другие загрязнители.

**Коммунально-бытовые стоки.** Загрязнение поверхностных и подземных вод происходит из-за износа и неудовлетворительного технического состояния значительной части коммунально-очистных сооружений (КОС). Контроль за качеством сброса стоков из КОС-ов проводится Центром аналитического контроля Комитета по охране окружающей среды при Правительстве РТ и его подразделениями в областях. Анализ работы КОС-ов показывают, что 41,2 % - работает неудовлетворительно и напрямую сбрасывают недостаточно очищенные стоки в водные объекты.

Основные проблемы:

- Более 80% сооружений очистных станций канализационных стоков изношены и нуждаются в реконструкции, а оборудование в замене;
- Фактически поступление стоков превышает проектную мощность станций, что влечет недоочистку стоков (Варзоб, Айни, Ганчи, Матча, Восе и др);
- В 18 поселковых центрах отсутствует канализационная сеть и станция очистки канализационных стоков;
- Многие КОС расположены в водоохранной зоне рек и имеется риск размыва их в период паводков.

**Коллекторно-дренажный сток** составляет значительный объем возвратных вод в реки и ежегодно составляет 3,5-4.0 млрд.м<sup>3</sup> или около 40% объемов водозабора на цели орошения, из которых около 0,35 млрд.м<sup>3</sup> используется повторно для орошения сельскохозяйственных культур. Качество коллекторно-дренажных вод зависит от степени засоленности почв и минерализации грунтовых вод. К счастью, значительная часть орошаемых земель Таджикистана (около 75%) относятся к незасоленным и возвратные воды КДС не сильно ухудшают качество вод рек. По официальным данным состояние орошаемых земель в республике следующее: Хорошее состояние – 75%; Удовлетворительно – 19%; Неудовлетворительно – 6%;

Наблюдение за динамикой изменения подземных вод проводятся на 2575 скважинах режимной сети и на 444 региональной сети. Наблюдения проводятся с целью оценки и контроля мелиоративного состояния орошаемых земель. Из-за нехватки насосно-силового оборудования, заиливания скважин, неритмичной подачи электроэнергии, 50% этих скважин не работают. Регулирование коллекторно-дренажного стока связано с уровнем технологии орошения – чем современнее технология, тем меньше объем КДС. Анализ данных по оценке технического состояния КДС показывает, что основная причина неудовлетворительного состояния является заиливание коллекторно-дренажной сети, а для вертикальных электрифицированных скважин – это нехватка погружных насосов, трансформаторов и водоподъемных труб.

**Промышленный сток** в связи с отсутствием значительного роста промышленности не значительно влияет на качество вод. Существенное влияние на качество вод оказывают полигоны твердых отходов, которые занимают площадь 1,2 тыс. га, в том числе:

- отходы коммунально-бытовые – 67 шт, общей площадью – 253,92 га;
- отходы ядохимикатов – 2шт, 7,40 га;
- отходы горнорудных предприятий – 32 шт., 876.03 га.

Следует отметить, что из существующих 22 хвостохранилищ 14 находится в удовлетворительном состоянии, а 8 требует срочной реабилитации. В наиболее неудовлетворительном состоянии находится три хвостохранилища и отвалы в районе г. Табашар, г. Адрасман и г. Чкаловск (Дигмайская возвышенность). На этих объектах и близлежащих территориях имеется экологический риск. Это возникает при разрушении хвостохранилища вследствие ветровой эрозии, селей и размывов водами временных сезонных потоков.

**Рекомендации:** По мере оздоровления экономики страны и при технической помощи международных организаций на перспективу будут выполнены следующие мероприятия:

- Разработка национальной Программы охраны поверхностных и подземных вод от загрязнений;

- Реконструкция и строительства природоохранных инженерных объектов, КОС в промышленных и сельхоз предприятиях;
- Организация постов учета и контроля за количеством и качеством всех вод, особенно сбросных и коллекторно-дренажных вод;
- Внедрение водосберегающих и почвоохранных технологий орошения (дождевальная, капельная, трубчатая и др.);
- Установление и соблюдение порядков использования и охраны водоохранных зон (полос) водоемов, зоны санитарной охраны водных источников;
- Формирование общественного мнения по вопросам рационального использования и охраны водных ресурсов;
- Реабилитация существующих и организация новых производственных лабораторий по контролю за качеством сточных вод;
- Разработка и применение критерии качества воды для различных водопользователей на национальном и региональном уровнях;
- Реализация Государственной программы «Безопасная питьевая вода» и привлечение инвестиций на восстановление и развитие инфраструктуры;
- Усиление возможностей санитарно-эпидемиологической службы по осуществлению контроля качества питьевой воды.

### ***2.11. Рекомендации по улучшению управления водными ресурсами и адаптации в условиях климатических изменений***

Адаптационные меры должны учитывать особенности всех секторов, связанных с использованием водных ресурсов:

**Водоснабжение.** Рекомендуются:

Максимальное снижение потерь воды, связанных с утечками из трубопроводной сети; Доведение водопотребления населения до установленных норм; Введение водооборота; Снижение норм водоподачи; Введение лимитированной водоподачи; Проведение разъяснительной работы среди населения; тренинги населения по многократному использованию воды в быту.

**Ирригация и дренаж.** Рекомендуются следующие мероприятия:

разработка Долгосрочной Стратегии широкого внедрения водосберегающих технологий поливов; планирование строительства мощностей для производства водосберегающих технологий; повышение КПД оросительных каналов; применение дифференцированных и стимулирующих к водосбережению тарифов водоподачи хозяйствам; увеличение доли использования подземных вод; строительство селезащитных, противопаводковых гидротехнических сооружений для уменьшения стихийных бедствий: расширение зоны лесов в водосборных зонах рек; разработка влагоудерживающих технологий обработки почв; выращивание маловлаголюбивых сельскохозяйственных культур;

применение приемов снегоудержания, проведение яхобных поливов в сочетании с глубокой вспашкой.

**Промышленность.** В промышленности основным методом адаптации является применение системы водооборота, которая и сейчас является основным требованием предъявляемым к водоемким технологиям.

#### **Охрана водных экосистем**

- биологическая и химическая очистка сточных вод;
- осуществление почво-мелиоративных, агролесомелиоративных и агротехнических мероприятий для обеспечения экологической безопасности;
- ограничение хозяйственной деятельности в особо охраняемых природных территориях;
- ужесточение экологической экспертизы проектов связанных с использованием воды в зонах острого дефицита водных ресурсов.

Мероприятия по адаптации экономики каждой страны к изменениям климата зависят от технических и экономических возможностей. Потому все водосберегающие мероприятия и проекты в Таджикистане имеют региональное значение и при их инвестировании этот фактор должно учитываться странами региона и инвесторами.

#### **Гидроэнергетика.**

Без обеспечения полноценного доступа населения и отраслей экономики к электроэнергии становятся практически невыполнимыми Цели устойчивого развития – 2030.

В связи с этим гидроэнергетика должна развиваться по следующим основным направлениям:

- гидроэнергетика должна иметь комплексное значение и развиваться в интересах электроэнергетики, ирригации, защиты от паводков, рыбного хозяйства, рекреации, технического и бытового водоснабжения;
- развитие гидроэнергетики в Таджикистане должно полностью обеспечить собственные потребности и увеличить возможности экспорта электроэнергии;
- повышение эффективности использования вырабатываемой электроэнергии и ориентация на собственные ресурсы в долгосрочной инвестиционной политике;
- проведение политики, обеспечивающей компенсацию услуг и ущербов, связанных с регулированием стока для ирригации в Центральной Азии;
- модернизация и реконструкция всех действующих гидроэлектростанций и объектов энергосистемы;
- развитие регионального и в целом международного сотрудничества по освоению водно-энергетических ресурсов Таджикистана.

## ***2.12. Региональные водные отношения в области управления и использования водных ресурсов***

В XX веке Центральная Азия столкнулась с одним из самых больших катастроф – усыханием Аральского моря. За период с 1960г. по 2000г. орошаемая площадь в регионе увеличилась почти в два раза, достигнув более 8 млн. га. Площадь орошения, в основном, увеличилась в странах низовья, более равнинные территории которых предоставляли наилучшие условия для развития орошаемого земледелия. Вследствие этого вдвойне увеличился и забор воды из Амударьи и Сырдарьи, что привело к резкому сокращению притока в Аральское море и, соответственно, его обмелению. На сегодня море потеряло более 90% своего прежнего объема и более 80% площади, что, в свою очередь, породило массу проблем не только экологического, но и социально-экономического характера.

Масштабы кризиса Аральского моря огромны и, как неоднократно было отмечено, давно уже перешагнули рубежи Центральной Азии. Сегодня Центрально-азиатский регион также сталкивается с новыми вызовами, среди которых особую тревогу вызывают изменение климата и рост населения, которые с одной стороны приводят к сокращению запасов водных ресурсов, а с другой к росту водопотребления.

Очевидно, что рост населения приведет и к росту водопотребления. Согласно некоторым расчетам, к 2030 г. рост водопотребления в Центральной Азии составит 15–20% от нынешнего. А если учесть сокращение речного стока вследствие влияния изменения климата на этот же период, то ситуация становится весьма критической. Уже сейчас ресурсы естественного стока в бассейне Аральского моря исчерпаны полностью, и хозяйство региона развивается в условиях нарастающего дефицита воды. В настоящее время суммарное их использование составляет 130-150% в бассейне реки Сырдарья и 100-110% в бассейне реки Амударья. Следовательно, особо ощутимым будут последствия влияния изменения климата на сельское хозяйство, и, особенно, на орошаемое земледелие, потребляющее более 90% водных ресурсов региона. Между тем, водный и энергетический дефицит год от года все острее ощущается в регионе. В связи с изменением климата в регионе все чаще наблюдаются аномальные погодные явления – засушливые года и продолжительные зимние морозы, которые наглядно демонстрируют, что в регионе существует серьезный недостаток мощностей как для выработки электроэнергии, так и надежного регулирования водных ресурсов.

Образовывая почти 60% водного стока рек бассейна Аральского моря, Таджикистан щедро делится водными ресурсами с соседями. Так, из 64 км<sup>3</sup> формирующейся на ее территории воды страна использует лишь 10-11 км<sup>3</sup>, что составляет 10% от общего стока бассейна. И это в то время, когда удельные показатели страны по объему воды и орошаемой площади на душу населения в Центральной Азии являются самыми низкими.

Таджикистан наряду с другими странами региона ежегодно выделяет дополнительные объемы воды для поддержки экологических систем Приаралья и Аральскому морю. Так за 1992-2018гг. Аральскому морю и Приаралью в среднем выделялось 12,1 км<sup>3</sup> воды в год, что несколько больше годового лимита Таджикистана.

Самым приоритетным видом водопользования в стране является питьевое водоснабжение и санитария, однако, по важности в обеспечении экономического развития все виды уступают гидроэнергетике. Гидроэнергетический потенциал Таджикистана оценивается в 527 млрд. кВт.ч в год, что в три раза превышает нынешнее электропотребление стран Центральной Азии. По общим потенциальным запасам гидроэнергоресурсов Таджикистан занимает восьмое место в мире, после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады. По удельным показателям гидроэнергетического потенциала на один квадратный километр территории (3696,9 тыс.кВт.ч. в год/км<sup>2</sup>) и на душу населения (65,9 тыс. кВт.ч. в год/чел.) страна занимает соответственно первое и второе места в мире.

Современное использование гидроэнергетических ресурсов позволяет вырабатывать в Таджикистане около 17 млрд. кВт. часов электроэнергии в год, что составляет порядка 3% от имеющегося потенциала. Доля гидроэнергетики в общей схеме топливно-энергетического баланса страны составляет более 98%.

Основными потребителями электроэнергии в стране являются промышленность, сельское хозяйство, транспорт и связь, хозяйственно-бытовой сектор. В принципе, именно эти сектора и являются ключевыми для экономического развития, о чем свидетельствует структура ВВП страны.

### ***2.13. Вододеление в Центральной Азии***

Распределение водных ресурсов бассейна Аральского моря Центрально-азиатскими странами базируется на Схемах комплексного использования водных ресурсов (СКИВР) бассейнов рек Амударья (1987г.) и Сырдарья (1984г.). В указанных схемах вододеления, в первую очередь, рассматривалось ирригационная направленность стран низовья (с учетом низкого КПД оросительных систем и безвозвратных потерь воды) и фактически возвратная гидроэнергетическая (принцип уходящего стока, в том числе для ирригации) для стран верховья. Согласно расчетам, объем располагаемых водных ресурсов, слагающихся из поверхностных, подземных и повторно используемых сбросных и коллекторно-дренажных вод (из стран верховья), составил 133,64 км<sup>3</sup>/год. В процентном отношении этот объём был распределен следующим образом: Республика Казахстан – 11,4%, Республика Кыргызстан – 4%, Республика Таджикистан – 10,7%, Туркменистан – 20,3% и Республика Узбекистан – 53,6% (табл.2.).

Таблица 2.2. Лимиты для забора водных ресурсов с бассейна Аральского моря странами ЦА согласно СКИВР [20, 21].

Страна	Бассейн Амударьи		Бассейн Сырдарьи		Всего	
	км <sup>3</sup> /год	%	км <sup>3</sup> /год	%	км <sup>3</sup> /год	%
Казахстан	-	-	15,29	31	15,29	11,44
Кыргызстан	0,42	0,5	4,88	9,89	5,3	3,97
Таджикистан	10,63	12,60	3,66	7,42	14,29	10,69
Туркменистан	27,07	32,1	-	-	27,07	20,26
Узбекистан	46,2	54,79	25,49	51,68	71,69	53,64
Всего	84,32	100	49,32	100	133,64	100

*Источник:* Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов р. Амударьи (1987г.), Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи (1984г.)

Объемы, приведенные в таблице 2, относятся ко всему бассейну Аральского моря, включая бессточные реки Зеравшан и Кашкадарю, и учитывают, как повторно используемые воды (в основном из стран верховья), так и неизбежные затраты, и потери стока, включая и отборы в Афганистан в объеме 2,10 км<sup>3</sup> и санитарный попуски по рекам Амударья и Сырдарья.

Схемами также были установлены объемы водных ресурсов для забора непосредственно из ствола рек Амударья и Сырдарья с 90% обеспеченностью на уровне полного исчерпания водных ресурсов. Вододеление с непосредственным забором воды из ствола рек Амударьи и Сырдарьи предусматривало забор воды в объеме 84,19 км<sup>3</sup> (63% от располагаемых водных ресурсов) со следующей пропорцией между странами: Казахстан - 10,01 км<sup>3</sup> (11,9%), Кыргызстан – 0,79 км<sup>3</sup> (0,9%), Таджикистан – 11,31 км<sup>3</sup> (13,4%), Туркменистан – 22,0 (26,1 км<sup>3</sup>) и Узбекистан – 40,08 км<sup>3</sup> (47,6%).

**Лимиты водозабора** на основании Протокола № 566 от 10 сентября 1987г Заседания Научно–технического совета Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР (г. Москва) для Амударьи и на основании Протокола № 413 от 7 февраля 1984 года Заседания Научно-технического совета Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР (г. Москва) для Сырдарьи при 90% водообеспеченности приводится в таблице 3.

*Таблица 2.3. Вододеление (лимиты) между странами Центральной Азии, согласно СКИВР.*

Страны	Бассейн Амударьи		Бассейн Сырдарьи		Всего БАМ	
	млрд. м <sup>3</sup>	%	млрд. м <sup>3</sup>	%	млрд. м <sup>3</sup>	%
Казахстан	0,0	0,0	10,01	44,12	10,01	11,9
Кыргызстан	0,40	0,60	0,39	1,72	0,79	0,9
Таджикистан	<b>9,50</b>	<b>15,40</b>	<b>1,81</b>	<b>7,98</b>	<b>11,31</b>	<b>13,4</b>
Туркменистан	22,00	35,80	0,0	0,0	22	26,1
Узбекистан	29,60	48,20	10,48	46,19	40,08	47,6
Всего	61,50	100,0	22,69	100,0	84,19	100

*Источник:* Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов р. Амударьи (1987г.), Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи (1984г.)

Справедливым такое вододеление назвать очень трудно. После приобретения независимости, основываясь на принципах взаимного уважения и добрососедства, согласились принять эти схемы за основу в сфере использования водных ресурсов. Это закреплено *Соглашением между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников (г. Алматы, 18 февраля 1992 г.)* и Нукусской Декларацией Глав государств Центральной Азии, принятой 20 сентября 1995г. в г. Нукус (Узбекистан) на Международной Конференции ООН по устойчивому развитию (Обязательства, Часть I. Приверженность принципам устойчивого развития: «Мы согласны с тем, что Центрально-азиатские государства признают ранее подписанные и действующие соглашения, договоры и другие нормативные акты, регулирующие взаимоотношения между ними по водным ресурсам в бассейне Арала, и принимают их к неуклонному исполнению»). [22, 23].

Однако, необходимо учесть, что при этом предполагалась разработка новой стратегии вододеления в регионе, которая, к сожалению, до сих пор не выполнена. Сделанные несколько попыток в этом направлении по разным причинам не увенчались успехом.

Другая сторона этой проблемы заключается в том, что страны верховья заинтересованы в максимальном сбросе воды в зимнее время, когда потребности в электроэнергии очень высоки, а страны низовья нуждаются в том же максимальном сбросе воды в летний период для орошения земель. Страны верховья практически не располагают освоенными углеводородными ресурсами, и основным источником обеспечения энергетической и в целом социально-экономической

безопасности являются водные ресурсы. Так, в Таджикистане 98% потребляемой электроэнергии вырабатывается гидроэлектростанциями. Естественно, что противоречия интересов не рационально и безвозвратно используемой водные ресурсы ирригации и экологически чистой водовозвратной гидроэнергетики приводят и к противоречиям между странами верховья которые не располагают углеводородными ресурсами и наоборот богатые углеводородными ресурсами страны низовья.

В Таджикистане вопросы водodelения рассматриваются не однозначно и являются дискуссионным. Однако, большинство экспертов считают, что назрела необходимость пересмотра критерий водodelения и лимитов водных ресурсов на уровне бассейнов рек межгосударственного значения, т.е. пересмотра межгосударственного водodelения, которые основываются на утвержденных документах периода СССР (1974, 1978, 1985 г...).

Внутри республики, на национальном уровне в связи с переходом на рыночные отношения, платного водопользования, изменения агротехнологии, сортов и других изменений, также необходимо пересмотреть нормы водопотребления и режимы орошения сельскохозяйственных культур, которые разработаны 80-е годы прошлого столетия и применяются по настоящее время.

Анализ показал, что результаты выполненных региональных программ за последнее 30 лет (GEF, SPEKA, RETA6163...) по вопросам разработки межгосударственных соглашений по рациональному использованию водных ресурсов в бассейнах рек Амударья и Сырдарья в основном заканчивались на декларативной ноте с протоколами разногласий. До настоящего времени отсутствуют общепринятые и общедоступные принципы водodelения между странами Центральной Азии. Другим фактором пересмотра межгосударственного водodelения на перспективу считается возрастания потребности Афганистана в воде. Для достижения региональной водной безопасности необходимо учесть баланс интересов водопотребителей всех стран региона на основе взаимовыгодного водного сотрудничества.

Учитывая важность вопроса о водodelении на национальном и региональном уровнях и полярность суждений по большинству из вопросов, касающихся межгосударственного водodelения необходимо организовать комплексные и системные исследования по этому вопросу.

В связи с тем, что страны верховья (Таджикистан и Кыргызстан) еще не ратифицировали, а страны низовья (Казахстан, Узбекистан и Туркменистан) приняли Международную водную конвенцию (Хельсинки, 1992) необходимо разработать новую **Региональную конвенцию или водную доктрину**, охватывающую весь спектр водных отношений стран Центральной Азии, включая Афганистан. Это предполагает

необходимость активизации межгосударственного водного сотрудничества.

Необходимо признать эффективность ранее заключенных межгосударственных соглашений (двусторонние и многосторонние соглашения) по водным проблемам. Благодаря созданным и действующим региональным организациям (МКВК, ИК МФСА, МКУР) за 30 лет страны Центральной Азии не имея водных конфликтов, совместно решают возникшие проблемы и успешно управляют водными ресурсами. Хотя, многие эксперты считают, что существующие региональные организации требуют реформирования и некоторые межгосударственные соглашения являются неэффективными.

#### **2.14. Органы управления водой в странах Центральной Азии**

В странах Центральной Азии управление водными ресурсами осуществляется различными государственными структурами (министерств, комитетов, агентств и их территориальные подразделения), которые имеют различный статус, и они постоянно реорганизуются (табл. 2.4).

*Таблица 2.4. Органы руководства и управления на различных уровнях водной иерархии в странах ЦА [24].*

<b>Казахстан</b>	<b>Кыргыз- стан</b>	<b>Таджик- истан</b>	<b>Туркмен- истан</b>	<b>Узбекистан</b>
<b>Межотраслевой уровень</b>				
Межведомственный совет по водным ресурсам при Правительстве	Национальный водный совет при Правительстве	Водохозяйственный совет при Министерстве энергетики и водных ресурсов	Водохозяйственный совет при Госкомитете по водному хозяйству.	Водохозяйственный совет при Министерстве водного хозяйства
<b>Отраслевой уровень</b>				
Комитет по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов	Государственное агентство водных ресурсов при Правительстве	Министерство энергетики и водных ресурсов Агентство мелиорации и ирригации при Правительстве.	Госкомитет по водному хозяйству.	Министерство водного хозяйства

<b>Межбассейновый уровень</b>				
			Управление «Гарагумдерья сувходжалык»	Управления эксплуатации и крупных магистральных систем
<b>Бассейновый (областной) уровень</b>				
Бассейновые инспекции Областные управления (филиалы) РГП «Казводхоз»	Бассейновые управления водного хозяйства	Областные государственные управления водного хозяйства	Областные (велоятские) управления водного хозяйства	Бассейновые управления ирригационных систем
Бассейновые советы	Бассейновые советы	-	-	Бассейновые советы
<b>Уровень ирригационных систем</b>				
-	-	Государственные управления магистральных каналов	Управления эксплуатации и каналов.	Управления ирригационных систем
Районные производственные участки	Районные управления водного хозяйства	Районные государственные управления водного хозяйства	Районные (этрапские) управления водного хозяйства	Районные отделы ирригации
<b>Низовой (локальный) уровень</b>				
Сельскохозяйственные производственные кооперативы	Ассоциации водопользователей и их Союзы	Ассоциации водопользователей	Объединения крестьянских (дайханских) хозяйств	Ассоциации водопотребителей

### **2.15. Плата за ирригационные услуги**

Переход на принципы интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии предусматривает внедрение рыночных принципов для снижения спроса на воду. Платное водопользование внедрены: в Казахстане с 1994 г, в Кыргызстане с – 1999 г, в Таджикистане с 1996 г. В настоящее время затраты на эксплуатации и технического обслуживания объектов выше областных структур финансируются за счет средств государственного бюджета, а объектов системного (районного) уровня – как из средств государственного

бюджета, так и за счет средств, поступающих от водопользователей в качестве платы за ирригационные услуги водохозяйственных организаций (табл. 2.5).

Таблица 2.5. Тарифы на ирригационные услуги в странах Центральной Азии (2019 г.)

Страна	Поставщик в/х услуг	Тарифные ставки	
		Нац.валюта	Долл. США*
Казахстан	ВХО	16,135 тенге/м <sup>3</sup> (машинная водоподача)	4,15 цент/м <sup>3</sup>
		29,5 тиын/м <sup>3</sup> (самотеком)	0,074 цент/м <sup>3</sup>
	СПК	1600–2500 тенге/га	4,1–6,43 \$/га
Кыргызстан	ВХО (РУВХ)	3 тыйына/м <sup>3</sup>	0,043 цент/м <sup>3</sup>
	Союз АВП	4 тыйына/м <sup>3</sup>	
	АВП	400–800 сом/га	6–11 \$/га.
Таджикистан	ВХО	2 дирама/м <sup>3</sup>	0,21 цент/м <sup>3</sup>
	АВП	40–120 сомони/га	4–12 \$/га
Туркменистан	ОДХ	3% от урожая ФХ	
Узбекистан	АВП	25–50 тыс. сум/га	2,6–5,2 \$/га

\* Курс долл. США: \$1=388,62 тенге (Казахстан), \$1=70 сомов (Кыргызстан), \$1=9,52 сомони (Таджикистан), \$1=9,5 тыс. сум (Узбекистан)

Анализ показал, что фактические поступающие средства за ирригационные услуги, во всех странах Центральной Азии значительно ниже тех средств, которые необходимы для покрытия существующих потребностей на эксплуатации и технического обслуживания объектов. Это привело к слабому стимулирующему воздействию платного водопользования на повышение качества управления водой и стимулирование водосбережения на уровне поля. Сложной проблемой является повышение тарифных ставок на водные услуги, так как она зависит от платежеспособности водопользователей и не учёт этого фактора может привести к социальной напряженности.

### 2.16. Управление водными ресурсами на межгосударственном уровне и соглашения

\* **Соглашение о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраны водных ресурсов (Алматы 1992г.).** Принято 18 февраля 1992 года в г. Алматы в целях сохранения стабильности в межгосударственных водных отношениях, бесконфликтного и согласованного управления водными ресурсами бассейна Аральского моря. Подписано руководителями водохозяйственных отраслей пяти

государств Центральной Азии. Этим соглашением стороны приняли решение создать Межгосударственную координационную водохозяйственную комиссию (МКВК) с исполнительными органами БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья».

Оно является основой современного управления водными ресурсами в бассейне Аральского моря, которым пять стран Центральной Азии согласились уважать сложившуюся в советское время структуру и принципы вододеления.

**\*Нукуская Декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря (1995г.).** Принята 20 сентября 1995 года, на Международной конференции ООН по устойчивому развитию государств бассейна Аральского моря главами государств ЦА. Декларацией главы Центрально-Азиатских государств подтвердили, что признают ранее подписанные и действующие соглашения, договора и другие нормативные акты, регулирующие взаимоотношения между ними по водным ресурсам в бассейне Арала, и принимают их к неуклонному исполнению.

**\*Соглашение по бассейну Аральского моря, достигнутое на встрече глав государств Центральной Азии в марте 1993 г. в Кызыл – Орде (Казахстан).** Соглашение между Казахстаном, Кыргызстаном, Таджикистаном, Туркменистаном и Узбекистаном, а также Российской Федерацией (наблюдатель) «О совместных действиях по решению проблем Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона» (Кзыл-Орда, 26 марта 1993 года).

**\*Решение по бассейну Аральского моря, принятое на встрече глав государств Центральной Азии в январе 1994 г. в Нукусе.** 11 января 1994 года в г.Нукусе было принято решение глав государств Центральной Азии об утверждении Программы конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря (ПБАМ -1) на ближайшие 3-5 лет с учетом социально-экономического развития региона. Программой предусматривалось выработка общей стратегии вододеления, рационального водопользования и охраны водных ресурсов в бассейне Аральского моря, а также подготовка проектов межгосударственных правовых и нормативных актов, регулирующих вопросы совместного использования и защиты вод от загрязнения с учетом социально-экономического развития региона.

**\*Соглашение от 1998 года по бассейну Сырдарьи.** Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья (г. Бишкек, 17 марта 1998 г.). Таджикистан присоединился к этому соглашению 17 июня 1999 года. Соглашение предусматривает обеспечение согласованных режимов работы гидроэнергетических объектов и

водохранилищ Нарын-Сырдарьинского каскада, осуществление подачи воды для ирригационных нужд.

**\*Международный Фонд Спасения Арала (МФСА)** создан в соответствии с решением глав государств Центральной Азии, принятым 4 января 1993 года в г. Ташкенте.

Основной задачей Фонда является финансирование и кредитование совместных практических действий и перспективных программ и проектов спасения Арала, экологического оздоровления Приаралья и бассейна Аральского моря в целом с учетом интересов всех стран региона.

Учредителями МФСА являются страны Центральной Азии: Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Туркменистан и Республика Узбекистан.

Постоянно действующим исполнительным органом Фонда является Исполнительный Комитет (Исполком). Исполком является юридическим лицом со статусом международной организации.

На 63-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН 11 декабря 2008 года принята резолюция A/RES/63/133, согласно которой Международному Фонду Спасения Арала был предоставлен статус наблюдателя.

**\*Международная Координационная Водохозяйственная Комиссия (МКВК)** Центральной Азии по проблемам регулирования, рационального использования и охраны водных ресурсов межгосударственных источников создана во исполнение подписанного 18 февраля 1992 г. в г. Алматы Соглашения между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Таджикистан, Туркменистаном и Республикой Узбекистан. Комиссия является коллективным, паритетным органом государств Центральной Азии, осуществляющим свою деятельность на основе равенства, справедливости и консенсуса мнений. Согласно решениям глав государств Центральной Азии от 23 марта 1993 г. и 9 апреля 1999 г. МКВК и ее подразделения, включая НИЦ МКВК, входят в состав Международного Фонда спасения Арала (МФСА) и имеют статус международных организаций.

Основными задачами МКВК являются определение единой водохозяйственной политики, разработка ее основных направлений, программ по увеличению водообеспеченности бассейнов рек и мер по их реализации и др.

#### **Среди ключевых достижений МКВК:**

- обеспечение стабильности в использовании вод из межгосударственных источников, что способствовало сохранению мира во взаимоотношениях между странами ЦА;
- четко отработанная система ежегодного и сезонного планирования распределения водных ресурсов между странами и ежедекадного их контроля;
- портал CAWater-Info, содержащий свыше 64 гигабайт информации по водной, земельной, энергетической и экологической тематике, а также

информационная система по использованию водно-земельных ресурсов в бассейне Аральского моря (CAWater-IS), содержащая свыше 150 параметров с 1980 года;

- разработаны и успешно внедряются в образовательный процесс учебные программы и модули по направлениям: «Интегрированное управление водными ресурсами», «Совершенствование орошаемого земледелия», «Международное водное право и политика» и «Региональное сотрудничество на трансграничных реках».

- разработаны и внедрены на площади 130 тыс. га на территории Ферганской долины (Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан) основные принципы интегрированного управления водными ресурсами, которые позволили резко сократить забор воды в каналы оросительных систем при увеличении урожайности сельхозкультур и росте доходов;

- успешно внедрена система автоматизации и дистанционного контроля за комплексом сооружений верхнего течения р. Сырдарья, которая позволила за счет постоянного контроля за изменением расходов воды в реке и каналах вместо трехкратных замеров по обычной практике добиться сокращения непроизводительных потерь с 10 до 2%. В достижении данных успехов большое значение имели партнерские отношения с ШУРС, которое способствовало и поддерживало финансово внедрение ИУВР и автоматизацию управления;

- освоение дистанционных методов мониторинга использования водных и земельных ресурсов при технической и финансовой поддержке Германии и создание инструмента по мониторингу эффективности использования воды в ЦА WUEMoCA.

**\*Научно-информационный центр Международной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК) Центральной Азии основан в 1993 году.**

НИЦ МКВК является аналитическим и информационным органом по вопросам разработки принципов и путей перспективного развития водного хозяйства Центрально-азиатского региона, совершенствования управления и улучшения экологической ситуации в бассейне Аральского моря.

НИЦ МКВК осуществляет свою деятельность совместно с сетью научных и проектных организаций пяти стран ЦА, имеет национальные филиалы в трех Центрально-азиатских республиках (в т.ч. в Таджикистане), которые, в свою очередь, организуют научный и информационный обмен на национальном уровне.

**\*Бассейновые водохозяйственные объединения «Амударья» и «Сырдарья» (БВО «Амударья», БВО «Сырдарья»)** являются исполнительными и межведомственными контрольными органами Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (МКВК) стран Центральной Азии.

БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья» осуществляют подачу установленных МКВК лимитов водных ресурсов в бассейнах рек

Амударья и Сырдарья с целью обеспечения водой народного хозяйства и населения стран региона Центральной Азии. БВО осуществляют эксплуатацию водозаборных сооружений, гидроузлов, водохранилищ совместного пользования, межгосударственных каналов и других объектов, находящихся на балансе объединений, при соблюдении природоохранных требований и проведении мероприятий по улучшению экологической обстановки.

### ***2.17. Программы бассейна Аральского моря с 1992 по 2019 гг.***

С 1991 по 2019 годы в ЦА работало много международных партнеров по вопросам водных ресурсов, среди которых специализированные учреждения и структуры ООН (ПРООН, ФАО, ЕЭК ООН, ЭСКАТО ООН, ЮНЕСКО, РЦПДЦА); банки развития (Всемирный банк, Азиатский банк развития, Евразийский банк развития, Исламский банк развития), агентства международного развития Канады, Германии, США, Великобритании, Нидерландов, Норвегии, другие международные организации и страны-доноры (ОБСЕ, Европейская Комиссия), а также частные фонды (фонд Ага-Хана, Фонд Сороса). Предполагалось, что общая направленность региональных проектов будет определяться в программах бассейна Аральского моря (ПБАМ), разрабатываемых совместно странами и международными партнерами, но, как показала история, не всегда получалось этого достичь на практике.

**ПБАМ-1.** В июне 1998 г. в Париже была организована встреча доноров, на которой была выработана Программа бассейна Аральского моря (ПБАМ-1). В составе этой программы было предусмотрено 8 компонентов и 19 проектов, в результате которых были заложены основные инструменты и механизмы МКВК, включая основные положения региональной водной стратегии; информационная система водных ресурсов (WARMIS); система оценки продуктивности орошаемых земель (WUFMAS); управление коллекторно-дренажным стоком; усиление гидрометеорологической сети. Знаменательным элементом явилось то, что в начале 2000-х был проведен конкурс по водосбережению в рамках проекта GEF, который был распространен в 8 областях на 142 объектах, в т.ч. 25 райводхозов, 12 АВП, 47 крупных хозяйств и 58 фермеров во всех странах региона.

**ПБАМ-2.** В 2002 году начала разрабатываться «Программа конкретных действий по улучшению экологической и социально-экономической ситуации в бассейне Аральского моря на период 2003-2010 годы (ПБАМ-2)», которая была утверждена Правлением МФСА 28 августа 2003 года. В ПБАМ-2 вошли 14 приоритетных направлений, объединенных в 4 блока: водохозяйственный, социально-экономический, экологический и мониторинг окружающей среды. В ходе ее реализации было освоено около двух миллионов долларов США, при этом донорская помощь не превышала 1% от всей суммы [25]. По оценкам донорских

организаций, по итогам тщательного внутреннего анализа Исполкома МФСА, ПБАМ-2 по многим позициям осталась нереализованной [26].

**ПБАМ-3.** В апреле 2009 года прошел Саммит глав государств учредителей МФСА в г. Алматы, на котором было поручено разработать новую программу ПБАМ и повысить эффективность деятельности МФСА в работе с донорами. Несмотря на сложные отношения между странами, Исполком МФСА в Казахстане сумел организовать успешную подготовку и согласование с донорами ПБАМ-3, которая была утверждена Решением Правления МФСА 15 мая 2012 г. и включала в себя четыре основных направления: комплексное использование водных ресурсов; экологическое направление; социально-экономическое направление; совершенствование институционально-правовых механизмов.

Также в этот период большая часть региональных водных проектов стала реализовываться не органами МКВК, а через Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА), изначальный мандат которого был на экологические вопросы. Это значительно снизило вовлеченность и ответственность членов МКВК в части отбора, одобрения и мониторинга реализации водных проектов.

Следует отметить, что, несмотря на заявление о поддержке ПБАМ-3 со стороны доноров, на момент завершения работы Исполкома МФСА в Казахстане было начато только 5 региональных проектов. После передачи ПБАМ-3 Исполкому МФСА в Узбекистане (2013-2016 гг.) было осуществлено еще 9 проектов. Общая сумма реализованных проектов по ПБАМ-3 составила 96,7 млн. долларов США. В то же время за счет национальных средств на ноябрь 2016 г. было профинансировано 374 проекта на общую сумму более 13 млрд. долл.<sup>1</sup> [27].

**ПБАМ-4.** В июне 2016 года председательство в МФСА перешло в Туркменистан, который обозначил в качестве своего приоритета разработку совместно со странами ЦА новой фазы Программы действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ-4). 23 августа 2018 г. правлением МФСА была одобрена Концепция по разработке ПБАМ-4, которая сохранила четыре ключевых направления ПБАМ-3, а именно: комплексное использование водных ресурсов; экологическое; социально-экономическое; совершенствование институционально-правовых механизмов. Для разработки ПБАМ-4 была сформирована Региональная рабочая группа из представителей министерств и ведомств, а также представителей МКУР и МКВК. По состоянию на декабрь 2019 года проведено три заседания региональной рабочей группы (16-17 мая 2018 г, 30-31 июля 2019 г. и 28 ноября 2019 г. в Ашхабаде).

---

<sup>1</sup> Отчет о деятельности Международного Фонда спасения Арала в 2013-2016 гг.  
[http://cawater-info.net/library/rus/ifas/report\\_ifas.pdf](http://cawater-info.net/library/rus/ifas/report_ifas.pdf)

*В 2020 году начался второй этап председательства Таджикистана в МФСА, в течение которого Таджикистан также представил ряд предложений мировому сообществу. 29 июня 2021 года Правлением МФСА была утверждена 4-я Программа бассейна Аральского моря. Программа включает в себя 34 малых и больших проектов национального и регионального характера, и подписание программы со стороны стран Центральной Азии означает, что все страны поддерживают эти проекты. Исполнительный комитет МФСА уже начал работу с партнерами по развитию по этому вопросу. ИК МФСА намерен в октябре 2021 года провести донорское заседание в Душанбе и широко представить 4-ю Программу бассейна Аральского моря для привлечения средств партнеров по развитию для реализации проектов этой программы.*

### ***Основные выводы и заключение***

– Приоритеты для научно-исследовательских работ в области управления и использования водных ресурсов на национальном и региональном уровнях:

– Разработка регионального и национального планов поэтапного внедрения принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в бассейнах рек Центральной Азии на научной основе, соблюдая интересы экономического, социального и экологического развития;

– Проведения совместных исследований по анализу и оптимизации взаимосвязи воды, энергии, продовольствия и экологии (НЕКСУС) в разрезе бассейнов рек Центральной Азии;

– Разработка Центрально-азиатской субрегиональной Водной доктрины, учитывая универсальные принципы водной политики с учётом интересов стран бассейна Аральского моря, всех водопотребителей и водопользователей в условиях роста народонаселения, глобальных изменений климата и развития секторов экономики;

– Разработка и внедрение инновационных водосберегающих технологий полива для минимизации влияния глобального изменения климата, рационального использования и охраны водных ресурсов на перспективу, борьбы с деградацией, засухой и опустыниванием;

– Разработка государственной программы для обеспечения водной, продовольственной, энергетической и экологической безопасности стран и реализации их на основе достижений науки, современной техники и новейших технологий;

– Проведение институциональных исследований по усовершенствованию законодательной, нормативно-правовой, организационной, технической и экономической базы управления, использования и охраны водных ресурсов на национальном и региональном уровнях;

– Разработка согласованных критериев и методик решения межгосударственных водных проблем, правил управления и водопользования, вододеление, водонормирование по бассейнам рек Центральной Азии;

– Создание и развитие базы данных и национальной водно-информационной системы с целью эффективного управления, планирования и использования водных ресурсов;

– Оценка водопользования в странах Центральной Азии показывает, что при интенсивном (без увеличения орошаемых площадей) методе развития водные ресурсы будут исчерпаны к 2030-2040 годы.

– В условиях малоземелья Таджикистана основными проблемами освоения новых земель и перевода всего клина на орошаемое земледелие связаны с следующими барьерами: сложным рельефом территории (93% горы); высокая стоимость водоподачи, использование каскадов насосных станций; ресурсоемкость освоения богарных склоновых земель; выделение больших средств на строительство дополнительной инфраструктуры (дороги, связь и т.д.).

– В настоящее время обеспеченность земельными ресурсами в регион составляет 0,11 га на человека, а в Таджикистане самый минимальный – 0,08 га/чел и это является крайне недостаточным. Бурное развитие секторов экономики, особенно орошаемого земледелия и демографического роста населения, важным стратегическим вопросом является освоение новых орошаемых земель, а это в свою очередь диктует привлечение дополнительных источников воды в условиях лимитированного водопользования.

– Учитывая природные катаклизмы, климатические изменения и экологические катастрофы, связанные с глобальным потеплением в мире, особенно интересов стран Европы, ВЕКЦА и Центральной Азии, реализация проекта переброски части Сибирских рек в Центральную Азию на перспективу заслуживает особого внимания. В этом деле можно использовать огромный опыт Китая по перераспределению стока с юга на север. Согласно анализу «*Диагностический доклад...*» на строительство предполагаемого гигантского водохозяйственного и инфраструктурного комплекса потребуется не менее 10-15 лет, что опять выводит нас на уровень 2045-2050 гг., когда население региона превысит 150 млн. чел. Без этого проекта регион будет обречён на острую конкуренцию в пределах 800-900 м<sup>3</sup> на чел. в год, что почти в 3 раза меньше, чем в настоящее время (1).

– Нынешняя ситуация и пессимистический прогноз на будущее с учетом национальных, региональных и глобальных интересов, обязывает менять свое отношение к водным проблемам и разработать новые инновационные решения и новые подходы к водопользованию и водных отношений.

– Альтернативой может быть только внедрение «зелёных технологий» в ирригации, интегрированного управления водными ресурсами на национальном и региональном уровнях, строительство водохранилищ, повышение КПД водопроводящих систем и совместное содержание заинтересованными государствами гидротехнических сооружений регионального значения.

– Одним из основных методов рационального использования водных ресурсов в условиях нарастающего её дефицита и нагрузки, а также деградации орошаемых земель является переход на внедрение водосберегающих технологий. Страны региона должны иметь государственную программу по водосбережению, программу по внедрению основных принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) на основе рыночных механизмов хозяйственной деятельности и государственной поддержки.

– Политика рационального использования водных ресурсов как основная водная стратегия должна быть принята всеми странами на национальном и региональном уровнях, чтобы преодолеть надвигающийся водный дефицит (2035–2040гг) в регионе. В этом плане велика роль науки и за 30 лет годы независимости Таджикистана учеными разработаны и рекомендованы для использования труды по вопросам водосбережения, управления и рационального использования водных ресурсов на национальном и межгосударственном (трансграничном) уровнях:

– По мере социально-экономического развития центральноазиатских стран, укрепления их суверенитетов выявляются ряд позиций, которые требуют усовершенствования существующих Соглашений и принятия новых. Не определен международный правовой статус межгосударственных водных объектов. Еще не продвинулось принятие общего порядка распределения водных ресурсов Центральной Азии.

– По водно-энергетическим проблемам необходимо разработать новое соглашение и учесть: объём компенсации за услуги по накоплению воды, эксплуатация и содержание водохранилище должны определяться исходя из условия обмена электроэнергией в дефицитный зимний период.

– Кардинальным разрешением конфликта между ирригацией и гидроэнергетикой является не ограничение деятельности какой-то одной из этих сфер или подчинение одной другой, а разработка новой схемы использования с учетом удовлетворения потребностей водопользователей, в т.ч. ныне игнорируемых (экология, рыбное хозяйство и др.). Для гидроэнергетики это будет означать увеличение производства дешевой и экологически чистой энергии. Для ирригации – это повышение глубины многолетнего регулирования стока и обеспеченности уже освоенных земель, а также возможность освоения новых.

– Нашим странам необходимы комплексные соглашения, в первую очередь водно-энергетические соглашения, регулирующие основные проблемы между нашими странами. Такие соглашения могут заложить основу устойчивого сотрудничества и стимулировать разработку соглашений по другим направлениям управления водными ресурсами.

– Все водопотребители должны работать в тесном взаимодействии для повышения эффективности внедрения принципов ИУВР. А ведь главным в этом принципе должны быть равные права в использовании водных ресурсов всех водопользователей – экология, ирригация, энергетика, промышленность, рыбное хозяйство и коммунальное водоснабжение. Пожалуй, приоритетным можно считать только последнего водопотребителя – это потребности человека в питье, приготовлении пищи и санитарии.

– Для оптимизации системы управления водными ресурсами на национальном уровне необходимо будет осуществить постепенный переход на системный метод управления в пределах гидрографических, а не административных единиц, ускорить повсеместное создание ассоциацией водопользователей, внедрить в практику управление спросом воды, обеспечить дифференциацию платежей за воду и её доставки в зависимости от конкретных условий, развивать разнообразные формы частного, коллективного и акционерного водопользования на основе рыночной водохозяйственной деятельности.

– В международном плане межгосударственные водные отношения исходят пока из состоявшегося в советский период вододеления между Центрально-Азиатскими республиками на основе присущих тому времени технико-экономических обоснований. Но в нынешних условиях, когда бездействует компенсационный механизм, сглаживавший неравномерное вододеление и покрывавший затраты на содержание водохозяйственного комплекса регионального значения, вододеление советского периода не может отвечать национальным интересам Таджикистана. Поэтому на межгосударственном уровне необходимо разрабатывать и установить новые принципы вододеления с компенсационным механизмом. Кроме этого необходимо предусмотреть также компенсационные долевые платежи для предотвращения вредного воздействия вод в зоне формирования стока.

– Для полного внедрения экономического механизма водопользования необходимо разработать закон прямого действия о плате за воду наподобие закона о плате за землю, что положительно скажется на повышении уровня собираемости платы за водные ресурсы и услуги по подаче воды потребителям, конкретном закреплении государственной поддержки с уточнением принципов бюджетного финансирования, тарифной, кредитной и налоговой политики.

– Ученые водного сектора признавая неопределимое значение воды для развития, обеспечения мира, стабильности и экологической устойчивости,

также глубокого понимания нарастающих водных проблем вложат все усилия для решения задач, вытекающих из концепции Международной декады «Вода для устойчивого развития, 2018-2028гг.», региональных и национальных программ.

### **ЧАСТЬ 3. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Управление водными ресурсами - динамичный, никогда не прекращающийся процесс, протекающий в соответствии с определенными социальными законами и правилами которые необходимо учитывать в деятельности связанной с комплексным использованием и охраной водных ресурсов, осуществляемый с учетом и внедрением комплекса технологических, социально-экономических и экологических факторов; планированием рационального использования, охраны и эксплуатации водных ресурсов с учетом разумной достаточности; составлением кадастров водных ресурсов; борьбы с опасными гидрологическими процессами (наводнения, сели и т.д.); реабилитации существующих и применение современных гидротехнических сооружений различного назначения и обеспечения их безопасной эксплуатации и т.д..

Управление водными ресурсами - это искусство подать требуемый объем воды с приемлемым качеством в требуемое место и в требуемое время при организованном использовании технологических и прочих ресурсов для оказания и оплаты водохозяйственных услуг. На наш взгляд данное определение необходимо несколько расширить. В частности, в задачи управления необходимо включить следующие положения: обеспечение населения качественной водой; осуществление водоотвода использованной воды; применение безопасных гидротехнических сооружений; обеспечение безопасности населения и секторов экономики при возникновении рисков связанных с водой (наводнения, сели и т.д.); минимизация разрушений водной стихией и т.д. Таким образом, водохозяйственный комплекс, в том числе гидротехнические сооружения (ГТС), должен эффективно и безопасно обеспечивать сектора экономики и население потребными водными ресурсами [1].

Таджикистан - горная страна (93%) с отметками абсолютных высот от 300 до 7495 м, занимая площадь 142,6 тыс. км<sup>2</sup>, расположен в центре Евразийского континента. Специфическая орография и климат способствовали тому, что Таджикистан является центром крупного современного оледенения в Центральной Азии (ЦА). Климат - резко континентальный. Абсолютный минимум температуры -63<sup>0</sup>С, (Восточный Памир), а абсолютный максимум +47<sup>0</sup>С (Айвадж), т.е. амплитуда колебаний - более 100<sup>0</sup>С. Озёра – 1300шт. с объемом 46,3 км<sup>3</sup>, из них 20 км<sup>3</sup> пресной воды. Ледники - около 9 тыс. км<sup>2</sup>, являются, вместе с вечными снегами, источником питания рек бассейна Аральского моря. Среднегодовая сумма осадков - 760 мм в год. Гидрографические области в

РТ образуются горными системами и их ответвлениями, формируя две речные системы - Амударью и Сырдарью. Реки, постоянные и сезонные водотоки – 947шт. Возобновляемый водный сток в среднем составляет 64 км<sup>3</sup> в год – 55.4 % формирования среднемноголетнего поверхностного стока БАМ. Бассейн р. Амударья – 62,9 млрд. м<sup>3</sup>, а бассейн р. Сырдарья – 1,1 млрд. м<sup>3</sup>.

В последние годы, климатическая изменчивость и изменения требуют срочных мер по обеспечению устойчивости и адаптации к этим изменениям, включая улучшение прогнозирования, повышение внимания вопросам уменьшения ущерба от наводнений, оползней, селей, совершенствования управления верховьями бассейнов, в том числе с применением ГТС [2].

Устойчивое развитие экономики Республики Таджикистан (РТ) достигается за счет учета ограниченности водного ресурса, экологически допустимого воздействия на речные бассейны, а также безусловности комплексного управления водными ресурсами (формирование, охрана, потребление и пользование) и обеспечения безопасности водохозяйственной инфраструктуры в целом и безопасности гидротехнических сооружений в частности. В Таджикистане, в связи с отсутствием практически значимых источников углеводородного сырья, а также с учетом того, что основой сельского хозяйства является орошаемое земледелие, сохранению и развитию водохозяйственной инфраструктуры связанной с ирригацией и гидроэнергетикой уделяется значительное внимание.

Изменения русловых процессов, локальные и бассейновые изменения качества воды, интенсификация экстремальности природного и антропогенного воздействия, усиливающиеся на фоне изменения хозяйственных и климатических условий, являются основной характеристикой последних десятилетий. При этом предотвращение или снижение угрозы опасных процессов в основном обеспечивается на основе мониторинга водного законодательства, уровня водообеспеченности, водных объектов, объема водопотребления и водопользования. В настоящее время водохозяйственная инфраструктура работает безаварийно, но для ряда сооружений, особенно тех, которые были построены 30-50 и более лет назад, требуется существенная реконструкция. В основном это гидротехнические сооружения - плотины, сопрягающие, водопроводящие, регулирующие, защитные сооружения, а также ГТС расположенные на водохранилищах.

Следует отметить что, вид, типы эксплуатируемых, проектируемых и строящихся гидротехнических сооружений расположенных в разных, резко друг от друга отличающихся условиях предопределяет применения адекватных мер и средств по обеспечению их устойчивой и безопасной эксплуатации, в общей системе водохозяйственной инфраструктуры страны.

В последние десятилетия происходит нарастание экстремальности природного и антропогенного характера связанных с изменениями расходов и уровней воды, русловых процессов, в том числе нередко локальные и бассейновые проблемы изменения качества воды. Вместе с тем, риски негативного воздействия вод могут усилиться в новых климатических и хозяйственных условиях. Предупреждение или уменьшение рисков опасных гидрологических явлений во многом зависит от эффективности мониторинга состояния водных объектов, водохозяйственной инфраструктуры, водного законодательства и характера водопотребления и водопользования.

Многие факторы, в том числе: огромная амплитуда изменения высот и большие уклоны рек; широкое распространение горных пород, подверженных интенсивному выветриванию; слабо развитый растительный покров; частые весенние ливни и селевые потоки; а также антропогенная деятельность (нерегулируемый выпас, вырубка лесов, богарное земледелие), являются причинами возникновения экстремальных воздействий отрицательно влияющие на уровень функционирования водохозяйственной инфраструктуры и обеспечения безопасности гидротехнических сооружений в Таджикистане.

Одним основных компонентов системы управления водными ресурсами являются технически сложной в инженерном отношении инфраструктурой, водохозяйственные сооружения различных отраслей экономики (ирригация, водоснабжение, гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство и т.д.), связанные с водопользованием и водопотреблением водных ресурсов включающие в себя:

- **сооружения регулирования речного стока:** водохранилища суточного, сезонного и многолетнего регулирования, наливные водохранилища и пруды, подпорные и водораспределительные гидроузлы для организации водозабора и перераспределения стока рек;

- **сооружения для территориального перераспределения водных ресурсов:** каналы внутри - и межбассейнового перераспределения речного стока;

- **сооружения по защите от вредного воздействия вод (наводнений, селей, разрушений берегов):** водохранилища, плотины, дамбы обвалования, противоселевые гидротехнические сооружения и берегоукрепительные сооружения.

Проектирование, строительство и эксплуатация ГТС должно отвечать требованиям безопасности (как для природной среды, так и для хозяйственных объектов человека), рационального использования водных ресурсов, а также экономической целесообразности. Особенно важно выполнение этих требований в условиях стихийных бедствий (наводнений, землетрясений), когда на гидротехнические сооружения одновременно воздействуют внешние факторы природного и техногенного характера.

Выбор места строительства, конструкции и тип ГТС возводимые на различных водотоках, обеспечение мер защиты и гидроэкологической безопасности, должны сопровождаться комплексным учетом разнообразных задач как в процессе проектирования, строительства так и, при их эксплуатации. Экологически совершенные оросительные системы и ГТС, с наименьшим антропогенным воздействием на окружающую среду, способствуют улучшению гидроэкологической обстановки в районе их действия.

В настоящее время в Республике Таджикистан (РТ) функционируют боле 7099 гидротехнических сооружений различного назначения (рис.1,2,3,4), в том числе эксплуатируются 36 крупных гидротехнических сооружений, около 350 ирригационных водозаборных сооружений средней мощности [3,4]



Рис. 3.1. Расположение ГТС на севере Таджикистана, (CAREWIB)  
Крупные каналы и гидротехнические сооружения (расходом 10-100м<sup>3</sup>/с)

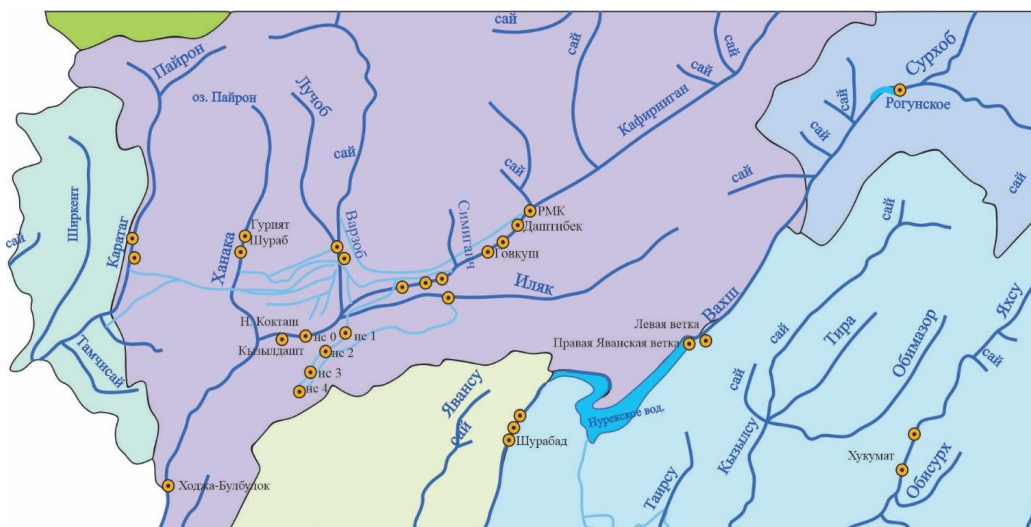


Рис. 3.2. Расположение ГЭС в Центральной части Таджикистана, (CAREWIB)

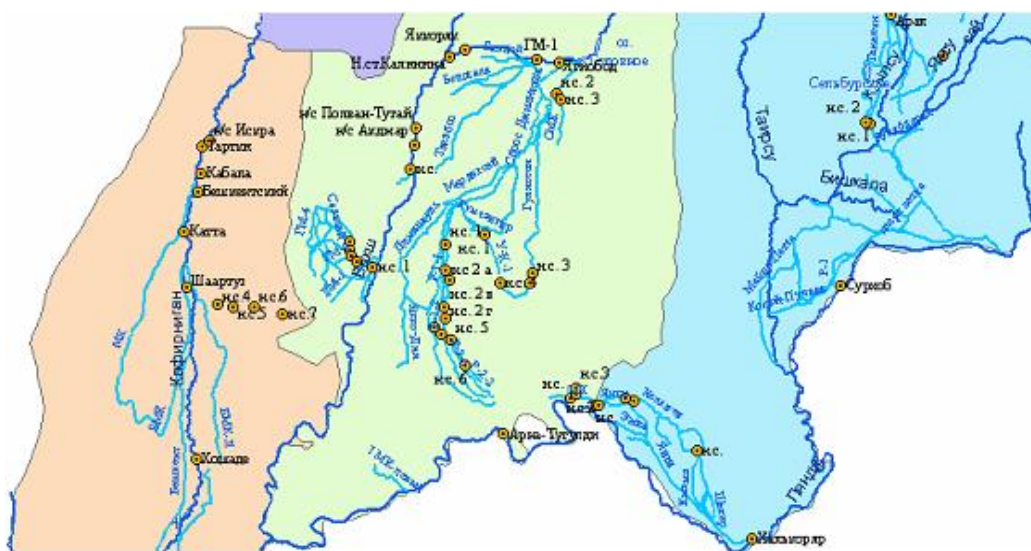


Рис. 3.3. Расположение ГЭС в южном Таджикистане (CAREWIB)



11.	Берегозащитные дамбы и селеотводящие тракты	км.	более 2000
12.	Точки распределения воды	шт.	5455
13.	Крупные каскады насосных станций, для освоения предгорья	шт.	225
14.	Коллекторы и дрены	км.	2310

**Источник:** *Агентство мелиорации и ирригации при Правительстве РТ*

Государственными органами по управлению водными ресурсами в Республике Таджикистан являются: Министерство энергетики и водных ресурсов; Министерство сельского хозяйства; Министерство здравоохранения и социальной защиты населения; Комитет по охране окружающей среды; Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне; Главное управление геологии; Служба государственного надзора за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору; Агентство мелиорации и ирригации; Государственное унитарное предприятие "Хочагии манзилию коммунали"; Открытая акционерная холдинговая компания "Барки Точик". В сотрудничестве с государственными институтами в области управления водными ресурсами свою деятельность осуществляют общественные объединения: Ассоциации водопользователей (АВП) и Федерации АВП в Таджикистане являются специализированными общественными объединениями, имеющими право содержать и управлять внутрихозяйственные оросительные и коллекторно-дренажные системы [2].

Гидроэнергетика является одной из важных сфер водного сектора Таджикистана, составляющая основу энергетического потенциала страны. Из 5414 МВт имеющихся энергетических мощностей страны 4996 МВт или 93% приходится на гидроэнергетику. В годовом производстве электроэнергии доля гидроэнергетики составляет 98-99%. Ежегодно вода в объёме 30-35 км<sup>3</sup> проходя через гидроэлектростанции страны вырабатывает в целом 16-17 млрд. кВт. часов электроэнергии. Сектор орошаемого земледелия в обеспечении продовольственной безопасности страны имеет важное значение. Около 80% сельскохозяйственной продукции обеспечивается за счёт орошаемых земель. Общий объём воды забираемой из всех источников для орошения, в среднем, составляет 8,0-10,0 км<sup>3</sup>/в год. Более 90% общего объёма водозабора из природных источников используется для нужд орошаемого земледелия [2]. Пригодные к орошению земли в стране оцениваются в 1570 тыс. гектаров. Вместе с тем, в РТ при богатых водных ресурсах ощущается резкий дефицит поливных земель.

Недостаток орошаемых площадей связан с тяжёлыми рельефно-географическими условиями. При этом, сельскохозяйственные земли составляют 32,1 процента территории страны [5].

В водохозяйственный комплекс РТ входят водный фонд и водохозяйственная инфраструктура – русловые сооружения обеспечивающие регулирование и территориальное перераспределение стока, воспроизводство водных ресурсов, сооружения защиты от вредного воздействия вод, группа сооружений технолого-биологического социально-гигиенического водо-пользования, а также очистки и отвода сточных вод. Функционально - это элементы водообеспечения, водопотребления и водопользования [6].

Рассматривая историю развития гидротехнического строительства в РТ следует отметить, что начало данному процессу было положено в тридцатых годах прошлого столетия. В таблице 3.2 приведена хронология строительства ГТС в Таджикистане, а в таблице 3.3 основные характеристики крупных гидроузлов

*Таблица 3.2. Хронология строительства крупных ГТС в Таджикистане*

<b>№</b>	<b>Название гидротехнического сооружения</b>	<b>Год ввода</b>
1	Плотинное Головное Водозаборное Сооружение Вахшского магистрального канала (Головная ГЭС)	1931-39
2	ГЭС Перепадная на Вахшском магистральном канале	1931-39
3	ГЭС Центральная на канале Мардатсай (ВОС)	1931-39
4	Плотинное головное водозаборное сооружение Большого Гиссарско-го Канала (БГК)	1942
5	Плотина, берегозащитные сооружения водохранилища «Бахри Точик»	1956
6	Плотина Фархадского гидроузла с водозаборами на Кировский, Верхнее- и Нижне Дилварзинские каналы	1958
7	Плотины Сельбурского и Муминабадского наливных водохранилищ	1965
8	Плотина Байпазинской ГЭС	1968
9	Плотина Каттасайского и Даганасайского наливного водохранилищ	1970
10	Плотина Нурекского водохранилища	1972
11	Плотина Сангтудинской ГЭС-1	2009
12	Плотина Сангтудинской ГЭС-2	2014
<b>I Каналы</b>		
1	Вахшский Магистральный Канал	1931
2	Концевой участок Большого Ферганского Канала	1939
3	Верхне-Дилварзинский Канал	1958
4	Чубекский магистральный канал	1960
	Канал Дехконабад	1960; (2005)
<b>II Головные водозаборные сооружения</b>		
1	Центральный сброс Вахшского Магистрального Канала	1933

2	Распределительный узел на ПК 189 Вахшского Магистрального Канала	1933
	Головное водозаборное сооружение Чубекского канала на реке Пяндж	1960; кап.р. 2003-2005
3	Гидроузел на реке Исфара	1980
<b>III Гидротехнические тоннели</b>		
1	Из водохранилища Байпазинской ГЭС на Яван	1968
2	Тоннель на канале Правая Ветка МК в Яванском районе	1968
3	Из Нурекского Водоохранилища в Дангаринском районе	1974
<b>IV Дюкеры</b>		
1	Шуробадский дюкер через реку Вахш	1950
2	Дюкер на канале ХБ-1	1960
3	Дюкер Лойкасой на канале Правая ветка	1970
4	Дюкер Ишмасой на канале Правая ветка	1970

*Таблица 3.3. Крупные гидроузлы Таджикистана*

Название гидроузла	Год ввода, образования	Река	Назначение	Тип плотины	Высота, м	Класс капитальности
Рогунский	Стр.	Вахш/А	И,Э,р,В	К/Н	335	I
Нурекский	1983	Вахш/А	И,Э,В, р	К/Н	300	I
Сангтудинский -1	2008	Вахш/А	И,Э,В	К/Н	75	II
Байпазинский	1989	Вахш/А	И,Э,р,с	К/НАБ	75	II
Катгасайский	1966	Катгасай/С	И,с,р,В	З	55	II
Даганасайский	1983	Даганасай/С	И,В,с	З	50	II
Муминабадский	1965	Обисурх/А	И,В,р	З	44	II
Головной (Сарбанд)	1962	Вахш/А	И,Э,В, р	З	32	II
Сангтудинский -2	2013	Вахш/А	И,Э,В	К/Н	34	II
Кайракумский	1956	Сирдарья	И,Э,р,рб	З	28	II
Фархадский	1948	Сирдарья	И,Э,р,В	Д.	27.5	II
<b>Завальная плотина Усой</b>	<b>1911</b>	<b>Мургаб/А</b>	<b>-</b>	<b>К/Н</b>	<b>567</b>	

**Условные обозначения.** назначение: И – ирригация; Э – энергетика; В – водоснабжение. Сопутствующие: р – рекреация, с – селезащита, рб – рыборазведение. Река: А – Амударья; С – Сырдарья; Конструкция плотины: К – каменная; Н – насыпная; НАБ – набросная; З – земляная; Д – деривационная.

Сарезское озеро относится к так называемым завальным, или подпрудным, озёрам, возникшим в результате катастрофического перекрытия русла реки Бартанг (Усойским завалом), произошедшего 18 февраля 1911 года (рис. 5.). Интенсивное заполнение озера завершилось в 1926 году, с 1942 года уровень озера изменяется колебательно. Усойский завал является крупнейшим не только в современном мире, но и в нашу историческую эпоху, и имеет следующие параметры: объём – 2,2 км<sup>3</sup>, масса – 6 млрд тонн, длина – 5 км, ширина – 3,2 км, площадь – 10,8 км<sup>2</sup>, высота – 567 м, высота от уровня озера в самой низкой точке – 38 м, количество родников в нижнем бьефе – 57. Завал (оползень-обвал) образовался после 9-бального сильного землетрясения, когда река Бартанг была запружена в результате сильного оползния на фронте около 4,5 км, похоронившего под собой кишлак Усой и упёршегося в противоположный борт долины.



*Рис. 3.5. Завальная плотина «Усой» Сарезского озера. Спутниковый снимок западной части Сарезского озера.*

*На снимке видны Усойский завал и озеро Шадау (слева)*

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%B7>

При этом горные породы образовали естественную плотину высотой 567 м. где образовалось Сарезское озеро. Усойский завал перекрыл также впадавшую в Мургаб небольшую реку Шадау-Дарья, что привело к образованию другого, меньшего по размеру озера Шадау. За период с 1915 по 1980 год уровень осадки завала составил около 60 метров; осадка, согласно наблюдениям за уровнем стока вод через завал, имеет пульсационный характер.

Для освоения предгорных массивов построено 225 крупных каскадов (2-7 подъемов) насосных станций, оснащенных 914 агрегатами. Наиболее

крупными каналами являются Вахшский магистральный, Большой Гиссарский, Большой Ферганский, Ходжабакирганский и т.д.

В целом, для обслуживания орошаемых земель в Таджикистане функционируют более 7099 гидротехнических сооружений, относящиеся к четвертому классу (см. таблицу 3.1, 3.2.) сооружений. Техническое состояние ирригационно-дренажной инфраструктуры, которые построены в прошлом столетии, в настоящее время крайне низкое. Серьезные опасения вызывает техническое состояние насосных станций и напорных трубопроводов, которые требуют значительных финансовых ресурсов для их восстановления и содержания. *(Источник: Агентство мелиорации и ирригации при Правительстве РТ)*

Около 80% сельскохозяйственной продукции обеспечивается за счёт орошаемых земель. Общий объём воды забираемой из всех источников для орошения в среднем составляет 8,0-10,0 км<sup>3</sup>/в год. Более 90% общего объёма водозабора из природных источников используется для нужд орошаемого земледелия. Эффективность оросительных систем Таджикистана составляет всего лишь 40-50%, что ограничивает доступ фермеров к необходимым объемам воды. Одним из путей решения проблем является реконструкция инфраструктуры и проведение экономической и институциональной реформы подсектора ирригации и мелиорации [2].

Система основных каналов изношена более чем на 50%. В результате сверхнормативного физического износа часто происходят отказы систем, возросли вызовы в управление системами. Около 60% орошаемых земель в стране обслуживаются самотечными ирригационными системами, построенными еще в середине прошлого столетия. Фактическая изношенность этих сооружений составляет более 50% [7]

Одним из существенных направлений обеспечения удовлетворения секторов экономики в воде, в том числе орошаемое земледелие является применение и обеспечение безопасности русловыправительных и берегоукрепительных сооружений (**4 класс**, см. табл.1,2.). Было принято Постановление №285 от 21 мая Правительства РТ «Государственная программа берегоукрепительных работ в Республике Таджикистан на 2018-2022 годы» [8].

Государственная программа берегоукрепительных работ в Республике Таджикистан на 2018-2022 годы (далее - программа) разработана для проведения постоянного мониторинга и регулирования русел рек, проведения берегоукрепительных работ и очистка саев в целях предотвращения рисков селей и наводнений и размыва берегов рек. В целях снижения воздействия стихийных бедствий, особенно селей и паводков в Республике Таджикистан необходимо предусмотреть превентивные меры в составе общей программы действий. Это позволит обеспечить защиту населения и сельскохозяйственных угодий, дорог,

мостов и других важных объектов народного хозяйства от селей и паводков.

Проблемы управления рисками стихийных бедствий, в условиях глобального изменения климата, также требуют своего решения. С целью разрешения существующих проблем в данной области, Постановлением Правительства РТ №602 от 29 декабря 2018 года «Национальная стратегия Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 годы». Естественно немаловажное значение для решения данной проблемы имеют ГТС (селепроводы, русловые селехранилища, селепропускные каналы, селенаправляющие и ограждающие дамбы – 3,4 класса) обеспечивающие общую гидроэкологическую безопасность.

Сроки эксплуатации большинства гидроузлов колеблются от 30 до 65 лет и на них прогрессирует процессы физического и морального старения, а воздействие процессов заиления, тектонических, лавинных, селевых, оползневых и др. геодинамических воздействий, таяние ледников отрицательно влияют на технические параметры сооружений. **Проблема управления водными ресурсами становится ещё острее.**

Но, вместе с тем, по оценке международных экспертов длительная эксплуатация крупных ГТС в РТ свидетельствует, о том, что они были спроектированы и построены с большим запасом прочности и могут еще служить последующим поколениям, обеспечивая при этом высокую степень регулирования стока рек для нужд экономики РТ и соседних государств, существенно снижая риски стихийных бедствий(наводнения, маловодье и т.д.) и ущербов от них. В 2005–2008 годах обследование плотины и других ГТС Нурекской ГЭС было проведено французской компанией «Электрисити Де Франс». Результаты обследования показали высокую надежность и устойчивость Нурекской плотины. Комплекс ГТС Нурекской ГЭС, в 2009 году удостоился особого сертификата Международной комиссии по большим плотинам.

В Таджикистане эксплуатируются 11 водохранилищ. Причем на р. Вахш создан Вахшский каскад (Рис.6.), позволяющий решить острые ирригационно-энергетические и ряд других проблем Центрально-Азиатского региона. Наиболее крупные из них: Кайраккумское, расположенное в северной части, и Нурекское – в центральной части Таджикистана. Площадь зеркала всех водохранилищ составляет 730 км<sup>2</sup>, полный объем 15,344 км<sup>3</sup>, в том числе полезный 7,63 км<sup>3</sup>, что составляет 13% среднесуточного стока рек бассейна Аральского моря [https://www.mewr.tj/?page\\_id=390](https://www.mewr.tj/?page_id=390).

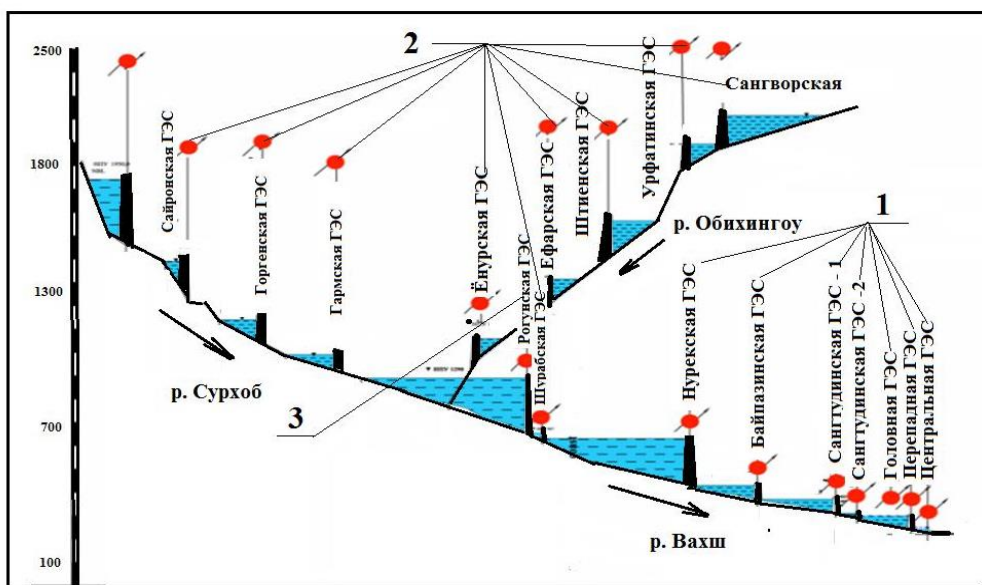


Рис. 3.б. Схема каскада ГЭС в бассейне р. Вахш. 1 - построенные ГЭС; 2 - перспективные ГЭС; 3 – строящаяся ГЭС.

Каскад глубоководных водохранилищ ГЭС на р. Вахш позволяет решить острые ирригационно-энергетические и ряд других проблем Центрально-Азиатских республик, задерживая излишек паводковых вод, исключая частые катастрофические селевые потоки и паводки в горно-предгорных зонах, накапливая пресную воду на сравнительно небольшой территории горного ущелья, являющийся эффективным инструментом охраны и рационального использования водных ресурсов, для устойчивого развития поливного земледелия в аридных зонах.

Отдельного внимания требует необходимость состояния водохранилищ (различного назначения) в РТ. В таблице 4 приведены основные характеристики водохранилищ РТ.

Таблица 3.4. Основные характеристики водохранилищ РТ и количество воды используемая из них по секторам экономики

Название водохранилища	Ввод	Объём (млн.м <sup>3</sup> )		Акватория, км <sup>2</sup>	Использование воды из водохранилищ (млн.м <sup>3</sup> ), по секторам экономики			
		Общий	Полезный		Всего	Орошение	Гидроэнергетика	Водоснабжение
Нурекское	1979	10500	4500	106	20343	181,0	20025	14,0
Головное (Сарбанд)	1966	95	18	7,5	19012	155,8	18568	31,5
Байпазинское	1965	124,6	82,5	4,4	20052	773,8	9016	0,6
Кайраккумское	1956	4160	2600	520	14242	338,0	13216	-
Муминабадское	1959	29,2	25	3,4	28,9	28,9	-	-
Сельбурское	1965	25,4	20	2,3	24,3	24,3	-	-
Катгасайское	1965	55	36,5	2,4	44,3	44,3	-	-
Даганасайское	1982	42	15	4,96	4,3	4,3	-	-
Сангтудинское-1	2009	258	12	9,75				-
Сангтудинское-2	2014	66,5	5,0	6,7				-

Водоохранилища это особая категория внутренних водоемов со специфическим водообменом, проточностью и сезонными колебаниями уровня, отличающиеся от естественных пресноводных водоемов резким нарушением относительного равновесия существующего в природе. Чаши водохранилищ стали неотъемлемой частью ландшафта хозяйственно освоенных территорий и отражают вмешательства человека в существовавшую тысячелетиями природную обстановку и как «звенья» процесса стока, являются образованиями азональными, несвойственными тем природным условиям, в которых они создаются. Последствия создания водохранилищ многообразны, а их взаимодействия с окружающей средой имеют различные пространственные масштабы [1].

Одним из существенных достижений стратегических целей Правительства Республики Таджикистан является **реконструкция и обновление** гидротехнических сооружений и оборудования ГЭС «Нурек», «Сарбанд» и «Кайраккум».

В результате внедрения проекта «**Восстановление Нурекской гидроэлектростанции**» общая сумма реконструкции и обновления станции была определена до 700 миллионов долларов. Общий срок реализации проекта оставляет 10 лет и по мере поступления средств будет осуществлен в два этапа [9].

Ниже приведены техническое состояние гидротехнических сооружений Нурекской ГЭС и меры по обеспечению безопасности ГТС гидроузла (рис. 3.7).

Нурекская ГЭС является одной из крупнейших станций с уникальными гидротехническими сооружениями: высота плотины – 300м.; полная ёмкость водохранилища – 10,5 млрд.м<sup>3</sup>; полезная – 4,5млрд.м<sup>3</sup>; мощность ГЭС – 3000мВт. В выбранном створе, р. Вахш имеет следующие характеристики: среднемноголетний годовой сток – 20,5 км<sup>3</sup>, среднемноголетний расход – 645 м<sup>3</sup>/сек.; максимально наблюдаемый расход – 3730м<sup>3</sup>/сек.



Рис. 3.7. Нурекский гидроузел ([https://www.mewr.tj/?page\\_id=739](https://www.mewr.tj/?page_id=739))

В Таджикистане 29 октября 2016 года состоялось перекрытие реки Вахш и началось строительство плотины **Рогунской ГЭС** - девятая каскада на реке Вахш. Первый гидроагрегат Рогунской ГЭС был введён в эксплуатацию 16 ноября 2018 года, а второй был запущен 9 сентября 2019 года.

Состав строящихся гидротехнических сооружений **Рогунской ГЭС** (Рис. 3.8.): Каменно-набросная плотина – 335 м (при НПУ = 1290 м) из местных материалов; Строительные и эксплуатационные тоннели; Подземное здание ГЭС: машинный зал (длина 220 м, ширина 22 м, максимальная высота 78 м) и помещение трансформаторов (200×20×40 м). Водоохранилище: полный объём – 13,3 км<sup>3</sup>, полезный – 10,3 км<sup>3</sup>, с ГЭС мощностью – 3600 мегаватт [10].

Возведение Рогунской ГЭС позволит: значительно снизить скорость заполнения твердым стоком водохранилища Нурекской ГЭС; обеспечить

регулирование стока на значительный период времени; отсрочит необходимость реконструкции системы пропуска паводков с учетом проблемы отложений наносов; позволить продлить срок эксплуатации Нурекской ГЭС на срок эксплуатации Рогунской ГЭС; позволить решить проблемы регулирования стока р. Вахш; обеспечить как общую безопасность ГТС, так и гидроэкологическую безопасность, а также отсрочить необходимость реконструкции системы пропуска паводков с учетом проблем отложений, а также позволит продлить срок эксплуатации Нурекской ГЭС на срок эксплуатации Рогунской ГЭС. В течение 115 лет эксплуатации работы Рогунской ГЭС, водохранилище будет заполнено наносами. По окончании данного цикла, водохранилище Рогунской ГЭС, будет эксплуатироваться как русловая электростанция и всё регулирование будет осуществляться на Нуреке, предполагая, что общий консервативный ежегодный расход наносов будет равен 100 млн. м<sup>3</sup>. При этом, Нурекская ГЭС будет работать в качестве контррегулятора, а Рогун – энергетическим компенсатором.



*Рис. 3.8. Строящийся Рогунский гидроузел.  
([https://www.mewr.tj/?page\\_id=739](https://www.mewr.tj/?page_id=739))*

**Байпазинский гидроузел** (Рис. 3.9.) является плотинной гидроэлектростанцией с береговым зданием ГЭС. Сооружения гидроузла включают в себя: каменно-земляную плотину с экраном из суглинки, частично созданная направленным взрывом и частично отсыпкой грунта. Длина плотины – 422 м, максимальная высота – 75 м; левобережный поверхностный водосброс, состоящий из водоприёмника с четырьмя пролётами шириной по 10 м, перекрываемых плоскими затворами, и

быстротока. Пропускная способность водосброса – 3410 м<sup>3</sup>/с. Плотина ГЭС образует Байпазинское водохранилище полным объёмом 124,6 млн м<sup>3</sup> и полезным объёмом 82,5 млн м<sup>3</sup>, что позволяет производить недельное регулирование стока.



*Рис. 3.9. Байпазинский гидроузел*

[https://www.google.com/search?q=%D0%91%D0%B0%D0%B9%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%93%D0%AD%D0%A1+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&biw=1366&bih=657&sxsrf=ALeKk005JbDe4eLyDVnafrL1d1P9fG6SdA:1618481215259&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=fZVzkH0e-9eJzM%252Ci4To0psg2MkhvM%252C\\_&vet=1&usg=AI4-kTOxgX16odSc9Di7-siFlx8YNTklg&sa=X&ved=2ahUKEwiQraSvGIWAhXP-  
ioKHW8gDxQQ9QF6BAgLEAE#imgrc=fZVzkH0e-9eJzM](https://www.google.com/search?q=%D0%91%D0%B0%D0%B9%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%93%D0%AD%D0%A1+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&biw=1366&bih=657&sxsrf=ALeKk005JbDe4eLyDVnafrL1d1P9fG6SdA:1618481215259&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=fZVzkH0e-9eJzM%252Ci4To0psg2MkhvM%252C_&vet=1&usg=AI4-kTOxgX16odSc9Di7-siFlx8YNTklg&sa=X&ved=2ahUKEwiQraSvGIWAhXP-<br/>ioKHW8gDxQQ9QF6BAgLEAE#imgrc=fZVzkH0e-9eJzM)

**Комплекс гидротехнических сооружений Кайраккумской ГЭС** (Рис. 3.10) Гидроузел расположен на реке Сырдарья в городе Гулистане. В 2016 году город Кайраккум был переименован в город Гулистон, а Кайраккумское водохранилище получило название "Бахри Точик" (Таджикское море) и представляет собой низконапорную плотинную русловую гидроэлектростанцию со зданием ГЭС, совмещённым с водосбросными сооружениями. Сооружения станции включают в себя: намывную грунтовую плотину длиной 1200 м и максимальной высотой 28 м; здание ГЭС, совмещённое с поверхностными водосбросами, длиной 130 м. Водосбросы расположены над гидроагрегатами, включают в себя шесть пролётов шириной по 12 м, перекрываемых плоскими затворами. Общая пропускная способность водосбросов - 3960 м<sup>3</sup>/с.



*Рис. 3.10. Кайраккумский гидроузел*

<https://www.google.com/search?q=%D0%BA%D0%B0%D0%B9%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%B3%D1%8D%D1%81+%D0%A4%D0%9E%D0%A2%D0%9E&sxsrf=ALeKk01jpPG0kI-bIgFisBt7UQynIyfXsw%3A1623649419940&ei=i-zGYIaBOcmtrgTbm4uwCQ>

Подпорные сооружения станции образуют крупное Бахри Точик (Кайраккумское водохранилище). Площадь водохранилища при нормальном подпорном уровне 513 км<sup>2</sup>, длина 55 км, максимальная ширина 20 км, средняя глубина 8,1 м, наибольшая – 25 м. Проектные полная и полезная ёмкость водохранилища составляет 4,0 и 2,7 км<sup>3</sup> соответственно, что позволяет осуществлять сезонное регулирование стока. За время эксплуатации в водохранилище отложилось большое количество наносов, его полный объём сократился до 3 км<sup>3</sup>, полезный - до 2,3 км<sup>3</sup>. Отметка нормального подпорного уровня водохранилища составляет 347 м над уровнем моря (по Балтийской системе высот), форсированного подпорного уровня - 347,5 м, уровня мёртвого объёма - 340,6 м.

Примером эффективности создания каскадов является нормальная работа, водохранилища Кайраккумской ГЭС обеспечивающаяся за счет, задержания наносов водохранилищем Токтогульской ГЭС. Проблема заиления, в социально-экономическом плане для Республики Кыргызстан не является важным на ближайшие 200-250 лет, т.к. критические сроки заиления данного водохранилища оцениваются более чем в 250 лет, что позволяет решать вопросы, связанные с модернизацией данного гидрокомплекса [10].

**Модернизация** Кайраккумского гидротехнического узла осуществляется за счет финансовых средств Европейского банка

реконструкции и развитии (ЕБРР). Данный гидрообъект финансируется в рамках проекта "Модернизация Кайракумской гидроэлектростанции с целью повышения устойчивости к изменениям климата". Общая сумма проекта составляет 149 миллионов долларов. Срок реализации проекта модернизации Кайракумской гидроэлектростанции – конец 2023 года.

**ОАО «Сангтудинская ГЭС-1»** – совместное предприятие Российской Федерации и Республики Таджикистан, образованное 16 февраля 2005 года с целью завершения строительства и дальнейшей эксплуатации гидроэлектростанции на реке Вахш в Республике Таджикистан. Сангтудинская ГЭС-1 (собственник ОАО «Сангтудинская ГЭС-1», контролирующей акционер госкорпорация «Росатом») установленной мощностью 670 МВт является пятой ступенью Вахшского каскада гидроэлектростанций и входит в тройку крупнейших ГЭС Таджикистана наряду с Нурекской ГЭС (3000 МВт) и Байпазинской ГЭС (600 МВт).

Параметры водохранилища **Сангтудинской ГЭС-1 (Рис.12.):** полный объем - 258 млн куб. м; полезный объем – 12 млн куб. м; площадь зеркала водохранилища – 9,75 кв. км; отметка нормального подпорного уровня (НПУ) – 571,5 м; отметка уровня мертвого объема (УМО) – 569,9 м. Параметры плотины: тип – каменно-набросная с суглинистым ядром; высота – 75 м; протяженность – 517 м.



*Рис. 3.11. Гидроузел Сангтудинской ГЭС-1*

<https://www.google.com/search?q=%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%93%D0%AD%D0%A1-1+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&sxsr=AleKk03Bsjs4PdeRKnSxC6u1ViZj9v0Mag:1618481414749&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=ycpWJHSAWGCyDM%252CMIAHrh00g6cbM%252C.&vet=1&usg=AI4>

*Единственный гидроузел, обладающий «Декларацией безопасности гидротехнических сооружений» является Сангтудинская ГЭС-1.*

Эксплуатация ГТС Сангтудинской ГЭС-1 строго регламентируется законодательными, нормативно-правовыми актами и проектными документами, устанавливающими основные положения, требования и критерии безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений, входящих в состав гидроузла: Закон Республики Таджикистан «О безопасности гидротехнических сооружений», Федеральный закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений», Положение о Технической политике ОАО «ГИДРООГК», Декларация безопасности гидротехнических сооружений Сангтудинской ГЭС-1 [13].

**Комплекс ГТС Сангтудинской ГЭС-2** (Рис. 13) (в 120 км юго-восточней Душанбе) мощностью 220 МВт. – совместный таджикско-иранский проект, состоит из двух агрегатов. Доля участия в проекте: Таджикистана – \$40 млн., Ирана – \$180 млн. Доходы от работы электростанции в течение 12,5 лет будут принадлежать Ирану. По истечению этого срока станция перейдет в собственность Таджикистана.



*Рис. 3.12. Гидроузел Сангтудинской ГЭС-2  
([https://www.mewr.tj/?page\\_id=739](https://www.mewr.tj/?page_id=739))*

Сангтудинская ГЭС-2 является плотинной гидроэлектростанцией с русловым зданием ГЭС. Сооружения гидроузла включают в себя каменно-земляную плотину с суглинистым ядром высотой 34 м, водосливную плотину и здание ГЭС, в котором размещены два вертикальных гидроагрегата мощностью по 110 МВт, работающих на расчётном напоре 22,5 м. Напорные сооружения ГЭС образуют водохранилище полной ёмкостью 66,5 млн м<sup>3</sup> и полезной ёмкостью 5 млн м<sup>3</sup>.

В нынешних условиях напряженного водохозяйственного баланса Центрально-Азиатского региона, значение водохранилищ, осуществляющих комплексное перераспределение естественного стока во времени и по территории, с учетом интересов водопользователей и водопотребителей, с каждым годом возрастает.

Создание водохранилищ является одним из самых эффективных способов решения водных проблем не только в пределах отдельных локальных водохозяйственных систем или небольших административно-хозяйственных единиц, но и в пределах региональных комплексов, а также в бассейнах крупнейших рек, позволяющие устранить неравномерности в многолетнем и внутригодовом распределении речного стока, в целях наиболее рационального его использования.

Реализация комплекса научных и практических исследований по применению совершенных гидротехнических сооружений, с обеспечением гидроэкологической безопасности, является актуальной задачей в общей системе управления водными ресурсами.

*Амирзода О.Х. – директор ИВПГЭиЭ НАНТ,  
кандидат технических наук, доцент  
Давлатшоев С.К. – зав. лабораторией  
«Энергетика, ресурсо- и энергоснабжения»  
ИВПГЭиЭ, кандидат технических наук*

## **ЧАСТЬ 4. ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ТАДЖИКИСТАНА**

### **4.1. История развития энергетической отрасли Таджикистана**

Развитие энергетики Таджикистана было начато только в 20-м веке. В начале, на нефтедобывающих промыслах в Исфаре, на севере республики были установлены несколько небольших дизельных моторов. Первая государственная дизельная станция, мощностью 78 кВт была введена в строй в столице республике, городе Душанбе в 1926 году. А первая гидроэлектростанция – Варзобская ГЭС-1, недалеко от Душанбе, мощностью 7,15 мВт, была пущена в 1937 г. После этого, строительство электростанций в Таджикистане не прекращалось даже в годы войны с Германией 1941÷1945 г.г., а с окончанием войны темпы его существенно возросли. В 1941г. была введена в действие 1-я, а в 1945 г. Вторая очереди Хорогской ГЭС на Памире, в самом высокогорном и труднодоступном районе республики. В 1949 г. было закончено строительство Варзобской ГЭС-2, мощностью 14,5 мВт, а в 1952г. – Варзобской ГЭС-3, мощностью 3,5 мВт. В эти годы было начато строительство Головной, Перепадной и Центральной ГЭС на р. Вахш и ряд ГЭС на Памире. В 1955г. было начато и в 1962 г. закончено строительство угольной Душанбинской ТЭЦ, мощностью 198 мВт, позднее переведенной на газо-мазутное топливо.

Также, начиная с 30-х годов прошлого века, в Таджикистане проводились большие работы по изучению его энергетических ресурсов и проектно-изыскательские работы для строительства новых объектов. Эти работы проводились на плановой, системной основе, с учетом мирового опыта. В 1949÷1950 годах в республике была разработана первая энергетическая программа, с учетом сельскохозяйственной направленности республики, получившая название «Электрификация сельского хозяйства». Она предусматривала строительство 956 ГЭС, единичной мощностью от 50 до 3000 кВт, из них [1]:

- на севере республики, наиболее развитом в экономическом отношении регионе – 555 станций;
- в центральных районах республики 328 станций;
- на Памире, наименее населенном и наиболее экономически слабо развитом районе - 73 станции.

Общая мощность их была равна 500 мВт.

Уже с этого времени стало понятно, что основой развития энергетики Таджикистана могут быть только гидроресурсы. Запасы их многократно превышают собственные потребности, в то время как промышленные

запасы нефти и газа в республике, практически, отсутствуют, а запасы угля труднодоступны и нерентабельны.

К 60-м годам прошлого века в Таджикистане было завершено строительство Вахшского каскада ГЭС (Головная, Перепадная и Центральные ГЭС), общей мощностью 258 мВт и построено 69 малых ГЭС, общей мощностью 32 мВт. После этого, в соответствии с изменением общей политики в СССР, программа строительства малых ГЭС в Таджикистане была свернута, и было принято направление на строительство крупных ГЭС. В результате, к 80-м годам в республике были построены такие гидроэлектростанции, как Нурекская, мощностью 3600 мВт, с водохранилищем, объемом 10,5 км<sup>3</sup> и самой высокой в мире земляной плотинной (300 метров), Байпазинская, мощностью 600 мВт, Кайраккумская, мощностью 126 мВт, с водохранилищем, объемом 4,6 км<sup>3</sup> и начато строительство ряда других ГЭС, в том числе такой крупнейшей, как Рогунская, мощностью 3600 мВт, с водохранилищем, объемом 13,3 км<sup>3</sup>. В этот период проявилась еще одна особенность гидроэнергетики Таджикистана – ее комплексное назначение, связанное, прежде всего, с ирригационной направленностью. Более того, требования ирригации, ориентированные на обеспечение хлопковой, и частично, зерновой независимости СССР, стали приоритетными, в ущерб гидроэнергетике [1].

Гидроэнергетика занимает в Таджикистане 98% общей мощности. Динамика развития энергетики Таджикистана, в виде роста суммарной мощности энергосистемы, показана на рисунке 4.1 [1].

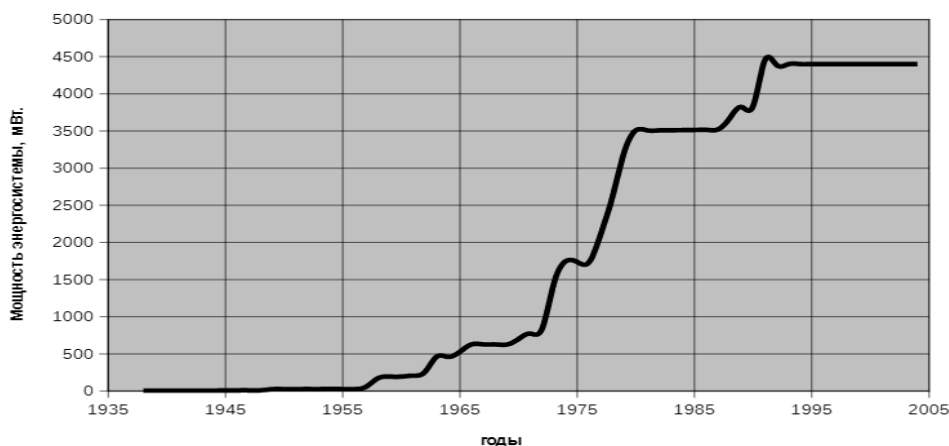


Рис. 4.1. Динамика развития энергетики Таджикистана

Этот рисунок показывает, что во второй половине прошлого века, особенно в период с 50-х до 80-х годов, энергетики республики развивалась очень высокими темпами. Выработка электроэнергии к концу этого периода достигла в среднем 16 млрд. кВт.ч. в год. При численности населения республики в то время 4 млн. человек это обеспечивало удельное потребление 4 тыс. кВт.ч. на душу населения в год – очень

высокий для того времени показатель, сравнимый со многими европейскими странами. Это создало возможности большого экономического роста республики. С 1950 по 1985 год в Таджикистане [1]:

- валовой национальный продукт вырос в 13,5 раз – с 717,6 до 9766,4 млн. рублей;

- продукция промышленности выросла в 15,5 раз – с 346,3 до 9766,4 млн. рублей;

- площади орошаемых земель выросла в 2,2 раза – с 299,5 до 648,7 тыс. гектар, причем почти весь рост был, достигнут за счет насосного орошения.

Кроме того, ввод в действие Кайраккумского (в 1957г.) и Нурекского (в 1978г.) водохранилищ, позволил оросить дополнительно около 1 млн. новых земель в соседних странах – Узбекистане и Казахстане.

В годы независимости Республика Таджикистан, были построены и введены в действие такие крупные гидроэлектростанции как Сангтудинская ГЭС-1 (2009 г.), с установленной мощностью 670 МВт, Сангтудинская ГЭС-2, с установленной мощностью 220 МВт (2014 г.) и Памирская ГЭС-1 (1984-2005) с общей мощностью 37 МВт. В Таджикистане имеются ТЭЦ, с общей установленной мощностью 718 МВт на 2017 год.

На данном этапе на реке Вахш, строится Рогунской ГЭС (запущен по временной схеме) мощностью 3600МВт. По состоянию на 1 января 2021 года, общая установленная мощность электростанций в Республике Таджикистан (с учётом тепловых станций) составляет более 6000 МВт.

В целях эффективного и надёжного исполнения своих задач, а также в соответствии с Государственной Стратегией развития и инвестиционной Программой реабилитации производственной базы, внедрения новых технологий в настоящее время в энергетическом секторе Республики Таджикистан осуществляется реализация ряда организационных и технических мероприятий:

- восстановление и реабилитация существующего электроэнергетического комплекса;

- повышение генерирующего потенциала, в том числе за счёт строительства новых объектов и модернизации действующих генерирующих станций;

- развитие транспортной инфраструктуры энергосистемы, в том числе реабилитация действующих и строительство новых подстанций и линий электропередач различных классов напряжений;

- использование современных автоматизированных систем диспетчерского управления и учёта энергии;

- повышение энергоэффективности, снижение технологических и коммерческих потерь электроэнергии, повышение экономической эффективности энергосистемы.

В соответствии с Кредитным Соглашением между Правительством Республики Таджикистан и «Эксимбанк» Китайской Народной Республики в 2014 году осуществлён ввод в эксплуатацию первой очереди Душанбинской ТЭЦ-2 мощностью 100 МВт. В 2015 году были начаты строительные работы второй очереди ТЭЦ «Душанбе-2» мощностью 300 МВт. Данный объект был сдан в эксплуатацию в декабре 2016 года и на данный момент суммарная мощность теплоэлектроцентрали с учетом первой очереди (100 МВт) составляет 400 МВт.

#### 4.2. Гидроэнергетический потенциал Таджикистана [2]

По потенциальным гидроэнергоресурсам Таджикистан (табл. 4.1) среди стран СНГ занимает второе место после России, в мире занимает восьмое место после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады. По удельным запасам на душу населения – 87,8 тыс. кВт/ч на человека в год – 2-ое место в мире, а по удельным запасам на единицу территории – 3,62 млн. кВт/ч на 1 км<sup>2</sup> — 1-ое место в мире. В республике сосредоточено 54,2% потенциальных гидроресурсов Центральной Азии, при удельном весе территории в 11,2% [3-4].

В процентном отношении, в пределах Таджикистана формируется приблизительно 55,4% общего стока бассейна Аральского моря, в Кыргызстане - 25,3%, в Узбекистане - 7,6%, в Казахстане - 3,9%, в Туркменистане - 2,4%, на территории Афганистана, Китая и Пакистана - 5,4% (рис. 4.2).

Таблица 4.1. Потенциальные запасы гидроэнергоресурсов Таджикистана

Басейны рек	Среднегодовая мощность, мВт.ч	Среднегодовая энергия, тВт.ч	Доля в общем объёме, %
Пяндж	14030	122,90	23,2
Гунд	2260	19,80	3,73
Бартанг	2969	26,01	4,93
Ванч	1191	10,34	1,96
Язгулом	845	7,40	1,39
Кызылсу	1087	9,52	1,78
Вахш	28670	251,15	48,00
Кофарнихон	4249	37,22	7,00
Оз. Кара-Куль	103	0,90	0,17
Сурхандарья	628	5,50	1,03
Зерафшан	3875	33,94	6,38
Сырдарья	260	2,28	0,43
Итого	60167	527,06	100,00

Общая величина потенциальных запасов гидроэнергоресурсов Таджикистана составляет 527,06 млрд. кВт/ч в год, из которых используется только 4-5%. Почти 50%, то есть более 280 млрд. кВт/ч в год, являются технически возможными и экономически эффективными для освоения, с учетом быстрого развития уровня техники и технологии.

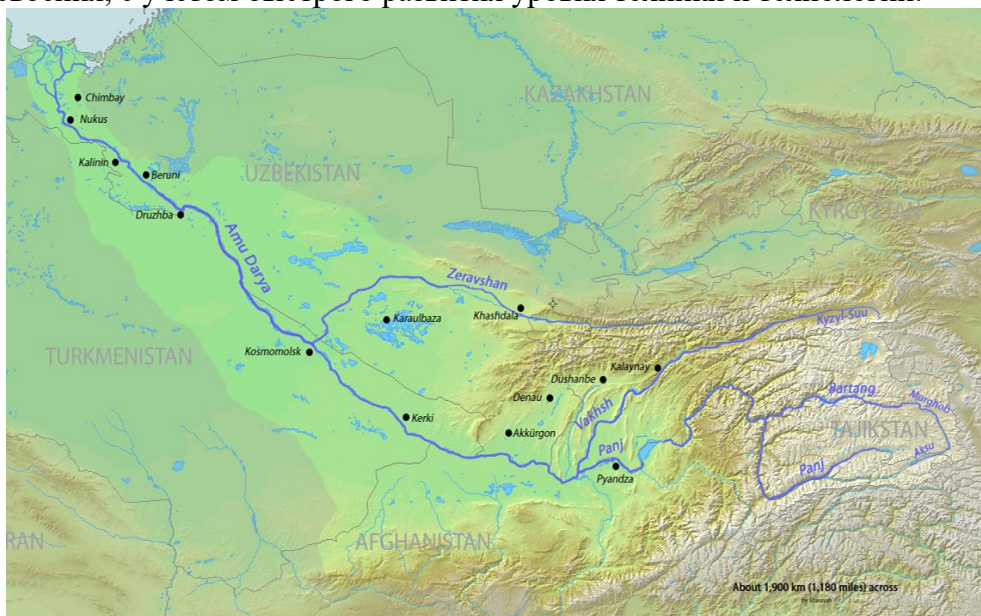


Рис. 4.2. Физическая карта расположения речных бассейнов

#### 4.2.1. Гидроэнергетический потенциал реки Пяндж

Гидроэнергетический потенциал реки Пяндж определен в 122,9 млрд. кВт. часов, при этом технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергоресурсы для строительства ГЭС составляют 82 млрд. кВт. час. По имеющимся оценкам существует 14 створов, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами, из которых используется только один створ (рис. 4.3 и табл. 4.2).

Пяндж является самой крупной рекой на территории Таджикистана по длине (921 км), площади водосбора (114000 км<sup>2</sup>) и по объёму стока воды (33,4 км<sup>3</sup>). На всём её протяжении проходит государственная граница между Таджикистаном и Афганистаном.

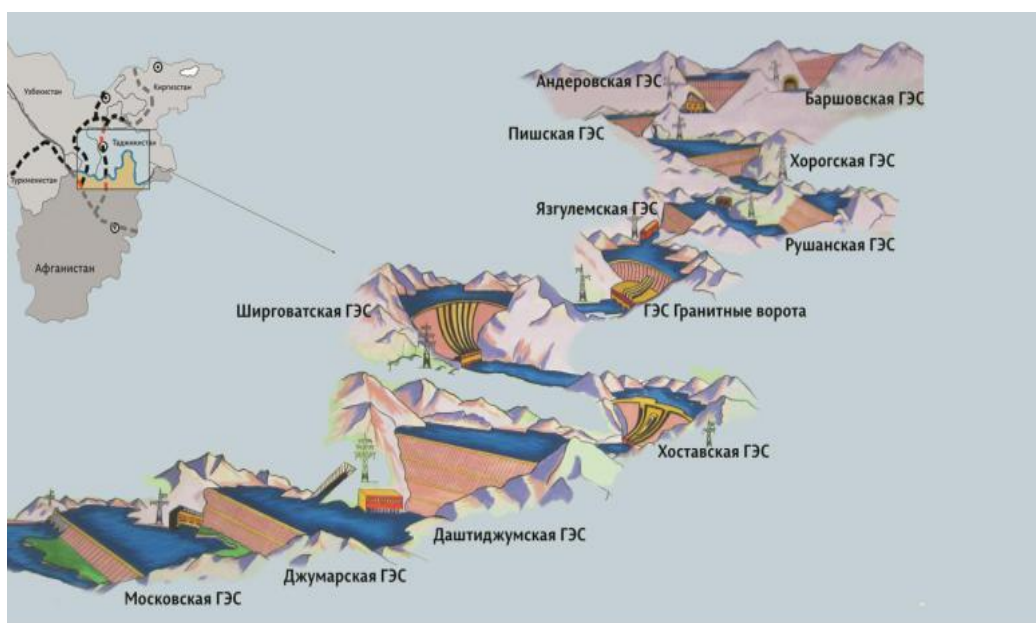


Рис. 4.2. Схема расположения каскад ГЭС на реке Пяндж

Таблица 4.2. Гидроэнергетический потенциал реки Пяндж

Река Пяндж	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд. кВт.ч/год
Баршорская ГЭС	1,25	300	1,6
Андеробская ГЭС	0,1	650	3,3
Пишская ГЭС	0,03	320	1,7
Хорогская ГЭС	0,01	250	1,3
Рушанская ГЭС	4,1	3000	14,8
Язгулемская ГЭС	0,02	850	4,2
Гранитные ворота ГЭС	0,03	2100	10,5
Ширговатская ГЭС	0,04	1000	9,7
Хоставская ГЭС	0,04	1200	6,1
Даштиджумская ГЭС	10,2	4000	15,6
Джумарская ГЭС	1,3	2000	8,2
Московская ГЭС	0,04	880	3,4
Кокчинская ГЭС	0,2	350	1,5
Верхне Амударьинский Гидроузел	15,2	1000	4,4
Итого	32,56	17900	86,3

#### 4.2.2. Гидроэнергетический потенциал реки Вахш

Гидроэнергетический потенциал реки Вахш оценен в 251,15 млрд кВт\*час., при этом технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергоресурсы для строительства ГЭС составляют 37 млрд.кВт.час. По имеющимся оценкам существует 9 створов, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами. В настоящее время на 7 из 9 возможных створов построены ГЭС с общей установленной мощностью 4775,05 МВт (рис. 4.4 и табл. 4.3).



Рис. 4.4. Схема расположения каскада ГЭС на реке Вахш

Таблица 4.3. Гидроэнергетический потенциал реки Вахш

Река Вахш	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд. кВт. ч /год
Рогунская ГЭС	13,3	3600	17,0
Шуробская ГЭС	0,027	850	2,1
Нурекская ГЭС	10,5	3000	11,2
Байпазинская ГЭС	0,084	600	2,9
Сангтудинская ГЭС-1	2,7	670	2,5
Сангтудинская ГЭС-2	0,932	220	0,665
Головная ГЭС	—	240	0,96
Перепадная ГЭС	—	29,95	0,21
Центральная ГЭС	—	15,1	0,114
<b>Итого:</b>	<b>27,543</b>	<b>9225,05</b>	<b>33,649</b>

Рогунская ГЭС, первый агрегат которого был запущен 16 ноября 2018 года, является восьмой ГЭС данного каскада. После полного завершения строительства Рогунской ГЭС установленная мощность всех гидроэлектростанций каскада Вахш составляет 8375,05 МВт.

Вахш является одной из крупных рек Таджикистана. Всего рек и малых водотоков в бассейне Вахша 6276, общей протяжённостью 17073 км. Бассейн реки имеет сотни ледников с общей площадью около 5000 км<sup>2</sup>. В бассейне Вахша насчитывается 569 горных озёр общей площадью 17,37 км<sup>2</sup>.

#### 4.2.3. Гидроэнергетический потенциал реки Зеравшан

Гидроэнергетический потенциал реки Зеравшан оценен в 33,94 млрд. кВт. часов, при этом технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергоресурсы для строительства ГЭС составляют 10,55 млрд. кВт. час. По имеющимся оценкам существует 13 створов, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами (табл. 4.4, рис. 4.5 и тал. 4.5). Длина реки составляет — 877 км, площадь водосбора — 12,3 тыс. км.

Таблица 4.4. Гидроэнергетический потенциал реки Матча и Фондарья (притоки реки Зеравшан)

Река Матча (приток реки Зеравшан)	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд. кВт.ч/год
Матчинская ГЭС	1,0	90	0,55
Риамутская ГЭС	0,55	75	0,46
Обурдонская ГЭС	0,72	120	0,35
Даргская ГЭС	0,05	130	0,75
Сангистанская ГЭС	0,05	140	0,9
Пахутская ГЭС	0,05	140	0,9
Река Фондарья (приток реки Зеравшан)			
Фондарьинская ГЭС	—	300	1,8
Итого:	2,42	995	5,71

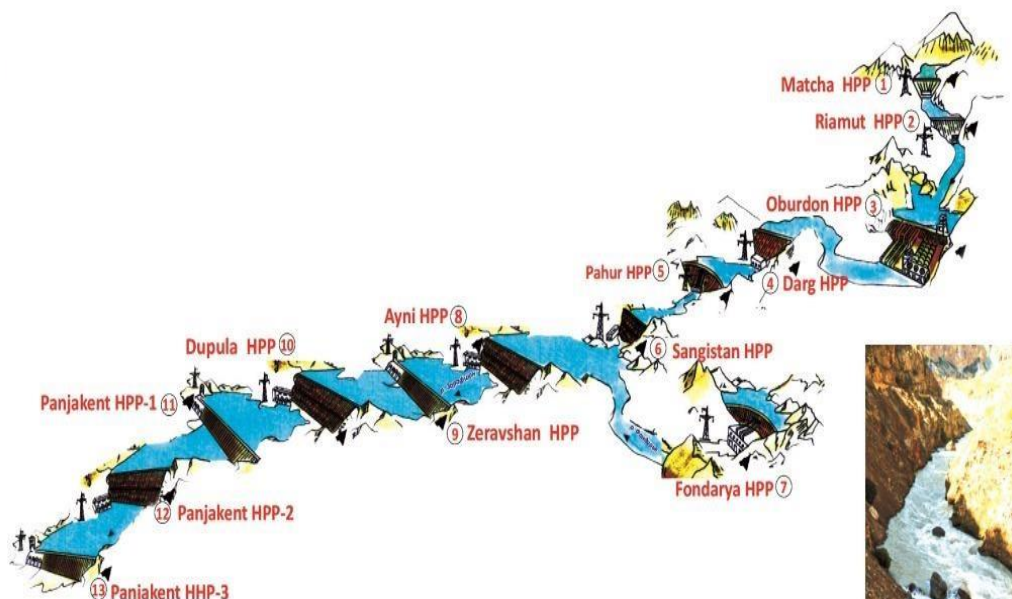


Рис. 4.5. Схема расположения каскад ГЭС на реке Зеравшан.

Таблица 4.5. Гидроэнергетический потенциал реки Зеравшан

Река Зеравшан	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд.кВт.ч/год
Айнинская ГЭС	0,05	160	0,95
Яванская ГЭС	0,05	120	0,18
Дупулинская ГЭС	26	200	1,0
Пенджикентская ГЭС-1	—	50	0,27
Пенджикентская ГЭС-2	—	45	0,25
Пенджикентская ГЭС-3	—	65	0,38
Итого:	26,1	640	3,03

#### 4.2.4. Гидроэнергетический потенциал реки Кафирниган

Гидроэнергетический потенциал реки Кафирниган определен в 37,22 млрд.кВт.час., при этом технически возможные и экономически целесообразные для строительства ГЭС составляют 8,7 млрд.кВт.час. По имеющимся оценкам существует 6 створов, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Гидроэнергетический потенциал реки Кафирниган

Река Кафарниган	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд.кВт.ч/год
Вистанская ГЭС	-	200	0,6
Сарвозская ГЭС	-	250	0,8
Яврозская ГЭС	0,045	400	1,1
Ромитская ГЭС	1,2	450	1,4
Багджигдинский гидроузел	0,85	150	0,6
Нижне Кафарниганский гидроузел	2,05	150	0,6
Итого:	4,145	1600	5,1

#### 4.2.5. Гидроэнергетический потенциал реки Сурхоб и Обихингоу

Реки Сурхоб и Обихингоу являются притоками реки Вахш. Их гидроэнергетический потенциал определен в 36,32 млрд. кВт.час, при этом технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергоресурсы для строительства ГЭС составляют 16,46 млрд. кВт.час. По имеющимся оценкам существует 4 створа в реке Сурхоб и 5 створов в реке Обихингоу, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами (табл. 4.7 и 4.8).

Таблица 4.7. Гидроэнергетический потенциал реки Сурхоб

Река Сурхоб	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд.кВт.ч/год
Джалбулакская ГЭС	1,4	600	2,0
Сайронская ГЭС	0,01	500	2,2
Горгенская ГЭС	0,02	600	2,7
Гармская ГЭС	0,02	400	1,8
Итого:	1,45	2100	8,7

Таблица 4.8. Гидроэнергетический потенциал реки Оби Хингоу

Река Оби Хингоу	Объём водохранилища, км <sup>3</sup>	Установленная мощность, МВт	Выработка млрд.кВт.ч/год
Сангворская ГЭС	1,5	800	2,0
Урфатинская ГЭС	0,01	850	2,1
Штиенская ГЭС	0,01	600	1,5
Нуробадская ГЭС-2	0,02	200	1,2
Нуробадская ГЭС-1	0,01	160	0,96
Итого:	1,55	2610	7,76

Таким образом, на сегодняшний день пригодные для использования гидроэнергоресурсы Таджикистана, почти в два раза превышают всю выработку электроэнергии в Центрально-Азиатском регионе (150 млрд. кВт/ч в год) и составляет 60% общего потребления первичных энергоресурсов в нём, включая уголь, нефть и газ. При этом гидроэнергоресурсы практически равномерно распределены по всей территории республики и имеются в достаточном количестве не только на крупных, но и также на мелких реках.

Следует отметить, что в течение последних двадцати лет с учётом ввода новых генерирующих мощностей выработка электроэнергии в республике остается стабильной. Ежегодная потребность Таджикистана в электроэнергии составляет около 22-24 млрд. кВт ч. С учетом того, что в стране ежегодно производится 20-21 млрд. кВт ч. электроэнергии, ее дефицит составляет 5 млрд. кВт ч. в год.

#### 4.2.6. Гидроэнергетический потенциал реки Сырдарья

Сырдарья - длиннейшая и вторая по водности после Амударьи река Средней Азии, недаром ее прозвали “Королевой Средней Азии”. Проходит одновременно по территории Узбекистана, Таджикистана и Казахстана (рис. 4.6 и 4.7).

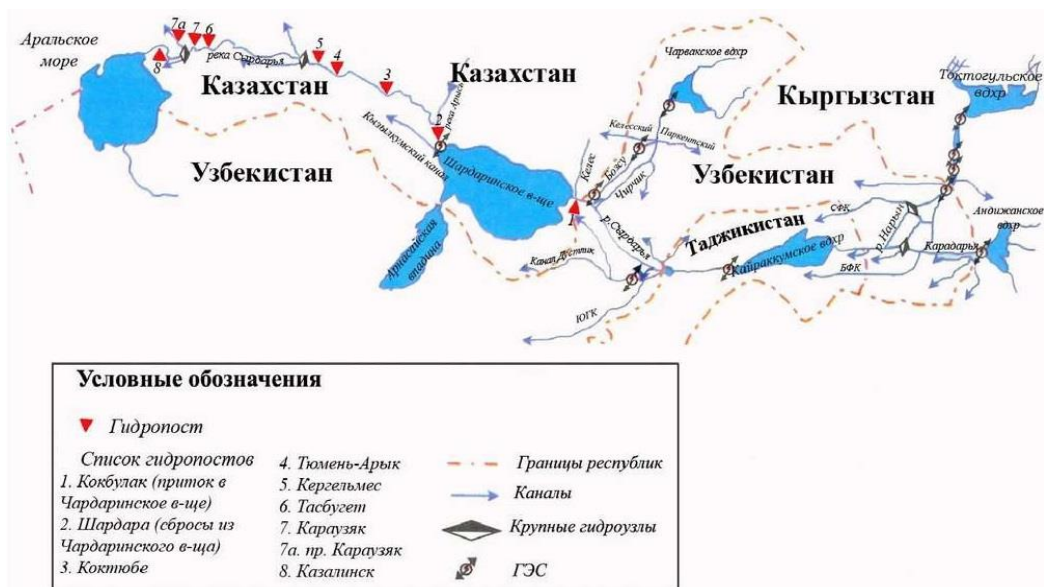


Рис. 4.6. Схема реки Сырдарья

Образуется при слиянии крупнейших притоков Нарына и Карадарьи в восточной части Ферганской долины. Помимо них в речную систему входят также: Арыс, Ахангаран, Гавасай, Исфайрамсай, Исфара, Караозек, Касансай, Келес, Сох, Ходжабакирган, Чадак, Чирчик, Шахимардан.

Сток Сырдарьи формируется в горной части бассейна. Питание преимущественно снеговое, в меньшей мере ледниковое и дождевое. В среднем течении (от Фархадских гор до Чардаринского водохранилища) в Сырдарью впадают реки Ангрэн (Ахангаран), Чирчик и Келес. От Фархадского гидроузла начинается Южно-Голодностепский канал.

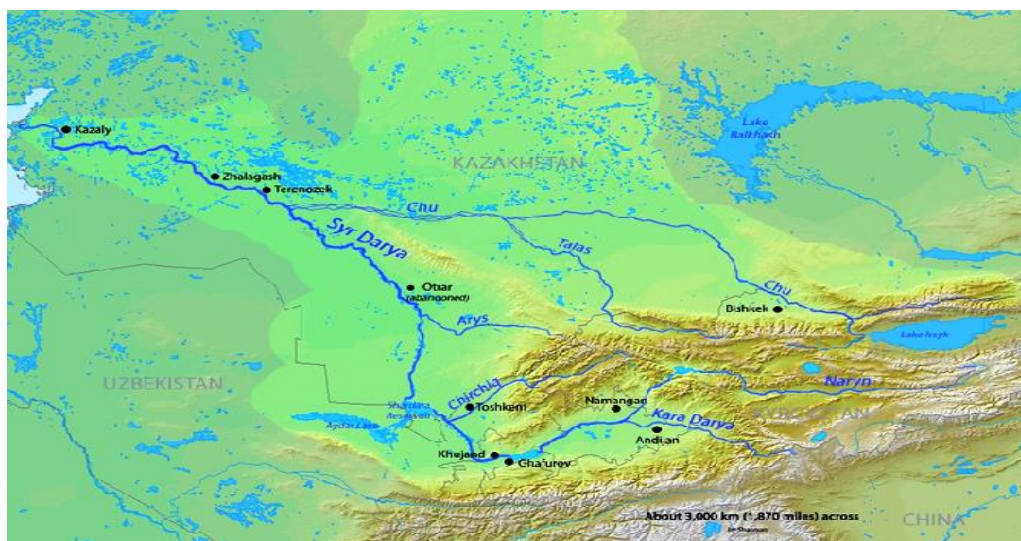


Рис. 4.7. Река Сырдарья

В нижнем течении Сырдарья протекает по восточной и северной окраинам песков Кызылкум; русло реки здесь извилисто и неустойчиво, в зимне-весенний период нередки паводки. Последний приток — Арыс. В низовьях реки на участке от города Туркестана до райцентра Жосалы имеется обширная пойма (шириной 10-50 км, длина около 400 км), пронизанная множеством протоков, местами заросшая тростником и тугаями, широко используемая для сельского хозяйства (рисоводство, бахчеводство, овощеводство, местами садоводство). В устье Сырдарья образует дельту (в районе города Казалинск) с многочисленными протоками, озёрами и болотами, используемую для бахчеводства.

Сырдарья ранее впадала в Аральское море, ныне, вследствие катастрофического снижения его уровня и распада моря на две части (в 1989 году), река впадает в северную часть моря (так называемое «Малое море»). Воды Сырдарьи в значительной мере разбираются на хозяйственные нужды, в связи с этим нынешний объём стока в устье снизился более чем в 10 раз (с 400 м<sup>3</sup>/с до 30 м<sup>3</sup>/с) по сравнению с условно-естественным периодом (до 1960 года).

Комплексная схема водопользования бассейна реки Сырдарья приведена на рис. 4.8.

Длина русла — 2212 км (вместе с рекой Нарын 3019) км. На территории бассейна реки Сырдарья находятся 3 области Кыргызстана: Нарынская, Джалалабадская и Ошская, Согдийская область Таджикистана, 6 областей Узбекистана: Андижанская, Наманганская, Ферганская, Ташкентская, Джизакская и Сырдарьинская и две области Казахстана: Южно-Казахстанская и Кызылординская. Площадь бассейна Сырдарьи составляет 219 000 км<sup>2</sup>. Расход воды 703 м<sup>3</sup>/с.

На реке создано несколько водохранилищ: Токтогульское (19,5 км<sup>3</sup>, Кыргызстан), Кайраккумское (4,2 км<sup>3</sup>, Таджикистан), озеро Айдаркуль (41 км<sup>3</sup>, Узбекистан) и Чардаринское (5,7 км<sup>3</sup>, Казахстан). С целью урегулирования весенних паводков и сбросов воды с Токтогульской ГЭС Казахстан построил в Южно-Казахстанской области Коксарайское водохранилище (длина плотины 45 км) объёмом в миллиард кубометров, которое впервые было заполнено весной 2010 года.

На реке Сырдарья действует Кайраккумская ГЭС (рис. 4.3). Общая установленная мощность 126 МВт. Данная гидроэлектростанция состоит из 6 гидроагрегатов, мощностью 21 МВт каждый.

Агрегаты приступили к работе в следующем порядке: в 1956 г. — 2 агрегата и в 1957 г. — 4 агрегата.

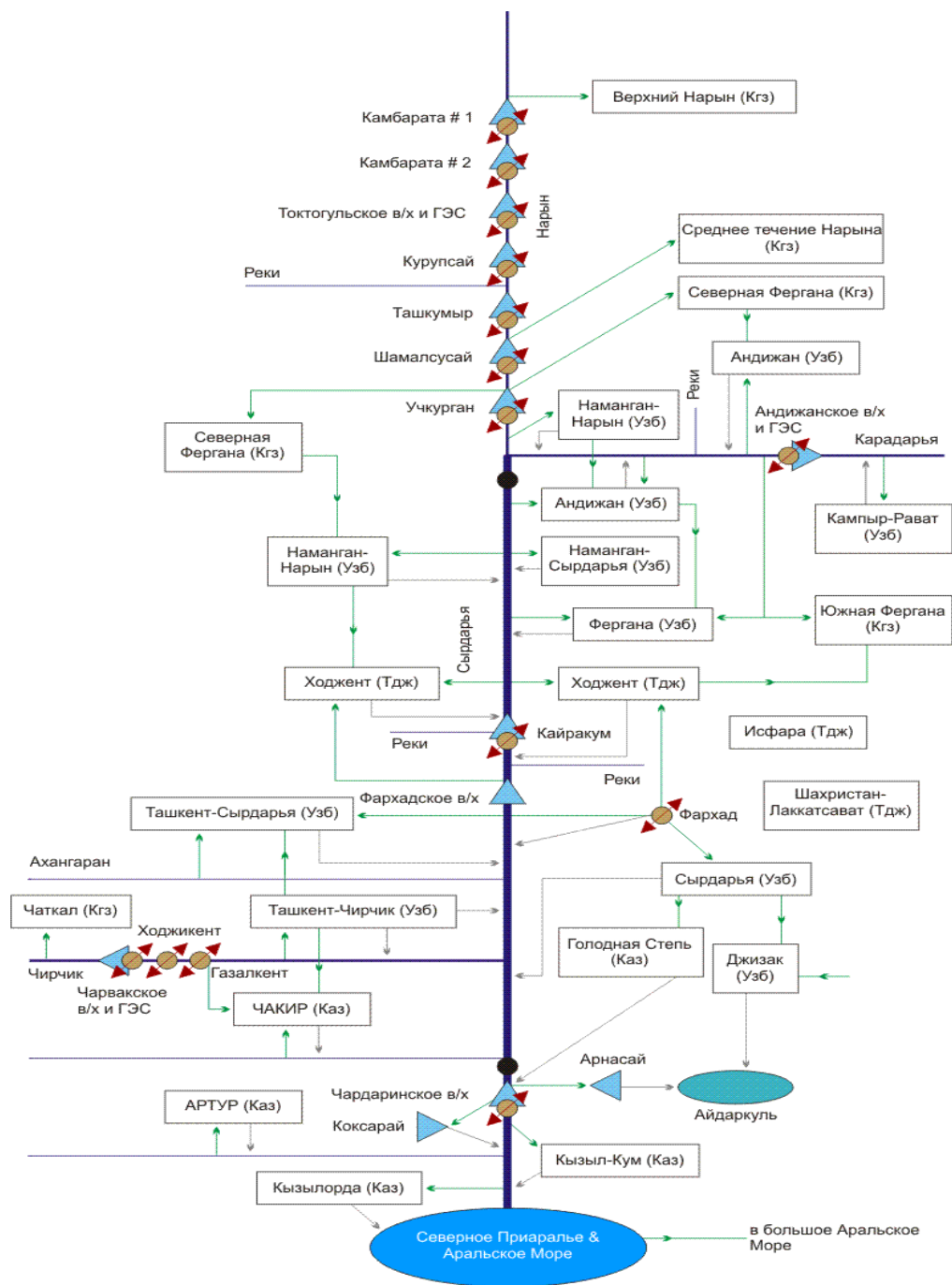


Рис. 4.8. Комплексная схема водопользования бассейна Сырдарья

Параметры водохранилища Кайраккумской ГЭС: высота плотины  $H=24$  м, длина около 65 км; ширина колеблется от 5 до 20 км; площадь зеркала - 513 кв. км; полный объем - 3413,5 млн. куб.м; полезный объем – 2743 млн.куб.м.; максимальный уровень воды - 347,5 м.

#### **4.3. Развития малой гидроэнергетики в Таджикистане [5]**

В 1913 году на территории республики, в самом ее высокогорном районе, в г. Хороге, начальником погранзаставы подполковником Г. А. Шпилько была построена и введена в строй первая малая ГЭС.

Систематическое развитие энергетика Таджикистана получила только в 30-х годах прошлого века. В 1928 году в республике было только несколько дизельных электростанций общей мощностью 690 кВт., вырабатывающих менее 1 кВт.ч электроэнергии на одного жителя. В 1937 г. была введена в строй первая промышленная гидроэлектростанция - Варзобская ГЭС-1, мощностью 7.1 МВт, которая успешно функционирует до настоящего времени.

В 1946 году, сразу после войны в Хороге, где в 1913 г. было положено начало развитию малой гидроэнергетики в стране, была введена в строй Хорогская ГЭС, мощностью 936 кВт. В 1949 г. была пущена первая очередь, а в 1952 г. завершено строительство Варзобской ГЭС-2, мощностью 15 МВт. В том же году была введена в строй Варзобская ГЭС-3, мощностью 3.5 МВт. В 1955 г. начато строительство Перепадной ГЭС, мощностью 29 МВт. Также была построена Центральная ГЭС, мощностью 15.1 МВт.

Собственно, малая гидроэнергетика получила свое начало развития в разработанной в 1949-1950 годах в республике "Схеме использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков для электрификации сельского хозяйства Таджикской ССР", имеющая своей целью сплошную электрификацию всей сельской территории республики. В схеме подробно изучены общие и возможные для использования запасы гидроресурсов (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Основные показатели "Схемы использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков для электрификации сельского хозяйства Таджикской ССР". (Схема 1949-1950 гг.)

Районы	Потенциальные ресурсы	Возможные к использованию		Намечаемые к использованию	
	№сумм. тыс кВт.	К-во ГЭС	№сумм. тыс кВт.	К-во ГЭС	№сумм. тыс кВт.
Ленинабадская группа	2120,00	555	111,5	119	31,4
Южная группа	457,76	52	16,67		
Сталинабадская группа	4002,27	177	151,67		
Кулябская группа	726,36			141	44,06

Реализация "Схемы" началась, практически одновременно с её разработкой. В 1958 году в республике действовало уже 53 МГЭС, общей мощностью 12 МВт.

Все построенные в Таджикистане до 60-х годов прошлого века ГЭС, как реализованные согласно Схеме сельской электрификации, так и вне ее, по сегодняшней квалификации относятся к малым, хотя в свое время они считались крупными промышленными электростанциями.

К сожалению, после 60-х годов прошлого века, в связи с переориентацией на большую энергетику, программа строительства МГЭС в республике, как и во всем СССР, была свернута, и в итоге к началу 90-х годов из общего их количества в эксплуатации осталось всего пять станций.

Как показало время, такое решение было ошибочным. Оно базировалось на недостаточно корректной оценке сравнительной эффективности малых и крупных ГЭС, при которой в расчет принимались капитальные затраты и эксплуатационные издержки только самих станций, без учета затрат на транспортировку и распределение электроэнергии.

Вновь интерес к малым ГЭС в Таджикистане возродился в начале 90-х годов. К этому времени схема размещения МГЭС, разработанная в 1949-1950-х годах уже потеряла свое значение, как несоответствующая новым условиям. В связи с этим в 1990-1991 г. в республике была составлена новая "Схема развития малой гидроэнергетики в Старо-Матчинском, Гармском и Джиргитальском районах Таджикской ССР", а в 1995г. - Схемные проработки "Использование гидроэнергетических ресурсов малых и средних водотоков ГБАО средствами малой гидроэнергетики", предусматривающие строительство МГЭС в первую очередь в горных,

отдаленных районах республики, где отсутствовало централизованное электроснабжение (табл. 4.10 и 4.11).

В 1994-1999г.г. за счет централизованных вложений и собственных средств "Барки-Точик" были построены:

- МГЭС "Техарв", мощностью 360кВт, в ГБАО - в1994г;
- МГЭС "Хистеварс", мощностью 630кВт, в Ленинабадской области - в 1996г;
- МГЭС "Хазара 1", мощностью 250кВт, в Варзобском районе -в1998г.
- МГЭС "Кызыл-Мазар", мощностью 70кВт в Советском районе - в1998г.
- МГЭС "Андербег", мощностью 300кВт, в ГБАО – в 1999г;
- МГЭС "Хазара-2", мощностью 250кВт, вВарзобском районе - в 1999г.

В эти же годы в ГБАО за счет инвестиций со стороны фонда Ага-Хана были сооружены:

- МГЭС "Шипак", мощностью 30кВт., в1997г;
- МГЭС "Ванд", мощностью 60кВт., в1998г;
- МГЭС "Дэх", мощностью 30кВт., в1998г;
- МГЭС "Бардара", мощностью 50кВт., в1998г;
- МГЭС "Раумед", мощностью 30кВт., в1998г;
- МГЭС "Яншор", мощностью 30кВт., в1998г;
- МГЭС "Босид", мощностью 75кВт., в1999г;
- МГЭС "Пагор", мощностью 100кВт., в1999г;
- МГЭС "Барчадев", мощностью 45кВт., в1999г;
- МГЭС "Адэших", мощностью 30кВт., в1999г;
- МГЭС "Бодом", мощностью 30кВт., в1999г;
- МГЭС "Вездора", мощностью 30кВт., в1999г.

3 октября 2006 г. в Таджикистане разработана и утверждена постановлением Правительством Республики Таджикистан от № 449 «Долгосрочная программа строительства малых электростанций на период 2007-2020 гг.». В этой программе выделены первоочередные этапы и объекты строительства МГЭС (табл. 4.12).

За последние 10 лет было построено 181 малая ГЭС, из них 118 действующих.

Таблица 4.10. Перспективные ГЭС в Старо-Матчинском, Гармском и Джиргитальском районах (Схема 1999 г., ТаджикГИДЕП.)

№ п/п		Всего по районам			В то числе								
					Старая Матча			Гармский р-н			Джиргитальский р-н		
		К - в о Г Э С	Н , м В т.	Э, лн к В т. ч.	К - в о Г Э С	Н , м В т.	Э, лн к В т. ч.	К - в о Г Э С	Н , м В т.	Э, лн к В т. ч.	К - в о Г Э С	Н , м В т.	Э, лн к В т. ч.
1	По установленной мощности												
	$N_{уст.} = 0,1-1,0$ мВт.	63	36,24	189,8	19	9,68	52,20	30	17,87	87,91	14	8,69	48,68
	$N_{уст.} = 1,0-10$ мВт.	65	145,2	751,9	20	34,39	174,7	21	45,62	228,6	24	65,20	348,7
	$N_{уст.} > 10$ мВт.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	По напору												
	$H < 20$ м.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$H = 20-75$ м.	16	19,70	98,03	6	4,10	15,4	8	9,84	46,06	2	5,76	36,57

	Н > 75 м.	1 1 2	1 6 1, 8	84 3, 7	3 3	3 9, 9 7	21 2, 5	4 3	5 3, 6 5	27 0, 4	3 6	6 8, 1 3	36 0, 8
3	По режиму работы												
	парал лельн о с энергосист емой	3 0	2 7, 2 0	14 5, 1	3	1, 8 2	8, 64	1 4	9, 8 1	47 ,2 4	1 3	1 5, 5 7	89 ,2 3
	на изоли рован ного потре бител я	7 0	1 2 1, 0	61 0, 6	1 3	1 6, 5 7	84 ,4 5	3 4	5 2, 2 7	26 1, 8	2 3	5 2, 1 2	26 4, 4
	изоли рован но и па- ралле льно с друго й систе мой	2 8	3 3, 2 9	18 6, 0	2 3	2 5, 6 8	13 4, 8	3	1, 4 1	7, 47	2	6, 2	43 ,7 1

Таблица 4.11. Перспективные МГЭС в ГБАО. (схема 1995 г., ТаджикГИДЭП)

Районы	К-во МГЭС	Техн. потенциал		N <sub>гарантир</sub> , при P=0,95 тыс кВт.	Э <sub>гарантир</sub> , при P=0,95 млн. кВт.ч.
		N, ср. годовая, тыс. кВт.	Э, ср годовая, млн.кВт. ч		
Дарвазский	8	89,39	783,83	11,97	104,86
Ванчский	7	47,91	420,15	8,57	75,07
Рушанский	13	76,08	667,01	10,86	95,13
Шугнанский	14	76,03	666,77	8,92	78,14
Рошткалинский	12	30,59	268,18	5,53	48,44
Ишкашимский	11	42,24	370,24	11,75	102,93
Мургабский	8	22,33	195,81	-	-
<i>Всего по ГБАО</i>	73	384,57	3372,0	57,60	504,58

Таблица 4.12. Первоочередные объекты строительства МГЭС в Таджикистане

Количество МГЭС	Технические параметры		Предварительная стоимость, тыс. долл. США
	N, кВт	Э, МВт.ч	
Краткосрочный период			
17	9562	53262	11799,8
Среднесрочный период			
25	22460	104260	20653
Долгосрочный период			
29	47556	321689	92651
<b>ВСЕГО</b>			
71	79578	479211	125103,8

#### 4.4. Электросетевая инфраструктура Таджикистана, производства и потребления электроэнергии [2]

##### 4.4.1. Передающая сеть

В объединенной энергосистеме Таджикистана системообразующими сетями является линии электропередачи с уровнем напряжения 500 кВ, 220 кВ и 110 кВ.

Протяжённость линии электропередачи 500 кВ составляет около 489 км, линии электропередачи 220 кВ – 1960 км и линии электропередачи 110 кВ – 4327 км. В системе распределение входит три подстанции 500 кВ, 28 подстанции 220 кВ и 174 подстанции 110 кВ.

Системообразующий сетевой комплекс и электрические подстанции приведены в таблицах 4.13 и 4.14.

Таблица 4.13. Системообразующие сетевой комплекс

№	Системообразующие ЛЭП	Общая протяженность, км
1	ЛЭП напряжением 500 кВ	489,74
2	ЛЭП напряжением 220 кВ	1161,29
3	ЛЭП напряжением 110 кВ	—
	Всего	1651,03

Таблица 4.14. Системообразующие электрические подстанции

№	Системообразующие электрические подстанции	Кол-во, шт	Трансформаторная мощность, МВА
1	ПС напряжением 750 кВ	—	
2	ПС напряжением 500 кВ	3	3906
3	ПС напряжением 220 кВ	7	2528
4	ПС напряжением 110 кВ	—	
	Всего	10	6434

#### 4.4.2. Распределительная сеть

Распределительный электросетевой комплекс и распределительные электрические подстанции приведены в таблицах 4.15 и 4.16.

Таблица 4.15. Распределительный сетевой комплекс

№	Распределительные ЛЭП	Общая протяженность, км
1	ЛЭП напряжением 220 кВ	563,315
2	ЛЭП напряжением 110 кВ	3055,208
3	ЛЭП напряжением 35 кВ	2476,219
4	ЛЭП напряжением 6-10-20 кВ	21499,851
5	Всего	27594,593

Таблица 4.16. Распределительные электрические подстанции

№	Распределительные электрические подстанции	Кол-во, шт	Трансформаторная мощность, МВА
1	ПС напряжением 220 кВ	21	2720
2	ПС напряжением 110 кВ	174	4673,8
3	ПС напряжением 35 кВ	223	1831,91
	Всего	418	9225,71

#### 4.5. Производство и потребление [2]

##### 4.5.1. Производство

Среднеголетняя выработка электроэнергии в таджикской энергосистеме, состоящей в основном из гидроэлектростанций, составляет 17 млрд.кВт.ч (табл. 4.17). Следует отметить, что более 95% электроэнергии, вырабатываемой в Таджикистане, получают на гидроэлектростанциях, в том числе, 94% на крупных и средних.

Вырабатываемая на ГЭС электроэнергия имеет сезонный характер и зависит от стока воды в реках. Самый низкий уровень выработки электроэнергии наблюдается в осенне-зимний период (с октября по апрель/май), в то время как спрос на электроэнергию в это время — самый высокий. В то же время, в летний период подача электроэнергии наиболее надежная, т.к. в это время года имеется избыток электроэнергии в объеме 3-7 млрд. кВт. ч.

*Таблица 4.17. Выработка электроэнергии Республики Таджикистан за 2017 год*

<b>Наименование</b>	<b>Выработка Э/Э (тыс.кВт.ч)</b>
Общ. Выработка э/э в республике	18095309
ОАХК «Барки Точик»	15352610
Сангтуда-1	1862473
Сангтуда-2	701341
ОАО «Помир-энерджи»	178885
Малые ГЭС ОАХК «Барки Точик»	5625

#### **4.5.2. Потребление**

Последние данные по потреблению электроэнергии в различных секторах экономики Республики Таджикистан, показывают, что, основным потребителем электроэнергии в стране, являются Коммунальное хозяйство и составляет почти 47% от всей электроэнергии. Вторым по величине потребления электроэнергии, является промышленные предприятия, которые потребляют 41,11%. Сельское хозяйство занимают третью позицию, используя 16% от общего потребления (табл. 4.18).

*Таблица 4.18. Потребления электроэнергии Республики  
Таджикистан за 2017 год*

Наименование	Потребление Э/Э	
	млрд. кВт.ч	%
Общ. Потребления э/э республики (полезный отпуск ЭЭ)	13,5	100,00%
Промышленность	4,2	31,11%
Сельское хозяйство	2,1	15,56%
Коммунальное хозяйство	6,3	46,67%
Транспорт	0,011	0,08%
Прочее	0,9	6,67%

## 4.6. Крупные энергетические проекты Таджикистана [2]

### 4.6.1. Рогунская ГЭС

Рогунская ГЭС – строящаяся гидроэлектростанция на реке Вахш, входит в состав Вахшского каскада и с установленной мощностью 3600 МВт является самой большой ГЭС в Центральной Азии. В здании ГЭС будут установлены шесть гидроагрегатов мощностью по 600 МВт с радиально-осевыми турбинами. Среднегодовая выработка электроэнергии в Рогунской ГЭС составит более 17,0 млрд. кВт.час в год.

Плотина ГЭС высотой 335 метр станет самой высокой каменно-набросной плотиной в мире. Она образует Рогунское водохранилище полным объёмом 13,3 км<sup>3</sup> и полезным объёмом 10,3 км<sup>3</sup>. Рогунская ГЭС планируется использовать в качестве многоцелевого гидроузла, в том числе для выработки электроэнергии, регулирования воды, снижения риска наводнений и смягчения засух.

Состав сооружений ГЭС включает:

- Каменно-набросную плотину с противофильтрационным ядром из суглинка высотой 335 м и объемом 73,6 млн м<sup>3</sup>;

- 7 строительных и эксплуатационных водосбросных туннельных сооружений с рабочими напорами на затворах от 150 до 200 м и диаметрами туннелей от 10 до 15 м, общей пропускной способностью 8220 м<sup>3</sup>/сек;
- многоуровневый 5-ярусный глубинный водоприемник с проектным напором на аварийно-ремонтных затворах в 140 м;
- 6 подводящих турбинных водоводов с металлической облицовкой диаметром 7,5-7,0 м с напорной шахтой высотой 212 м и горизонтальным участком 356 м;
- подземное здание ГЭС;
- подземное помещение трансформаторов;
- селезащитный комплекс в основании плотины с металлической облицовкой и оборудованием;
- транспортные туннели и подходные штольни общей длиной около 75 км.

Строительство Рогунской ГЭС было начато еще в 1970-ые годы прошлого столетия, однако в силу некоторых причин приостановлено в начале 1990-ых годов.

В 2007 году Правительство Республики Таджикистан обратилось во Всемирный Банк для проведения международной экспертизы проекта с учетом современных требований и стандартов безопасности. Процесс переговоров и подготовки документов для этого процесса заняло более 3-х лет.

Оценочные исследования по Технико-экономическому обоснованию (ИТЭО) и Оценки экологического и социального воздействия (ОЭСВ) были начаты в 2011 году под эгидой Всемирного Банка, с участием международных компаний и двух Панелей независимых экспертов — по инженерным вопросам и вопросам безопасности плотин и по оценке экологического и социального воздействия.

Основная цель этих исследований заключалась в определении целесообразности предлагаемого проекта

Рогунской ГЭС и проведении независимой и объективной оценки предлагаемого проекта с учетом технических, экономических, социальных и экологических факторов. Все промежуточные и итоговые отчеты оценочных исследований для Рогунской ГЭС были опубликованы 1 сентября 2014 г., что ознаменовало завершение процесса оценки. Согласно этим оценкам, проект строительства Рогунской ГЭС был признан технически возможным, экономически целесообразным и соответствующим международным нормам безопасности, как с технической точки зрения, так и с экологической.

Исследования также послужили основой для принятия решений и диалога между странами речного бассейна. В течение четырех лет было проведено пять консультативных встреч с участием должностных лиц государственных органов стран речного бассейна, представителей дипломатических кругов и международных организаций, и сотен организаций гражданского общества.



*Рис. 4.9. Строительство плотины первой очереди Рогунской ГЭС*

Строительство Рогунской ГЭС планируется осуществить в несколько этапов, в состав первой очереди входит отсыпка плотины до высоты 135 м и монтаж двух гидроагрегатов, работающих на пониженном напоре (рис. 4.9).

С вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС в полную мощность, будет решен ряд существующих вопросов. В частности, будет полностью покрыт дефицит электроэнергии в зимнее время и увеличатся экспортные возможности энергетической системы Таджикистана. Также будет продлён срок эксплуатации всех гидроузлов каскада реки Вахш и появятся технические возможности по каскадному регулированию гидроэлектростанций, что позволит оптимизировать деятельность энергетической системы и увеличить выработку электроэнергии на нижележащих станциях.

Первый гидроагрегат Рогунской ГЭС был введён в эксплуатацию 16 ноября 2018 года с участием Президента Республики Таджикистан, Лидера нации, уважаемого Эмомали Рахмона и представителей международных финансовых институтов, дипломатического корпуса, строителей и представителей всех регионов страны (рис. 4.10).



*Рис. 4.10. Запуск второго агрегата Рогунской ГЭС 16 ноября 2018 года с участием Президента Республики Таджикистан, Лидера нации, уважаемого Эмомали Рахмона*

Рогунская ГЭС является судьбоносным объектом, великим источником жизненных благ для народа Таджикистана. Начало деятельности электростанции является важнейшим событием в истории государственности таджикского народа, и оно золотыми буквами будет вписано в историческую летопись. Ибо производимое здесь экологически чистое электричество полностью удовлетворит запросы Таджикистана в электричестве и даст серьезный толчок развитию национальной экономики страны.

Строительно-монтажные работы на Рогунской ГЭС осуществляются с привлечением 70 организаций и учреждений, известных отечественных и зарубежных подрядчиков, 22-х тысяч специалистов и рабочих, более 90% которых составляют граждане Таджикистана, а также с использованием 3600 машин и механизмов (рис. 4.11).



*Рис. 4.11. Монтаж гидроагрегата Рогунской ГЭС*

Электрoэнергия из Рогунской ГЭС уже даётcя в электрoэнергетическую систему Таджикистана ЛЭП-500 кВ «Рогун – Душанбе», введённой в эксплуатацию в день запуска первого агрегата станции – 16 ноября 2018 года (рис 4.12).

Рогунский гидроэлектрoузел является наиболее крупным на реке Вахш, обеспечивающим наиболее эффективную работу каскада. С вводом ее в строй, возможно, полное освоение водно-энергетического потенциала всей реки Вахш.

Осуществляя многолетнее регулирование стока, Рогунская ГЭС не только увеличит общую выработку электрoэнергии каскада гидроэлектростанций на р. Вахш, но и самое главное, позволит ему вырабатывать базисную энергию, которая будет иметь, прежде всего, региональное значение.



*Рис. 4.12. Передача электроэнергии по линии ЛЭП-500 кВ  
«Рогун – Душанбе»*

В настоящее время гидроузел сохраняет свое комплексное назначение и может работать как в чисто энергетическом режиме, без нарушения сложившейся на сегодняшний день водохозяйственной обстановки в бассейне реки Амударья и зоны Аральского моря, так в режиме с приоритетным ирригационным направлением.

Водоохранилище Рогунского гидроузла, совместно с Нурекским на реке Вахш и Туямуюнским на реке Амударья, общей полезной емкостью 18-19 км<sup>3</sup>, способно обеспечить многолетнее регулирование стока реки Амударьи с дополнительной гарантированной водоотдачей в размере 5,0-5,9 км<sup>3</sup> на земли Амударьинского бассейна, расположенных на территориях Узбекистана и Туркменистана.

#### **4.6.2. Проект CASA-1000**

Проект CASA-1000 – это крупнейший энергетический проект Central Asia – South Asia (CASA). Он

предполагает строительство трансграничной высоковольтной линии электропередачи (ЛЭП), которая свяжет энергетические системы Кыргызстана и Таджикистана с Афганистаном и Пакистаном (рис. 4.13). Реализация проекта позволит странам организовать единый рынок электроэнергии и торговать круглый год. Кыргызстан и Таджикистан смогут каждое лето поставлять в южные страны Азии избыточное электричество в объеме 1300 мегаватт.

Реализация проекта CASA поможет преобразовать этот регион и ознаменует собой важный шаг на пути формирования Регионального рынка электроэнергии в Центральной и Южной Азии (CASAREM). Инициатива CASAREM пойдёт на благо не только этим четырём странам, но также позволит усовершенствовать системы электропередач и стимулировать межрегиональное сотрудничество между странами Центральной и Южной Азии.

Для реализации проекта CASA-1000 был сформирован Межправительственный совет, и на первых этапах он обеспечил эффективное региональное сотрудничество. В рамках Межправительственного совета страны совместно принимают решения, касающиеся осуществления проекта, вырабатывают общие подходы и правила, а также используют единообразные технические и экологические нормативы и стандарты обеспечения безопасности.

Для реализации проекта CASA-1000 потребуется построить:

- ЛЭП-500 кВ переменного тока от подстанции «Датка» до подстанции «Сугд-500» протяженностью 477 км;
- конвертерную подстанцию пропускной способностью 1300 мВт в Сангтуде (Таджикистан);
- высоковольтную ЛЭП постоянного тока протяжённостью 750 км от Сангтуды (Таджикистан) до Новшеры (Пакистан);
- конвертерную подстанцию пропускной способностью 1300 мВт в Новшере (Пакистан).



*Рис. 4.13. Проект CASA-1000 по прокладке линий электропередачи из Таджикистана и Киргизии в Пакистан и Афганистан*

Проект CASA-1000 является важным этапом строительства действующей, эффективной системы передачи

электроэнергии в Центральной и Южной Азии. Благодаря поступлениям от экспорта экологически чистых энергоресурсов для стран Центральной Азии и сокращения дефицита электроэнергии в странах Южной Азии, данный проект улучшит перспективы развития обоих регионов.

Для реализации CASA-1000 потребуются стратегические действия и долгосрочное планирование, участие представителей частного сектора и государства, а также поддержка многих партнёров. Проект будет стимулировать межрегиональное сотрудничество, инвестиции в социальные услуги, а также будет способствовать распространению экономических выгод для всех категорий населения.

Помимо упомянутых выше стран проекту оказывают поддержку Группа Всемирного банка, Исламский банк развития, Европейский банк реконструкция и развития, Европейский инвестиционный банк, Агентство международного развития США (USAID), Государственный департамент США, Министерство международного сотрудничества Великобритании (DFID) а также ряд других донорских организаций.

Официальный старт строительным работам в рамках проекта CASA-1000 был дан 12 мая 2016 года в городе Туреунзаде (Таджикистан) с участием Президента Республики Таджикистан, Премьер-министров Кыргызской Республики, Исламской Республики Пакистан и Исламской Республики Афганистан.

#### **4.7. Концептуальная модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата**

Известно, что один из серьезных и актуальных проблем современного мира является изменения климата, которая каждые 12-15 лет, каждые 30 лет, каждые 70 лет и более

имеет повторяемости. Здесь можно сделать вывод, что изменения оледенения зависят от данной закономерности [6].

Одним из признаков изменения климата является заметное повышение средней температуры воздуха на земном шаре за последние 100 лет. Оно составило примерно  $0,6^{\circ}\text{C}$  (в Европе -  $1,2^{\circ}\text{C}$ ). За истекшие 100 лет уровень воды в мировых морях поднялся на 10-20 см. Произошло изменение количества осадков. Все чаще стали наблюдать экстремальные погодные явления - теплые зимы, жаркие летние сезоны, в разных частях планеты произошло широкомасштабное сокращение горных ледников и др. Изменения климата происходили в геологическом прошлом Земли, но они обуславливались природными факторами. В современных условиях ощутимое воздействие на климат стала оказывать человеческая деятельность. Определены три основных механизма этого влияния [7]:

1. Рост производства энергии потребляемой человечеством.
2. Изменение содержания атмосферного аэрозоля.
3. Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере.

В условиях изменения климата особую роль следует отводить разработке концептуальной модели оптимального управления по обеспечению водноэнергетической безопасности Республики.

Оптимизацию системы управления водными ресурсами необходимо вести на организационном, техническом и экономическом уровнях.

Решение технических проблем управления водообеспечения отраслей экономики и природного комплекса целесообразно осуществить путем увеличения располагаемой доли естественных водных ресурсов и рационального их использования, с выполнением водоохраных мероприятий.

Выполнение организационных и экономических мер должно касаться

внутригосударственного и международного уровней.

Для оптимизации системы управления водными ресурсами на национальном уровне необходимо осуществить постепенный переход на системный метод управления в пределах гидрографических, а не административных единиц, ускорить повсеместное создание ассоциаций водопользователей, внедрить в практику управление спросом воды, обеспечить дифференциацию платежей за воду и ее доставку в зависимости от конкретных условий, развивать разнообразные формы частного, коллективного и акционерного водопользования на основе рыночной водохозяйственной деятельности.

Внешняя политика в области водных отношений должна четко проводить линию комплексного использования водных ресурсов, признания воды экономическим благом и установления экономического механизма водопользования, поддержки региональных усилий по совместному управлению водными ресурсами, создания и укрепления эффективного механизма предотвращения и разрешения возникающих противоречий, особенно в маловодные годы. Разрешению возникающих проблем водопользования должны способствовать организация достоверного прогнозирования водности источников и нахождение взаимоприемлемых компромиссов.

В решении проблем управления водными ресурсами, Республика Таджикистан основывается на технической возможности водно-энергетического сектора и принципах международного права по данному вопросу, а также руководствуется стратегическими интересами страны, изложенными в Национальной Стратегии развития до 2015 года, Стратегии сокращения уровня бедности населения и других основополагающих документах.

Все это показывает, что сегодняшняя проблема использования гидроэнергетических ресурсов в своей общей постановке является чрезвычайно сложной задачей. Она требует пересмотра существующих подходов, часто кардинальных, не только чисто хозяйственной области, но и в политической, социальной, экологической, футурологической и других сферах. Все это требует соответствующих методических, методологических, модельных разработок, их опытных проверок и оценок. К тому же необходимо учесть, что все страны региона в настоящее время находятся в состоянии динамичных непрерывных преобразований во всех сферах.

Целями обеспечения безопасности водноэнергетической системы страны с ГЭС с водохранилищами многолетнего, сезонного и суточного регулирования, малые ГЭС и др. являются:

- обеспечение безопасной и надежной эксплуатации оборудования ГЭС;
- обеспечение безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений;
- обеспечение обоснованной рекомендаций по использованию водно-энергетических ресурсов;
- обеспечение обоснованных решений установления режимов сработки и наполнения водохранилищ;
- выработки обоснованных рекомендаций по регулированию работы водохранилищ;
- обеспечение максимальной выработки электроэнергии и эффективных режимов ирригационных систем за счет выбора оптимальных водно-энергетических режимов ГЭС и каскадов ГЭС при выполнении ограничений, задаваемых регулирующими структурами.

Для достижения вышеупомянутых целей по обеспечению водно-энергетической безопасности отрасли решение следующих задач являются чрезвычайно важным:

- определение объемов полезного притока к створам ГЭС;
- проверка и обеспечение совместимости ограничений на технические возможности водно-энергетических режимов ГЭС и каскады ГЭС;
- определение оптимальных сроков вывода оборудования в текущий и капитальный ремонт;
- расчет допустимых водно-энергетических режимов ГЭС и каскадов ГЭС;
- оптимизация водно-энергетических режимов управления ГЭС и каскадов ГЭС;
- формирование графиков работы ГЭС, обеспечивающее максимально полное использование водных ресурсов при обеспечении установленной мощности гидроагрегатов;
- формирование и согласование предложений по водно-энергетическим режимам с диспетчерским управлением водно-энергетической системы и структурами по установлению режимов сработки и наполнения водохранилищ.

Водные ресурсы водохранилищ являющейся богатством и основным бюджетоформирующим сектором страны, который используются для нужд коммунального, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, орошения, рыбного хозяйства, гидроэнергетики и рекреации с учетом выполнения экологических требований [8]:

- системы водоснабжения - заинтересованы в поддержании расхода и уровня воды, при котором в нижнем и верхнем бьефе обеспечивается гарантированный объем водозабора;
- сельское хозяйство - заинтересовано в обеспечении необходимых объемов воды забираемой на орошение и обводнение;
- рыбное хозяйство - заинтересовано в поддержании уровня воды, скорости сработки и наполнения водохранилища, предотвращающих заморы и гибель рыб.

- гидроэлектрические станции (ГЭС) - заинтересованы в надежности и безопасности гидротехнических сооружений и оборудования, повышении выработки электроэнергии и повышении выручки компании от реализации продукции на рынке электроэнергии;

- субъекты рекреации – заинтересованы в относительно стабильном уровне воды в водохранилище и уровне воды в нижнем бьефе;

- системный оператор – заинтересован в соблюдении установленных параметров надежности функционирования Единой энергетической системы Таджикистана и качества электроэнергии.

- в процессе планирования водно-энергетических режимов ГЭС и каскадов ГЭС задачами водно-энергетической системы безопасности являются подготовка предложений по водно-энергетическим режимам, организация их согласования с системным оператором и структурами, устанавливающим режимы сработки и наполнения водохранилищ.

Эксплуатация крупных водохранилищ ГЭС в условиях рыночных отношений выявила ряд проблем использования их энергетических возможностей в энергосистемах. К этим проблемам относятся, с одной стороны, изменения водно-энергетических показателей, связанные с ужесточением требований неэнергетических водопользователей и охраны окружающей среды к уровню режиму в нижних и верхних бьефах гидроузлов. С другой стороны, в условиях эксплуатации в практике последнего времени имеют место случаи резкого изменения нагрузки, когда выполненный проект выдачи мощности станции в энергосистему не отвечает сложившимся условиям.

Еще одной проблемой, возникшей в последние годы, является обеспечение эффективного использования энергии, вырабатываемой ГЭС, имеющей переменный в многолетнем и годовом разрезах характер. Особенно остро данная

ситуация будет иметь место в энергосистемах с большим удельным весом электростанций на возобновляемых источниках, режим работы которых может зависеть от требований конкретных заинтересованных потребителей.

Важная роль в водохозяйственном комплексе принадлежит водохранилищам, которые обеспечивают регулирование, и перераспределение во времени стока рек, гарантированное водоснабжение населения, защиту территорий от паводков.

Поскольку потребность в водно-энергетических ресурсах растёт из года в год, всё более необходимым становится решение проблемы оптимального управления водно-энергетическими ресурсами, и соответственно всё более интенсивно идёт поиск решения данной задачи.

Для решения данной задачи необходимо разрабатывать эффективную систему управления и контроля, обеспечивающую регулирование стока водохранилища в соответствии с требованием водно-энергетической системы [9].

Наиболее полным и целесообразным использование речной сток для удовлетворения нужд водно-энергетической системы является его регулирование крупными водохранилищами многолетнего регулирования, позволяющими перераспределение во времени объёма и стока в соответствии с требованиями водно-энергетической системы.

Для решения вышеупомянутые цели и задачи необходимо разрабатывать концептуальный модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности, особенно в условиях изменения климата (рис. 4.14).

Концептуальная модель управления водно-энергетической отрасли позволяет наиболее полно и максимально эффективно использовать водные ресурсы для нужд системы водоснабжения (питьевая вода, коммунальное

хозяйства, сельское хозяйства, санитарно-гигиенических услуг), гидроэлектрических станции для выработки электроэнергии потребителям, рыбное хозяйства и рекреации [10-13].

Правительство Республики Таджикистан даёт задание ИВП, ГЭ и Э, другие соответствующие подразделения НАНТ и правительственные и неправительственные организации водно-энергетического профиля на разработку концепции водно-энергетической безопасности страны. На основании разработанной концепции и заданием Правительство Республики Таджикистан, Центр по выработке стратегической цели спускает в водно-энергетическую систему цели согласно которому водно-энергетический отрасль обязан её достижению.

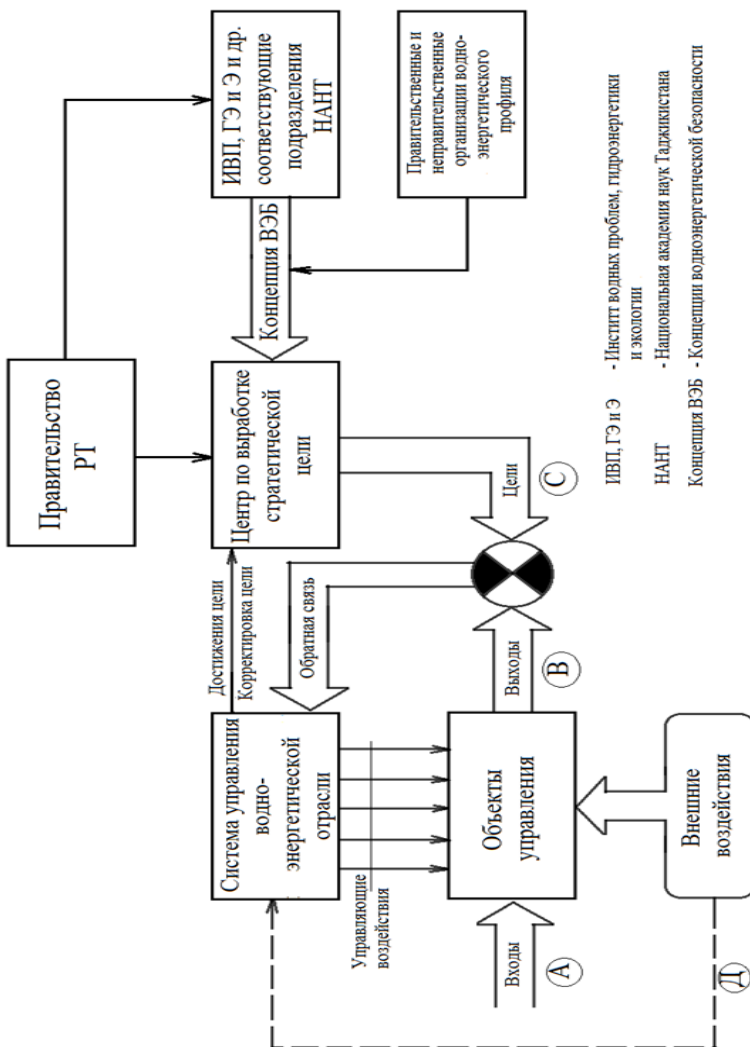


Рис. 4.14. Концептуальная модель управления водно-энергетической безопасности

Объекты управления водно-энергетической отрасли под действием внешних воздействий управляется системой

управлением водно-энергетической отрасли управляющими воздействиями для достижения заданной цели. Выполнение заданной цели со стороны объектов управления сравнивается с заданной цели, спущенной со стороны Центра по выработке стратегической цели. Результат сравнение цели по обратной связи поступает на систему управления водно-энергетической отрасли. В случае полного совпадения выполненной цели с заданной цели, система управления сообщает Центру по выработке стратегической цели о достижения цели, в противном случае система управления запросит корректировка цели. Входные и выходные параметры объекта управления, состав цели и виды внешних воздействий приведены в таблице 4.19.

*Таблица 4.19. Входные и выходные параметры и цели*

А	В
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Объём стока воды;</li> <li>- Материалы;</li> <li>- Осадки;</li> <li>- Экологические проблемы;</li> <li>- Испарения;</li> <li>- Фильтрация;</li> <li>- Селевые явления;</li> <li>- Заиление водохранилища;</li> <li>- Качество воды;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Энергетические;</li> <li>- Ирригационные;</li> <li>- Водоснабженческие;</li> <li>- Объём стока воды в низовья;</li> <li>- Качества воды;</li> <li>- Эксплуатационные Характеристики;</li> <li>- Холостой сброс;</li> </ul>
С	Д
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Корректировка цели;</li> <li>- Реконструкция генерирующих мощностей;</li> <li>- Ввод новых водно-энергетических объектов;</li> <li>- Ввод новых ирригационных систем;</li> <li>- Аккумуляирование воды;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Климатические условия и риски безопасности;</li> <li>- Непрогнозируемые условия;</li> <li>- Землетрясения;</li> <li>- Эндогенные и экзогенные процессы в береговой зоне водохранилищ;</li> </ul>

Сущность предлагаемой концептуальной модели состоит в том, что управляя выработкой электроэнергии и речного стока крупными водохранилищами, создать возможность наиболее полно и эффективно использовать природные водные ресурсы: аккумулировать воды в период половодий; увеличить водность рек в период маловодья.

Система управления водно-энергетической отрасли с детальными представлениями самых объектов управления приведён рис. 4.15, которая состоит из: Центрального диспетчерского управления (ЦДУ); Показатели производимой электроэнергии; Показатели потребляемой электроэнергии и водных ресурсов на нужды ирригации и водоснабжения; Гидропосты; Рогунская ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования; Нурукская ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования; Малые и средние ГЭС Вахшского бассейна с водохранилищами сезонного и суточного регулирования; Малые и средние ГЭС других бассейнов с водохранилищами сезонного и суточного регулирования; Тепловые электрические станции; Другие виды источников электроэнергии; Ирригационные системы и системы водоснабжения; Входы и выходы системы; Передача сведений объёмов речного стока из гидропостов в ЦДУ; Осадки; Управляющий сигнал о переводе режима выработки электроэнергии в режим аккумуляции воды; Управляющий сигнал по производству электроэнергии, регулированию системы ирригации и водоснабжения; Общая линия энергетической сети; Линии связи.

Другая преимущества концептуальной модели заключается в оптимизации управления водно-энергетической отрасли на региональном уровне, переходя от командно-административного метода управления на системный метод управления в пределах гидрографических, энергетических и потребительских показателей.

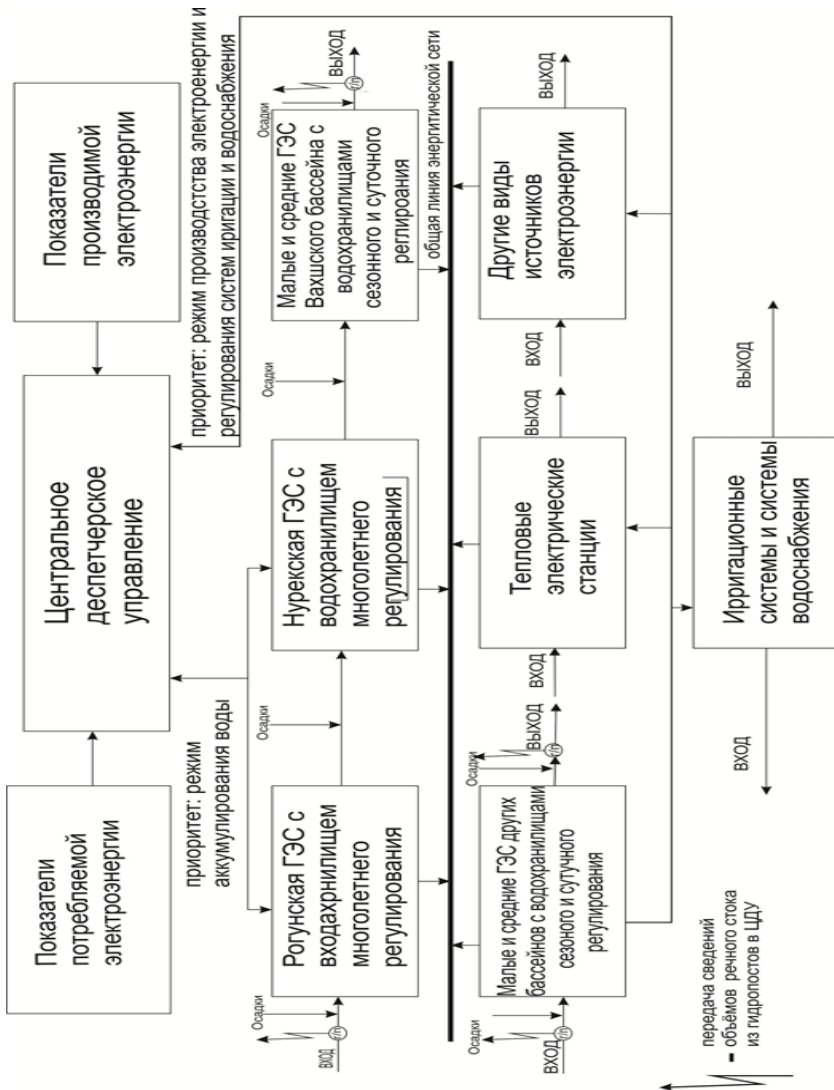


Рис. 4.15. Система управления водно-энергетической отрасли

Информация об объёме поступающей воды из гидропостов на входе и выходе бассейнов рек и каскада водохранилищ и количество осадков по линии спецсвязи, вырабатываемый объём электроэнергии из гидроэлектростанции с крупными водохранилищами по линии связи, малые и средние ГЭС с водохранилищами сезонного суточного регулирования, тепловые электрические станции, другие источники электрической энергии и ирригационные системы и системы водоснабжения по линии связи, поступают в Центральное диспетчерское управление. Выдача мощности электрической энергии производителя электрической энергии осуществляют по общей энергетической сети. Данные о количестве производимой энергии и данные о потребляемой энергии потребителям по линии связи поступают в Центральное диспетчерское управление. При появлении избытка электроэнергии и многоводные периоды гидроэлектростанции с крупными водохранилищами многолетнего регулирования переводятся в режим аккумуляирования воды и снижением выработки электроэнергии, а в маловодные периоды в режим выработки электроэнергии.

Регулирование речного стока и управление водными ресурсами создают возможность наиболее полно и эффективно использовать природные водные ресурсы, позволяют решить основные задачи: увеличить водность рек в периоды маловодья; понижать высоты половодий и паводков и т.д.

Предлагаемая система управления имеет следующие преимущества: удовлетворяет базовые потребности людей в безопасной питьевой воде и в благоприятных санитарно-гигиенических условиях; обеспечивает продовольственную безопасность; защищает экосистему и обеспечивает её целостность; управляет водными ресурсами на основе определения ценности воды в экономическом, социальном,

экологическом, культурном аспектах; обеспечивает безопасность эксплуатации гидротехнических сооружений; обеспечивает максимальную выработку электроэнергии.

Также предлагаемая система на базе Рогунского, Нурекского и планируемого Даштиджумского водохранилище многолетнего регулирования позволяет обеспечить водно-энергетическую безопасность Республики Таджикистан, а с включением в состав системы Токтогульского и Камбаратинского водохранилищ многолетнего регулирования позволяет обеспечить водно-энергетическую безопасность Центральной Азии.

По мимо разработке концептуальной модели водно-энергетической безопасности следует вести работы по нижеследующим направлениям, среди которых:

- совершенствование методов управления режимами работы водохранилищ;
- применение современных информационных технологий, математических моделей и методов для оптимизации режимов работы водохранилищ в различных гидрологических условиях;
- разработка и создание информационной системы водохозяйственного комплекса;
- реабилитация и совершенствование ирригационно-мелиоративных систем;
- совершенствование управления водными ресурсами в орошаемом земледелии;
- совершенствование технологии строительства и эксплуатации ирригационных и дренажных, канализационных очистных и водопроводных систем;
- разработка основных направлений в области охраны водных ресурсов, водо и энергосбережения;
- оценка состояния водохранилищ и их влияния на природную среду;

- развитие методов проведения мониторинга состояния дна, берегов и водоохраных зон водохранилищ с использованием методов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и современных информационных технологий;
- опыт управления крупнейшими водохранилищами Российской Федерации и их каскадами;
- современные методы оценки качества вод, экологического состояния и реабилитации водохранилищ;
- оценка рисков и опасности проявления негативных эндогенных и экзогенных процессов в береговой зоне водохранилищ.

*Кариева Ф.А. - учёный секретарь  
ИВПГЭиЭ, кандидат биологических наук*

## **ЧАСТЬ 5. ОБЗОР ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ В ТАДЖИКИСТАНЕ**

Современное состояние окружающей среды требует защиты при помощи закона и целой системы природоохранных нормативов. Охрана окружающей среды и экологии должна ограничить губительное и разрушительное влияние человека на окружающую природу. Многие страны и сообщества современного мира ввели специальные меры для обеспечения сохранности окружающей среды.

Введены строгие ограничения выбросов веществ и вредных газов в гидросферу и атмосферу. Организовывается и финансируется создание специализированных уникальных заповедников, национальных парков, заказников. Вводятся ограничительные меры по вылову рыбы, а также сокращаются сезоны и размеры охоты. Проблема мусора и отходов производств решается с применением современных методов и технологий переработки.

С 1972 года Глобальной Ассамблеей ООН дата 5 июня объявлена днем празднования Всемирного дня окружающей среды. Выбор этой даты не случаен, ведь именно в 1972 году Стокгольмская конференция рассматривала серьезные проблемы окружающей среды. Этот день является призывом к ежегодному проведению государствами и организациями специальных мероприятий, направленных на сохранение экологии и окружающей среды. В Республике Таджикистан принята Государственная комплексная программа развития экологического воспитания и образования населения Республики Таджикистан на период до 2020 года, которая основана на Конституции Республики Таджикистан, законах Республики Таджикистан «Об охране окружающей среды»,

«Об образовании», «Об экологическом образовании населения» и иных нормативных правовых актов Республики Таджикистан и международных правовых актов, признанных Таджикистаном [1].

Но следует отметить, что несоблюдение экологического баланса может привести к трагическим последствиям.

### ***Удручающие прогнозы***

- Только 3% населения в 1800 году проживало в городах, 50% городских жителей зафиксировано статистикой в 2008 году, а к 2030 году сосредоточение людей в городах будет составлять 60%.

- Информационные технологии уже в настоящее время являются следствием поступления в атмосферу Земли 2% CO<sub>2</sub>, что превышает объемы выбросов углекислого газа от деятельности авиации. Ожидаемые прогнозы неутешительны и предполагается, что разработки в области Интернет технологий к 2020 году увеличат поступления в атмосферу CO<sub>2</sub> до 20%.

- По утверждениям биолога Уилсона из Гарвардского университета, с лица Земли ежегодно исчезают 30 000 видов разнообразных живых организмов, а конец тысячелетия при таких темпах ознаменуется безвозвратной потерей половины нынешнего биоразнообразия.

- Нерациональная разработка различных месторождений к концу этого века может стать причиной полного истощения полезных ископаемых Земли.

- Площади первобытных лесов, которые являются средой обитания 3/4 для всех биологических видов планеты, за последние 40 лет сократились на 20%, и стремительно продолжают сокращаться.

- Коралловые рифы планеты сократились на 30% и уничтожение уникальных экосистем продолжается.

- Стихийные бедствия и катастрофы на планете с 2000 по 2006 включительно в сравнении с предыдущим десятилетием возросли на 187%. И это ответ планеты на наше к ней отношение.

- Загрязнение экологии подземных вод становится потенциальной угрозой загрязнения 97% запасов пресных вод на планете.

- Влияние экологической ситуации на окружающую среду приведет к полному исчезновению к 2033 году снегов на Килиманджаро.

- Глобальное потепление интенсивно влияет на вечную мерзлоту, что становится причиной ежегодной утраты Россией 30 квадратных километров суши.

Вышеперечисленные факты показывают, каким образом индустриальный прогресс влияет на экологию и загрязнение окружающей среды. Наша планета уже не может гордиться чистым воздухом, плодородной почвой и «живой» водой. Почти каждый город похож один на другой огромным количеством автомобилей, фабрик и заводов.

Индустриальная деятельность, вырабатывая побочные продукты, убивает все живое на планете. Кислотные дожди, глобальное потепление, истончение озонового слоя – перечень довольно длинный, который складывается из множества мелких нарушений, не соблюдения норм, халатности.

Весь этот негатив, и связанные с ним процессы, вызван огромным количеством загрязняющих веществ, которые попадают в атмосферу от промышленных предприятий. Города, лишённые растительности, задыхаются от смога. Дизельные и бензиновые двигатели автомобильного транспорта ежедневно отравляют воздух.

Огромные массивы лесов - легкие планеты - безжалостно уничтожаются в угоду росту промышленности.

Кислородный баланс нарушается не только в отдельно взятой стране, но и на всей планете.

Многие животные, птицы и растения занесены в Красную книгу, другие балансируют на грани исчезновения, ведь животный мир не только стал источником пропитания человечества, а продуктом алчности и развлечения.

Поймы рек и озер превращаются в пустыни, солончаки, зловонные лужи. Птицы уже не находят пристанища у богатых пищей берегов рек и озер. Запасы рыбы истощаются или гибнут от разлива нефтепродуктов. Некогда богатые популяции рыб мы можем частично наблюдать только в океанариумах [2].

### ***Об экологической обстановке в Таджикистане***

Поддержание и улучшение экологической обстановки в Республике Таджикистан имеет не только местное значение. Оно важно для всего Среднеазиатского региона. На территории Таджикистана сконцентрировано более 3000 ледников, в том числе гигантский ледник Федченко. На Памире, его отрогах и других горных массивах республики образуется более двух третей стока крупнейших рек Центральной Азии – Амударьи и Сырдарьи. Практически вся она используется на цели сельскохозяйственного, промышленного и питьевого водоснабжения. В последние десятилетия предприняты меры по регулированию стока Амударьи и Сырдарьи благодаря созданию крупнейших водохранилищ на базе строительства гидроэлектростанций.

На территории Таджикистана уже действует ряд водохранилищ длительного и краткосрочного регулирования: Нурекское, Рогунское, Кайраккумское, Головное и др. Процесс строительства каскадов ГЭС на горных реках Таджикистана в перспективе будет расширяться, и огромные запасы воды будут сконцентрированы в водохранилищах. Принятие комплекса мер по сохранению и постоянному

поддержанию природной обстановки на территории Таджикистана в чистоте имеет и будет иметь возрастающее значение для водоснабжения всего Среднеазиатского региона страны. Поэтому размещение в Таджикистане особо вредных, загрязняющих природу производств крайне нежелательно.

Важной экологической проблемой, решение которой тесно связано с решением проблем здравоохранения и ветеринарии, является воздействие промышленного и сельскохозяйственного производства на генетический аппарат человека, сельскохозяйственных и диких животных. Наиболее остро эта проблема стоит в районах Южного и Северного промышленно-территориальных комплексов республики. Деятельность размещенных в этих районах горнодобывающих, химических, машиностроительных, перерабатывающих предприятий сопровождается поступлением в окружающую среду большого количества отходов. Кроме того, в этих долинных районах обширные площади заняты хлопчатником. Нерациональная система полива этой культуры приводит к смыву большого количества вредных веществ с коллекторными водами в поверхностные водотоки, которые часто используются для водоснабжения сельскохозяйственных животных и человека.

Дикие животные Таджикистана подвержены в настоящее время сильному антропогенному воздействию, которое проявляется в загрязнении среды токсичными и мутагенными веществами и снижении численности. В связи с этим, встают острые проблемы организации экотоксикологических и популяционно-генетических исследований влияния хозяйственной деятельности человека на диком животном Таджикистане. Такие исследования в свое время проводились в Отделе охраны и рационального использования природных ресурсов. В частности, изучалось распространение экотоксикантов и мутагенов в природе, миграции по трофическим цепям, разрабатывались критерии оценки их

воздействия на организмы популяции и экосистемы. Однако, проведение этих исследований сопряжено с большими трудностями из-за малой численности исследовательских коллективов, слабой материальной базы, отсутствия необходимой аппаратуры, плохого снабжения реактивами.

В связи со всевозрастающим влиянием химических мутагенов на генофонд популяций животных и человека встает необходимость изучения интенсивности мутационного процесса в условиях химического загрязнения окружающей среды. Одним из путей решения этой проблемы является организация в республике комплексной системы генетического и эко-токсикологического мониторинга.

Загрязнение пестицидами и промышленными отходами воздушного бассейна в районах хозяйственного освоения республики оказывает негативное влияние не только на долины, но и на горные районы Таджикистана. Например, пестициды были обнаружены в почве и растительности в окрестностях высокогорного озера Зоркуль на Восточном Памире. В связи с этим, необходимо исследовать интенсивность и пути воздушного переноса аэрозольного загрязнения и его распределение, поскольку пестициды и другие загрязняющие вещества, занесенные ветром на поверхность ледников, накапливаются в них, консервируются, а затем поступают с теплыми водами в речную сеть через годы и десятки лет. Изучение этого процесса – актуальнейшая экологическая проблема Таджикистана [3].

Таджикистан обладает уникальным набором природных условий и ресурсов хозяйственного развития. Наблюдающиеся за последние годы ухудшения качества окружающей среды, в первую очередь атмосферного воздуха, в условиях научно-технического прогресса, в значительной мере является следствием специфических черт микроклимата горно-долинного рельефа. Предварительное районирование Юго-Западного Таджикистана по величине потенциала

загрязнения атмосферы показало, что наиболее подвержены загрязнению воздушные бассейны крупнейших долин республики - Вахшской и Гиссарской. К факторам, способствующим накоплению загрязнений, относятся инверсии температуры, туманы, застои воздуха, слабые ветры и штили. Так, например, в Душанбе средняя повторяемость слабых ветров (штилей) в течение суток - 63%. Сохранению высоких концентраций загрязнителей в г. Душанбе, выбрасываемых промышленными предприятиями, в заключительной степени способствуют рельеф и климатические его особенности. Положение города в замкнутой котловине обуславливает небольшие скорости ветра, частые инверсии, т.е. задерживающее рассеивание примесей слоев воздуха. Наиболее чистый воздух наблюдается в зимне-весенний период, когда отмечается, в основном, циклонический тип погоды и усиление ветра, а также выпадение наибольшего количества осадков. В ряде городов Таджикистана неблагоприятная экологическая обстановка обусловлена и недостаточной природоохранной деятельностью. Промышленные предприятия продолжают выбрасывать в воздух миллионы тонн вредных веществ, что обостряет экологическую обстановку.

Выбросы промышленных предприятий можно считать одной из главных причин загрязнения воздуха городов Таджикистана. Источником загрязнения городского воздуха являются также действующие производственные и отопительные котельни. Цементный завод, ТЭЦ-и и котельни в г. Душанбе явились основным источником выбросов дымового газа (61% всех промышленных выбросов составила двуокись азота, 56% - сернистый газ). Сильным источником загрязнения городской среды в республике является и транспорт на долю каждого приходится 70-80% всех вредных выбросов. В отработанных газах дизельных двигателей автотранспорта основными загрязняющими веществами

являются CO, ПАУ, SO<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, твердые взвешенные частицы, Pb и альдегиды, которые поступают с отработанными газами автомобилей в атмосферный воздух [4].

Особое внимание уделено проблеме загрязнения воздуха фторсодержащими соединениями, их концентрации в растительных тканях и видимым симптомам поражения растений. Приведена характеристика основных последствий загрязнения воздуха фтором, анализ масштабов и причин гибели культурных растений. Проблема накопления фторсодержащих соединений в растительной ткани рассматривается с точки зрения их содержания в пищевых продуктах и опасности для здоровья людей. В общей системе оптимизации окружающей среды в районах интенсивного промышленного загрязнения важную роль наряду с техническими средствами играют зеленые растения. Учеными и специалистами НАНТ дана ориентировочная оценка степени устойчивости более 180 видов декоративных и плодовых растений, показана способность растений к аккумуляции фтора, содержание которого зависит от видовой принадлежности, места произрастания и фазы развития [5].

К распространенным газообразным антропогенным загрязнителям относятся окислы серы. Антропогенная эмиссия серы неуклонно возрастает в течение последнего времени. Основным источником окислов серы являются тепловые электростанции, ТЭЦ, Цементные комбинаты и другие промышленные предприятия работающий на угле. Полная информация об источниках серы, ее роли как элемента питания и загрязнителя, вопросы диагностики повреждения деревьев загрязнителями, содержащими окислы серы, их влиянии на почвы и химический состав растений рассмотрены в недавно появившейся монографии «Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение». Фоновое содержание серы в нижней атмосфере составляет 1,25 мкг/м<sup>3</sup> для SO<sub>2</sub> и 0,8 мкг/м<sup>3</sup> для сульфатов. В крупных городах

содержание в воздухе серы в 100-1000 раз превышает концентрацию этого загрязнения в составе чистой атмосферы, среднее содержание серы в растениях - 0,05-0,9% сухой массы. Минимальное количество серы содержится в злаках, максимальное - в бобовых и крестоцветных растениях. Больше всего серы в листьях. Хлоропласты содержат 70% всей серы белков листа. Механизм токсического действия  $SO_2$  заключается в нарушении деятельности многих ферментов вследствие подкисления цитоплазмы, изменения ионного баланса, накопления балластных токсических веществ, в разрушении фотосинтетических структур. Хотя сохранение растительного покрова Земли без серьезных нарушений – безусловная необходимость, его состояние в настоящее время ухудшается.

Основные причины этого – разнообразие и разнонаправленность патологических явлений, возникающих у растений и их сообществ под воздействием ядовитых веществ.

Возникновение тех или иных патологических явлений не у одного или немногих растений одного вида, а у большего числа или же у всех растений – представителей одной популяции придает возникающим патологическим явлениям популяционное значение. Это придает им видовые значения, так как они способны изменить характеристики признаков, входящих в комплекс признаков вида.

Наиболее опасны для растительного мира патологические явления, нарушающие: строение и функционирование пигментов, пластид, отдельных звеньев фотосинтеза и фотосинтетического аппарата в целом; строение и функционирование аппарата газообмена и механизма его регуляции, торможение клеточного дыхания, уменьшение количества устьичных аппаратов и ослабление газообмена у растений; строение и функционирование

аппарата водного обмена и механизма его регуляции; строение и функционирование механизмов минерального обмена; нормальную деятельность меристем; нормальное осуществление клеточного цикла; гистогенез и дифференциацию клеток и тканей; межклеточные, межтканевые и межорганные взаимосвязи и взаимодействия; ритмику процессов онтогенеза; возрастное преобразование в жизненном цикле и его нормальное существование; физические константы и характеристики растений; гаметогенез, оплодотворение и формирование диссеминул; нормальное функционирование и жизнеспособность на ювелирных стадиях развития; нормальные сроки функционирования и жизнедеятельности клеток, тканей и органов; демографические характеристики популяций – их возрастной состав, соотношения образующих их растений по полу, активность семенного размножения и вегетативного возобновления, жизнеспособность семян и проростков, фитоценогенез и флорогенез на отдельных территориях [6].

Даже при незначительной концентрации загрязнителей длительное влияние на растения загрязненного воздуха приводит к уменьшению интенсивности их фотосинтеза и к замедлению их роста, а также к упрощению и распаду ценозов. Характерно, например, изреживание древостоев и уменьшение видового состава флоры в степных районах возникающие под влиянием дымогазовых выбросов металлургических и коксохимических предприятий.

Химические загрязнители оказывают влияние на патогенную активность потребителей растений, их численность, видовое разнообразие и количественное соотношение друг с другом. Установлено, что в березняках, загрязненных  $^{90}\text{Sr}$ , личинки пилильщиков поражают 93,5% листьев, в то время как в неразряженных березняках количество пораженных листьев не превышает 2,5%. На территориях, подвергнувшихся промышленному задым-

лению, среди насекомых – фитофагов преобладают фитофаги с колюще – сосущим ротовым аппаратом [7].

Для нейтрализации загрязнителей или уменьшении их концентрации вблизи промышленных зон и в черте города высаживают зеленые насаждения. Они обогащают воздух кислородом, фитонцидами, способствуют рассеиванию вредных веществ и поглощают их. Лесные культуры площадью 1 га способны осадить их воздуха 25-34 т взвешенных веществ в год, усвоить огромное количество углекислого газа и других вредных веществ, очистить около 18 млн. м<sup>3</sup> воздуха за год. Фитонциды, выделяемые деревьями, очищают воздух городов от бактериального загрязнения. Оказывая большое влияние на чистоту воздуха, растительность сама при этом повреждается и гибнет. Продолжительность жизни деревьев в городах и промышленных зонах сокращается по сравнению с условиями леса в 5-8 раз (липа в лесу живет 300-400 лет, а в городе – 50 лет).

При озеленении территории следует выбирать древесные, кустарниковые и газонные растения в зависимости от почвенно-климатических условий, качественного и количественного состава выбросов, закономерностей рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в данной местности, эффективности данной породы для очистки воздуха от конкретного загрязнителя или их комбинации (пыле - газопоглощение), а также ее пыле – и газоустойчивости в реальной ситуации.

Высокой устойчивостью к диоксиду серы обладают клен ясенелистный, роза морщинистая, чубушник венечный. Но они обладают низкой поглотительной способностью. Высокой поглотительной способностью и устойчивостью отличаются тополь бальзамический, дерен белый.

На промышленных площадках, сильно и постоянно загрязненных сероводородом, успешно растут яблоня дикая,

вишня степная, алиссум морской. Сероводород менее токсичен для растений улавливается ими в меньшей степени, чем диоксид серы или сероуглерод.

Поглощение диоксида азота обусловлено двумя процессами: в нейтрализации образующихся кислот и восстановлением азота с включением его в состав аминокислот. Диоксид азота поглощается растениями в 3 раза более интенсивно, чем оксид азота. Диоксид азота поглощают клен серебристый, рябина обыкновенная, тополь бальзамический, липа мелколистная, береза повислая. При совместном присутствии в атмосферном воздухе аммиака и диоксида азота липа мелколистная и тополь бальзамический предпочитают аммиак [8].

Оксид углерода усваивается кленом американским, бирючиной обыкновенной, ольхой белой, елью обыкновенной. Каждый  $1\text{ м}^2$  листовой поверхности высших растений усваивается за 1 сутки от 12 до 120 кг оксида углерода. На свету оксид углерода усваивается значительно лучше, чем в темноте.

Пылеосаждающая способность древесного растения зависит от площади поверхности листьев (хвои), массы и плотности кроны, скорости концентрации пыли в воздушном потоке, расположения посадок, а также от частоты дождей, смывающих пыль с листьев. Накопление хлоридов в листьях в пределах 0,7-1,5% вызывает наиболее сильные повреждения у конского каштана обыкновенного, сирени обыкновенной, ясеня зеленого и слабые – у вяза сладкого, ивы белой, тополя канадского.

По характеру действия посадки разделяют на изолирующие и фильтрующие. Изолирующими называются посадки плотной структуры, которые создают на пути загрязненного воздушного потока механическую преграду, заставляющую поток обтекать массив. При нормальных метеоусловиях они снижают содержание газообразных

примесей на 25-35% путем рассеивания и отклонения загрязненного воздушного потока, а также поглощающего действия зеленых насаждений. Фильтрующими называют посадки, продуваемые и разреженные, выполняющие роль механического и биологического фильтра при прохождении загрязненного воздуха сквозь массив. Эти посадки являются основными для санитарно-защитных зон.

К числу наиболее опасных и распространенных загрязнителей атмосферы относятся газообразные соединения серы. В последнее годы в г. Душанбе значительно увеличились выбросы ядовитых газов в воздухе, особенно сернистых токсикантов. Сера воспринимается растениями в виде сульфатов, накапливаясь в вакуолях, и частично связывается органическими основаниями, переходя в восстановленную форму. Сера, связанная в молекулах метионина, цистина и цистеина, составляет до 1,5% сухого вещества белка. Сера – обязательный элемент растительных клеток, принимающий деятельное участие в метаболизме. Каждому виду растений при отсутствии заметного загрязнения воздуха свойствен уровень накопления серы, колеблющийся в пределах 0,2-0,9%. В условиях загрязнения воздуха соединениями серы ее содержание в ассимиляционных органах возрастает.

Под влиянием  $SO_2$  происходит разрушение пластид. В зависимости от и воздействия изменяется проницаемость мембран, растворимость  $CO_2$  в протоплазме. При воздействии  $SO_2$  происходит потеря несвязной воды, нарушение деятельности синтеза жирных кислот. Уменьшается длина хвоинок у *Pinus sylvestris* L. и количество соединений фитонцидного комплекса, выделяемых хвойными, пораженными  $SO_2$ ,  $SH_2$  и  $CO_2$ . Сухие вершины сосен, обесцвеченная листва, бурые и красные пятна на листьях, осыпающаяся хвоя – все это признаки большого

содержания сернистых веществ в воздухе. Оксид серы ядовит для растений даже в низких концентрациях [9].

От концентрации соединений серы в воздушной среде зависит газоаккумулирующая способность растений. В зоне сильного загрязнения максимальным уровнем газонакопления (6,7-9,0 г серы на кг сухих листьев) характеризуются липа мелколистная, жимолость татарская, осина, тополь канадский, минимальным уровнем загрязнения (2,9-3,8 г серы на кг сухих листьев) – груша обыкновенная, вишня степная, боярышник колючий. В большинстве случаев растения тех видов, которые активно поглощают серу из почвы, характеризуются и ее повышенным накоплением из атмосферного воздуха. Газопоглотительная функция растений повышается благодаря накоплению серы в побегах и вымыванием ее дождевыми водами. Из листьев может быть вымыто от 8 до 40% серы, поглощенной из воздуха.

Таким образом, для озеленения зоны сильного загрязнения рекомендуется использовать газоустойчивые растения с пониженной способностью к газонакоплению (вишня степная, роза морщинистая, боярышник колючий, грушу обыкновенную). Газоаккумулирующая способность ассимиляционных органов древесных растений может быть использована в целях диагностики загрязнения воздуха.

Важным направлением исследований является разработка и совершенствование методов биоиндикации загрязнения атмосферного воздуха городов. Разрабатываются программы биоиндикационной оценки загрязнения окружающей среды. Основой для таких исследований являются данные, характеризующие реакцию высших и низших растений на атмосферные загрязнители. На примере *Quercus robur*, *Tilla cordata* и *Ulmus laevis* показано, что в городских условиях морфологические структуры, осуществляющие фотосинтез, существенно изменяются. Уменьшается, по сравнению с незагрязненной местностью,

размер хлоропластов в листьях, их относительный объем в клетке уменьшается в 1,5-3 раза, количество фотосинтезирующих структур на единицу площади листа снижается. Происходит снижение общего содержания хлорофилла в 1,5-2 раза. Описанные изменения фотосинтетической функции листьев в условиях городской среды сходны с их реакциями на стрессовые воздействия. Эти изменения появляются до возникновения видимых признаков поражения растений. Среди последних наиболее характерно уменьшение количества и размеров листьев, снижение продолжительности их жизни на 20-45 дней [10]. В районах загрязнения наблюдается угнетение цветения и плодоношения, уменьшение линейных размеров соцветий и частей цветка, снижение массы плодов. Общее угнетение семенной продуктивности в загрязненной среде снижает роль и участие в естественном растительном покрове видов, не способных к вегетативному размножению, а также заметно ослабляет семенное возобновление в культурных фитоценозах (лесопосадки, сады, парки).

Снижение урожаев сельскохозяйственных культур под воздействием загрязнения воздуха  $\text{SO}_2$  отмечают многие исследователи. Так, в Великобритании обнаружено уменьшение на 64% укосов райграса пастбищного под действием  $\text{SO}_2$  в концентрации 4.3 мкг/м<sup>3</sup>, наиболее часто регистрируемой в воздушной среде сельских районов этой страны (Покровская, 1980). В Чехословакии, при увеличении уровня загрязнения воздуха до 20 мкг/м<sup>3</sup>  $\text{SO}_2$  отмечали снижение урожайности сельскохозяйственных культур, которое достигало 60% по сравнению с контрольными районами, не испытывающими воздействия дымовых эмиссий. Наиболее сильно растения повреждались в зоне действия промышленных предприятий, где средняя газовая концентрация  $\text{SO}_2$  в воздухе колебалась от 20 до 100 мкг/м<sup>3</sup>. При уровне содержания  $\text{SO}_2$  10—70 мкг/м<sup>3</sup>, регистрируемом

на расстоянии 5-16 км от источника загрязнения (в зависимости от направления господствующего ветра), наблюдается хроническое повреждение растений, выражающееся в преждевременном опадении листьев, некрозах и пр. [11].

Большую опасность для растений представляют фтористые соединения. Фтор, в противоположность сере, не является необходимым для развития растений элементом и не участвует в обмене веществ. Поэтому, и не происходит его детоксикации в растительной клетке. Фтор накапливается в растениях, создавая опасность для здоровья животных и человека при употреблении этих растений на корм или в пищу.

Высокие концентрации HF, действующие короткое время, оказывают более сильное повреждающее воздействие на растения и приводят к большему накоплению F в организме растений, чем то же количество HF, распределенное на более длительный отрезок времени. Однако высокие, но кратковременно действующие концентрации HF, вызывающие сильные повреждения растений, обнаруживают в основном на территориях, расположенных вблизи мощных источников выбросов или при неблагоприятных климатических условиях [12].

Интенсивное освоение залежных, пойменных земель, песков, предгорий и гор довольно ощутимо изменило естественный растительный покров и животный мир. Свидетельством тому может быть первая инвентаризация фауны и флоры. Установлено, что 58 видов беспозвоночных животных Таджикистана уже относятся к категории редких и исчезающих, из 49 видов рыб — четыре находятся на грани полного исчезновения, почти 50% пресмыкающихся, более 10% видов птиц (из 350 видов — 37) уже редкие и исчезающие виды. Млекопитающие оказались наиболее чувствительными к резко изменившейся экологической

ситуации, ровно 50% видов (из 84 видов – 42) уже оказались редкими, исчезающими, а несколько видов полностью и навсегда исчезли из состава фауны СССР (туранский тигр, леопард и др.). Из 5000 цветковых растений 226 видов оказались редкими, исчезающими, нуждающимися в помощи человека.

Все сказанное является основой для расширения и углубления исследований экологии диких животных и растений в целях разработки наиболее рациональных способов их использования, охраны, восстановления численности и реакклиматизации. В этой области наиболее важную роль должны сыграть заповедники и заказники Таджикистана. Необходимо создание нескольких биосферных национальных парков для сохранения разных природных эталонов республики [13].

Широкое и повсеместное применение минеральных удобрений, почти полное отсутствие севооборотов и особенно систематическое использование пестицидов приводят к постоянному и возрастающему загрязнению естественных и искусственных водоемов. Особенно опасно загрязнение наземных и подземных запасов питьевой воды вредными промышленными отходами. Возникает необходимость углубленных гидробиологических исследований, разработки серии экологически грамотных рекомендаций по сохранению и рациональному использованию водоемов республики на неопределенно долгий срок.

Известны печальные последствия бессистемного применения пестицидов в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур. Разрушение естественных комплексов животных усиливает возможность вспышек массового размножения вредителей. Известно, что ядохимикаты убивают не только вредителей, но и ограничивающих их численность энтомофагов. Посевы

хлопчатника обрабатываются ядохимикатами с помощью авиации, что приводит к загрязнению окружающей среды и к возникновению ряда серьезных заболеваний человека.

Особая роль будет принадлежать разработке экологически грамотных способов применения естественных энтомофагов в борьбе с вредителями, создания сети биологических лабораторий по искусственному разведению перспективных видов энтомофагов и выпуска их на поля и сады при необходимости.

Важное значение приобретает решение экологических проблем пастбищного хозяйства и заповедников. Во всех природных районах Таджикистана естественные кормовые угодья имеют большое значение в общем балансе кормовой базы животноводства. Однако высокоурожайные пастбища и сенокосы занимают лишь отдельные массивы и в общей сумме площадей природных кормовых угодий (3,5 млн. га) составляют относительно небольшой удельный вес.

Природные пастбища во многих районах Таджикистана деградированы, из года в год снижается их кормовая продуктивность, в настоящее время она составляет 10—50% от общего травостоя. Большие площади пастбищ засорены колючими и ядовитыми растениями. Главной причиной катастрофического ухудшения пастбищ являются длительный бессистемный выпас и высокая нагрузка, а также полное отсутствие ухода за пастбищами, что привело к экологической деградации сообществ.

По оценке специалистов, запас кормов на естественных пастбищах и сенокосах республики составляет 1,55 млн. т сухой массы. Сбор их можно увеличить путем улучшения и рационального использования пастбищ. Для этого необходимо изменить отношение к природным кормовым угодьям. До сих пор многие смотрят на них как на какой-то неиссякаемый и бесплатный источник, из которого можно черпать сколько угодно, не думая о последствиях и

перспективах. Во многих колхозах и совхозах пастбища используются бессистемно, с большой перегрузкой, не вкладываются средства на их улучшение. Назрела необходимость в законодательном акте о порядке пастбищеведения в республике, что позволит приостановить дальнейшее бесхозяйственное использование природных кормовых угодий.

В решении экологических и природоохранных мероприятий большая роль принадлежит заповедникам и заказникам – этим своеобразным центрам изучения и охраны природы. В Таджикистане существует три заповедника: тугайно-пустынный «Тигровая балка» и два горных – «Рамит» и «Дашти-Джумский» и 15 заказников. Заповедники – бесценные хранилища флоры и фауны, научные полигоны, где можно решать самые разнообразные экологические проблемы. Заповедники должны быть неприкосновенными. Сейчас «Тигровая балка» очень нуждается в помощи и защите в связи с зарегулированием реки Вахш каскадом гидроэлектростанций. В 1986 г. рядом союзных и республиканских организаций на территории заповедника проводились изыскательные работы по составлению союзной целевой комплексной программы «Тигровая балка» с целью сохранения флоры и фауны этого уникального резервата. Итоги этой работы получили отражение в обширной программе, осуществление которой уже началось. Думается, будут приложены все усилия, чтобы сохранить заповедник «Тигровая балка» – единственный в своем роде уникальный уголок субтропической дикой природы Средней Азии, сохранившийся почти в нетронутом виде до наших дней. Заповедник «Тигровая балка» предполагается включить в разряд биосферных резерватов мирового значения. Необходимо всесторонне рассмотреть вопрос и о создании новых заповедных территорий – заказников и заповедников,

а также об охране уникальных единичных памятников природы республики [14].

В общей системе оптимизации окружающей среды в районах интенсивного промышленного загрязнения важную роль наряду с техническими средствами играют зеленые растения. Учеными НАНТ дана ориентировочная оценка степени устойчивости 160 видов декоративных и плодовых растений, показана способность растений к аккумуляции фтора, содержание которого зависит от видовой принадлежности, места произрастания и фазы развития. Заслуживает особого внимания способ оценки загрязнения почв с помощью почвенных водорослей, который дал положительные результаты при исследованиях на Таджикском алюминиевом заводе [15].

Перед учеными стоит задача создания искусственных фитоценозов, способных эффективно оздоровить экологическую среду на крупнейших промышленных предприятиях республики. Наряду с защитой от фитотоксикантов подобные насаждения должны выполнять также эстетическую и оздоровительную функцию.

Для активизации и обеспечения комплексности исследований по защите окружающей среды потребуются, разумеется, серьезное укрепление материально-технической базы ряда научных учреждений НАНТ, подготовка кадров по широкому профилю знаний. Проблемы экологии будут с каждым годом осложняться и потребуют более пристального внимания научных учреждений.

Национальная стратегия развития Таджикистана до 2030 года рассматривает экологические вызовы как угрозу, если не принимать превентивные меры адаптации. Экологические проблемы: загрязнение воздушной среды, водных и земельных ресурсов, приводят к заболеваниям и ставят под угрозу не только здоровье человека, но и его благополучие, и даже выживание.

Все более печально, чем мы думаем на самом деле. Это не наше будущее, это то, в чем мы уже живем и будут жить наши дети и внуки. Если, конечно, мы не попытаемся что-то изменить.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ЛИТЕРАТУРЫ

### Список литературы по 1-ой главе

Аброров Х. Ледники Таджикистана [Пирияхҳои Тоҷикистон]. – Душанбе, 2017. – 144 с. (на тадж. яз.).

Аброров Х. Таджикистан – край уникальных озёр [Тоҷикистон – кишвари кӯлҳои беназир]. – Душанбе, 2003. – 197 с. (на тадж. яз.).

Боев Б.М., Курбонов Н.Б., Мусоев З. Об экспозиции (местоположения) некоторых крупных ледников Таджикистана [Оид ба экспозитсияи (самти ҷойгиршавии) баъзе пирияхҳои бузурги Тоҷикистон] // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. – 2020. – №1. – С.45-50. (на тадж. яз.).

Кеммерих А.О. Гидрография Памира и Памиро-Алая. – Москва, 1978. – 263 с.

Крат В.Н. Минеральные лечебные, термальные и промышленные воды Таджикистан. – Душанбе: Дониш, 1985. – 143 с.

Курбонов Н.Б. Динамика изменения метеорологических условий и их влияние на водные ресурсы бассейна реки Зерафшан // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Душанбе, 2019. – 156 с.

Курбонов Н.Б., Восидов Ф.К., Мирзохонова С.О., Халимов А.М. Процесс деградации ледников верховья бассейна реки Зарафшан в условиях современного изменения климата // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2019. – №2. – С.58-67.

Курбонов Н.Б., Курбонов Ш.Б. Межгосударственные отношения между странами Центральной Азии по совместному использованию гидроэнергетических ресурсов // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Материалы межд. научно-практ. конф. – Алматы, 22-24 сентября 2016 г. – С.325-329.

Курбонов Н.Б., Фрумин Г.Т. Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зерафшан. Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ. Монография. – LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 145 с.

Ледники Таджикистана – Душанбе: Минприроды РТ, 2003. – 35 с.

Мирзохонова С.О., Муминов А.О., Мирзохонов О.В., Курбонов Н.Б. Изменение расхода воды в верховье трансграничной реки Пяндж // Наука и инновация. Серия естественных наук, 2017. – №4. – С.78-81.

Мирзохонова С.О., Муминов А.О., Шарипов Дж.Г., Курбонов Н.Б. Гидрограф трансграничной реки Пяндж и его больших притоков // Наука и инновация. Серия естественных наук, 2017. – №3. – С.84-89.

Муртазоев У.И. Водохранилища Таджикистана и их влияние на прилегающие ландшафты. – Душанбе: Ирфон, 2005. – 304 с.

Мусоев З., Дильмурадов Н. Ледники Таджикистана. – Душанбе, 1994.

Насыров М.Н. Ледники бассейна реки Зерафшан. - Ташкент, 1972. - 186 с.

Никитин А.М. Озера Средней Азии. - Ленинград, 1987.

Рахими Ф., Мухаббатов Х., Ниёзов А.С., Аброров Х. Вода, наука и устойчивое развитие [Об, илм ва рушди устувор]. – Душанбе: Дониш, 2018. – 432 с. (на тадж. яз.).

Султанов З. Ресурсно-экономический потенциал регионов Республики Таджикистан. - Душанбе: Дониш, 1994. – 263 с.

Тахиров И.Г., Купай Г.Д. Водные ресурсы Республики Таджикистан. Ч.2. – Душанбе, 1998. – 201 с.

Чурщина Н.М. Минеральные воды Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1999. – 300 с.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л., 1969. – 692 с.

Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 680 с.

Щетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. – Ташкент, 1998. – 220 с.

Щетинников А.С. Оледенение Гиссаро-Алая. – Л., 1987. – 119 с.

Курбанов А., Мухаббатов Х. Таджикистан – основной источник пресной воды Центральной Азии. – Душанбе, 2003. – 83 с.

### **Список литературы по 2-ой главе**

Диагностический доклад: Рациональное и эффективное использование водных ресурсов в Центральной Азии / ООН, Специальная экономическая программа ЦА. -Ташкент-Бишкек, 2001. - С.68-83.

Духовный В.А. Проблемы международных водотоков и подходы к их решениям с позиции водного права. - Ташкент, 24 с.

Мухаббатов, Х.М. Особенности формирования и использования водных ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата // Сб. ст. посвящённых международному году водного сотрудничества. - Душанбе, 2013. - С.92-95.

Пулатов Я.Э. и др. Водные ресурсы и водозабор. ТаджикНИИГиМ, Душанбе, 2009. - 27с.

Пулатов Я.Э. Аминджанов М. Вода ключ к стабильности и развитию. Душанбе, 2010. - 54С.

Пулатов Я.Э. Кобулиев З.В. Водные проблемы Центральной Азии и пути их решения // Сборник статей, посвящённых международному году водного сотрудничества. - Душанбе, 2013. - С.125.

Пулатов Я.Э. и др. Вода, климат и развитие в Таджикистане // Ж. Экология и водное хозяйство, №2(48), Баку, 2014. - С.41-45.

Пулатов Я.Э. Водная безопасность Таджикистана. Обзор, Душанбе, 2015. - 16 с.

Пулатов Я.Э. Научные основы взаимосвязи воды, продовольствия, энергии и экологии // Сборник научных трудов ГУ «ТаджикНИИГиМ», «Управление водными ресурсами: проблемы и пути устойчивого развития», Том III., Душанбе, 2018. - 328 с.

Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы // Постановлением Республики Таджикистан от 30 декабря 2015г, №791 - 49с.

Холматов А.П., Пулатов Я.Э. Национальный отчет по региональному водному партнерству (Республики Таджикистан) [Электронный ресурс] // [www.gwr.org](http://www.gwr.org).

Нукуская декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря (от 20.09.1995 г., г. Нукус). Нукуская декларация. - Нукус: 1995. - 3 с.

«Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья» (17.03.1998г., г. Бишкек). Таджикистан присоединился к этому Соглашению 17.06.1999 г.

Схема комплексного использования водных ресурсов (СКИВР) бассейна реки Амударья (Протокол заседания НТС №566 от 10 сентября 1987г, Москва);

Схема комплексного использования водных ресурсов (СКИВР) бассейна реки Сырдарья (Протокол № 413 от 7 февраля 1984 г. заседания НТС ММиВХ СССР, г. Москва);

Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы. // Постановление Правительство Республики Таджикистан от 30 декабря 2015г, №791. 49с.

Водный кодекс Республики Таджикистан. Одобрен Постановлением ММ МО РТ от 19 марта 2020 года, №756.

Утвержден Президентом РТ Эмомали Рахмон, г. Душанбе, от 2 апреля 2020 года, №1688.

Использование водных ресурсов.  
[https://www.mewr.tj/page\\_id=576](https://www.mewr.tj/page_id=576).

<http://www.bluepeace-centralasia.ch> › [iblock](#) › 8 Daler Abdurazokzoda Statement Tajikistan RUS. / Далер Абдуразокзода // Реформа водного сектора Республики Таджикистан: Вода как движущая сила устойчивого восстановления: экономические, институциональные и стратегические аспекты управления водными ресурсами в Центральной Азии. 25 февраля 2021г.

Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов в Республике Таджикистан // Утверждено Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 1 декабря 2001 года, № 551. - Душанбе. - 65с.

Пулатов Я.Э., Кимсанов Д. А. Рациональное использование водных ресурсов – основа устойчивого развития // Сборник научных статей, международной конференции «Воздействующая роль международного десятилетия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028» и их влияние на обеспечение эффективности использования, охраны водных и земельных ресурсов в Республике Таджикистан» Душанбе, 2020. - С.146-152.

Кохир Расулзода, Пулатов Я.Э. Проблемы мелиорации земель и перспективы интегрированного управления водными ресурсами в Таджикистане // Материалы респ. науч.-тех. конф. «Проблемы мелиорации и водных ресурсов Республики Таджикистан». - Душанбе, 2010. - С.20-31.

Пулатов Я.Э. Водохозяйственные проблемы Таджикистана и пути их решения, Стамбул, 2011, <http://www.iusf.org.tr/index.php/EN/home>

Пулатов Я.Э., Азизов Н. Техника и технология орошения хлопчатника на каменистых почвах Северного Таджикистана - Душанбе, 2009. - 164 с.

Пулатов Я.Э., Собитов А.Д., Латипов Р.Б. Водные ресурсы и водозабор. // ТаджикНИИГиМ, Душанбе, 2009. - 27 с.

Пулатов Я.Э. и др. Аналитический обзор «Состояние и перспективы ИУВР в Республике Таджикистан» // ПРООН, Душанбе, 2011. - 97 с.

Национальный обзор: на пути к «зелёной» экономике в Таджикистане. Составлен в рамках подготовки к конференции ООН по устойчивому развитию (РИО+20) // ПРООН, Душанбе, 2012. - 53 с.

Пулатов Я.Э., Алиев И.С., Камолов Ш., Рахмонов Б. Пути мелиорации орошаемых земель Республики Таджикистан // ТаджикНИИГиМ, Душанбе, 2009. - 62с.

### **Список литературы по 3-ей главе**

Фазылов А.Р. Значение водохранилищ при комплексном регулировании и управлении водными ресурсами в условиях напряженного водохозяйственного баланса Центрально-Азиатского региона. - Вода для мелиорации, водоснабжения отраслей экономики и природной среды в условиях изменения климата. Часть 2: Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 12.- Ташкент: НИЦ МКВК, 2018. - 96 с., С. 45-61.

Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/taj189751.pdf>

Использование воды в отраслях экономики. Мелиорация существующих орошаемых земель [Текст] / Министерство мелиорации и водных ресурсов. Брошюра, 2010г. -Душанбе, 2010. -45 с.

Камолидинов А. Безопасность крупных гидротехнических сооружений в Таджикистане.

«Государственная Программа по освоению новых орошаемых земель и восстановлению выбывших из сельскохозяйственного оборота земель на 2012 -2020 гг.»

Стратегия водного сектора Республики Таджикистан (2006 год.)

Использование воды в отраслях экономики. Мелиорация существующих орошаемых земель [Текст] / Министерство мелиорации и водных ресурсов. Брошюра, 2010г. -Душанбе, 2010. -45 с.

«Государственная программа берегоукрепительных работ в Республике Таджикистан на 2018-2022 годы».

«Восстановление Нурекской гидроэлектростанции».

Рогунская ГЭС

Кайраккумская ГЭС

Повышение уровня безопасности гидротехнических сооружений.

#### **Список литературы по 4-ом главе**

Петров Г. Н. Энергетические проекты Таджикистана. Прошлое, настоящее и будущее. Центральная Азия и Кавказ. Журнал социально-политических исследований. “Central asia and Caucfsus”, 3 , 2004.SWEDEN Rodhakegrand, 21,97454,Lulea,11с.(

[https://www.researchgate.net/publication/334679952\\_Petrov\\_G\\_N\\_Energeticeskie\\_proekty\\_Tadzikistana\\_Prosloe\\_nastoasee\\_i\\_budusee](https://www.researchgate.net/publication/334679952_Petrov_G_N_Energeticeskie_proekty_Tadzikistana_Prosloe_nastoasee_i_budusee).

[https://www.mewr.tj/?page\\_id=290](https://www.mewr.tj/?page_id=290).

Мухабатов Х.М. Природно-ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана. - Москва, 1999. - 335 с.

Курбонов Н.Б., Набиев Ш.М., Курбонов Г.Б. Эколого-экономическая оценка альтернативных источников энергии Таджикистана при изменении климата // Глобальные энергетические и экономические тренды: Материалы VI межд. конф. – Москва, Россия, 21 декабря 2018г. – С.161-169.

[https://www.researchgate.net/publication/340827151\\_Opyt\\_razvitiya\\_maloj\\_gidroenergetiki\\_v\\_Tadzikistane](https://www.researchgate.net/publication/340827151_Opyt_razvitiya_maloj_gidroenergetiki_v_Tadzikistane), -19 с.

Курбонов Н.Б., Восидов Ф.К., Мирзохонова С.О., Халимов А.М. Процесс деградации ледников верховья бассейна реки Зарафшан в условиях современного изменения климата // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2019. – №2. – С.58-67.

Курбонов Н.Б., Курбонов Г.Б. Использование возобновляемых источников энергии как фактор смягчения последствий изменение климата в горных условиях Таджикистана // Инновации в сельском хозяйстве, 2016. – Т.16. – №1. – С.191-195.

Курбонов Н.Б., Маджиди М., Расулзода Т.Х. Оценка потенциала альтернативных источников энергии на территории Таджикистана // Вестник Педагогического университета. Естественные науки, 2019. – №3-4 (3-4). – С.28-32.

Курбонов Н.Б. Эффективное использование возобновляемых источников энергии в физико-географических условиях Таджикистана // Водные ресурсы, энергетика и экология, 2021. – Т.1. – №2. – С.53-57.

Гидроэлектростанции. Планирования водноэнергетических режимов. Методические указания. – М.: РусГидро, 2013. – 54 с.

Об утверждении Методических указаний по разработке правил использования водохранилищ. Утверждены Приказом Минприроды и экологии Российской Федерации от 26.01.2011 № 17.

Давлатшоев С.К., Амирзода О.Х., Насруллоев Ф.Х., Курбонов Н.Б., Курбонализода С.Ш. Система управления водноэнергетической отрасли. Патент № ТЖ 1174 Республика Таджикистан, МПК Е 02 В 9/00; G 05 В 13/00. № 2001469, завл. 01.10.2020; опубл. 24.06.2021; Бюл. №173, 2021. -3 с.

Амирзода О.Х., Давлатшоев С.К., Курбонов Н.Б., Насруллоев Ф.Х. Разработка концептуальной модели регионального обеспечения водно-энергетической безопасности в контексте изменения климата // Комплексное использование водно-энергетических ресурсов Центральной Азии в условиях глобального изменения климата: Межд. научно-практ. конф. – Душанбе: ИВПГЭиЭ НАН Таджикистана, 2020. - С.68-74.

Амирзода О.Х., Давлатшоев С.К., Курбонов Н.Б., Насруллоев Ф.Х. Концептуальная модель регионального обеспечения водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата // Известия АН РТ. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2020. – №4(181). – С.157-164.

Амирзода О.Х., Давлатшоев С.К., Курбонов Н.Б., Насруллоев Ф.Х. Концептуальная модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 12(72). – С.324-334. – [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6754](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6754).

### **Список литературы по 5-ой главе**

Постановление Правительства Республики Таджикистан от 02.04.15. № 178.

«Экологические проблемы»

«Обзор результативности экологической деятельности Таджикистана», <https://unece.org>

Кариева Ф.А., Мадаминов А.А. Загрязнение воздушной среды и ее влияние на растения // Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология», 2021. - №1 (3). - С.198-202.