



Научные записки НИЦ МКВК

№ 12

2021

О.И. Эшчанов

Анализ и оценка качества воды реки Амударьи



Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Эшчанов О.И.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ АМУДАРЬИ

Ташкент 2021

Введение

В связи с увеличением населения, экономическим развитием, интенсивным развитием орошаемого земледелия и изменением климата в будущем ожидается только усиление напряженности в области обеспечения необходимых водных ресурсов. Кроме того, использование водных ресурсов приводит с одной стороны, к интенсивному отбору воды из водных источников, а с другой – к сбросам в реку и другие водотоки неочищенных стоков и коллекторно-дренажных вод или недостаточно очищенным сбросам. При этом проблема качества воды становится особо актуальной.

Для оценки качества воды в реках и водоёмах их разделяют по загрязнённости на несколько классов. Классы основаны на интервалах индекса загрязнённости воды (ИЗВ), представляющего собой агрегированный показатель, основанный на нескольких факторах, таких как концентрация загрязняющих веществ (нитратов, нитритов, аммонийного азота, тяжёлых металлов, нефтепродуктов и др.), характеристики гидробионтов, трофность и сапробность водоёмов. Качество воды – это характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования.

Поэтому вода – приоритетный и жизненно важный ресурс, обеспечивающий как условия проживания и здоровья населения, так и социально-экономическое развитие общества в целом. Очевидно, что с точки зрения противодействия инфекциям вода необходима, во-первых, для поддержания жизненно важных функций человека, во-вторых, для соблюдения санитарно-гигиенических норм.

Несмотря на принимаемые в Узбекистане меры по обеспечению населения качественной питьевой водой, ситуация далека от идеала. Одним из основных источников формирования поверхностного стока в Узбекистане является река Амударья. Поверхностные водные ресурсы складываются из поступающих по рекам из горных областей соседних государств и ресурсов, формирующихся на территории страны.

Б. Алиханов, А. Худайбергенов¹ показывают, что по величине индекса загрязнения воды (ИЗВ) качество вод Амударьи во всех створах соответствует 3-му классу умеренно загрязнённых вод. В среднем река имеет минерализацию 962,8 мг/дм³, вместе с тем содержание солей в воде

¹ Алиханов Б., Худайбергенов А. «Благоприятная экология – прочная основа противодействия распространению вирусных инфекций», газета «Правда Востока» №110 от 26.05.2020.

реки колеблется по течению. Например, в пункте города Термеза составляет 714,6 мг/дм³, а ниже по течению в створе Нукуса возрастает до 1313,2 мг/дм³. Минерализация воды несколько возрастает в период межени (916,3-3255,0 мг/дм³) и снижается в половодье (378,4-622,9 мг/дм³). Содержание органических веществ по химическому потреблению кислорода (ХПК) в створе Термеза в среднем составляет 19,8 мг/дм³, увеличиваясь к устью до 43,79 мг/дм³.

Ю.С. Камалов отмечает², что в решении проблем управления трансграничными водами, проблема качества вод не занимает пока приличествующего ей места. Вместе с тем показатель чистоты воды является ключевым, всеобъемлющим индикатором состояния водного менеджмента как вдоль одной реки, так и во всем бассейне в целом. Если поставить задачу неуклонного повышения качества воды в обозримом будущем, то можно повлиять на управление водой на всех этапах ее потребления – от забора чистой воды и до сброса отработанных вод.

Водные ресурсы Амударьи

В настоящее время межгосударственное управление водными ресурсами бассейна реки Амударьи осуществляется только четырьмя странами³, без участия Афганистана. После распада Советского Союза Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан пришли к договоренности, что сохранят «сложившуюся структуру и принципы распределения» водных ресурсов в бассейне реки Амударьи.

Амударья – наиболее водоносная река Центральной Азии. Она располагается на просторах Арало-Каспийской низменности, стекая с гор Памиро-Алая и пересекая крупнейшие пустыни мира – Кызылкум и Каракум. Длина собственно Амударьи от её образования слиянием двух основных притоков – Пянджа и Вахша 1415 км, от истока Пянджа 2540 км. Бассейн реки Амударьи расположен на территории Кыргызстана, Таджикистана, Узбекистана, Туркменистана и северного Афганистана. Различают «большой» бассейн Амударьи, который включает реки, впадавшие в Амударью, но в настоящее время утратившие с ней гидрологическую связь – Зеравшан, Кашкадарья, Мургаб, Теджен (Герируд), Атрек, а также реки северного Афганистана – Балх, Хульм, Сарыпуль и Кайсар. «Малый» бассейн Амударьи, который является

² Камалов Ю.С. Прекращение загрязнения воды – задача современного водного менеджмента. Глобальное водное партнерство Центральной Азии и Кавказа

³ Соглашение «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников», Алматы, 1992 г.

предметом настоящего анализа и одновременно объектом управления МКВК, включает водосборную площадь и зону влияния ствола реки и её основных притоков – Пянджа, Вахша, Кундуза, Кафирнигана, Шерабада, Сурхандарьи.

Амударья берёт начало в Таджикистане, где формируется 74 % стока, в Кыргызстане – 2 %, Афганистане и Иране – 13,9 %, затем течёт по границе Афганистана и Узбекистана, откуда приходит 8,5 %, пересекает территорию Туркменистана – 1,7 % и возвращается в Узбекистан, где впадает в Аральское море.

Истоком Амударьи считается река Вахджир, берущая начало из ледника Вревского на северном склоне Гиндукуша на высоте около 4900 м над уровнем моря. Ниже по течению река называется Вахандарьей, а после соединения с рекой Памир — Пянджем. Название Амударья река получает после слияния Пянджа с Вахшем. Ее притоками на протяжении первых 180 км являются Кундуз, Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад, далее, на протяжении более 1200 км – до впадения в Аральское море, Амударья притоков не имеет. На этом участке около 40 % ее стока расходуется на орошение, испарение и инфильтрацию. На участке от слияния Пянджа с Вахшем до г. Керки характерной особенностью долины Амударьи является наличие ряда озеровидных расширений. Разбиваясь на несколько протоков, русло реки образует здесь многочисленные острова.

Пойма реки покрыта тугаями, густыми зарослями тростника и изобилует множеством озер и болот. От г. Керки до теснины Эльджик ширина долины Амударьи колеблется от 4 до 25 км. Ее пологие склоны незаметно сливаются с окружающей местностью. Между теснинами Эльджик и Тюямуюн характер долины меняется. Река протекает здесь в коренных породах, представленных главным образом толщей песков и рыхлых песчаников третичного возраста. Склоны долины крутые, обрывистые, высотой в 10-20 м. На этом участке к долине реки непосредственно подходят пески Кызылкумов и Каракумов. Ниже теснины Тюямуюн долина Амударьи расширяется до нескольких десятков километров, суживаясь только у теснин Джумыр-Тау и Тахиа-Таш. На этом участке долины сосредоточено наибольшее количество культурных земель, орошаемых крупнейшими оросительными системами. Сложная система дамб протягивается здесь вдоль низких берегов реки, защищая сельскохозяйственные угодья, от затопления во время половодья и зимних зажоров льда. В районе г. Нукуса от Амударьи отходит слева сухой рукав Дарьялык (Кунядарья). В прошлом часть амударьинских вод стекала по нему в Сарыкамышскую впадину. Ниже г. Нукуса, около г. Тахиа-Таш, начинается дельта Амударьи, представляющая собой слабо покатуую равнину, пересеченную множеством протоков.

Согласно «Сводной записке» (1984), учтенный поверхностный сток всех водотоков р. Амударья с горной области составляет $77,7 \text{ км}^3/\text{год}$. Он определен по данным гидрометрических станций, расположенных близ выхода рек из гор и не искаженным хозяйственной деятельностью за 49-летний период фактических наблюдений (с 1932/1933–1980/1981 гг.), за исключением р. Кундуз, по которой отсутствовали данные русловых балансов (формируется и используется на территории Афганистана).

В нижерасположенной области потребления речного стока, в зоне современного и перспективного орошения, дополнительными водными ресурсами являются неучтенный поверхностный приток, формирующийся многочисленными, но при этом незначительными сбросами саевого типа, а также подземный приток.

В сферу межгосударственного управления и распределения водных ресурсов в бассейне Амударьи входит река Амударья и её основные притоки – стволы рек Вахш, Пяндж и Кафирниган (малый бассейн Амударьи). Располагаемые водные ресурсы по реке Амударья оценены в $74,07 \text{ км}^3/\text{год}$, из которых зарегулированные водные ресурсы составляют $62,10 \text{ км}^3/\text{год}$. При подсчете объема располагаемых ресурсов в соответствии с Корректирующей запиской вычтены отборы в Афганистан ($2,10 \text{ км}^3/\text{год}$), потери из рек и водохранилищ ($3,48 \text{ км}^3/\text{год}$) и санпопуски по р. Амударье ($3,15 \text{ км}^3/\text{год}$). Среднемноголетний речной сток Амударьи составляет $66,90 \text{ км}^3/\text{год}$.

В бассейне реки Амударьи осуществляется межгосударственное лимитированное вододеление – это основное принципиальное положение, исходя из которого, строится межгосударственное сотрудничество. Начиная с 1992 года, утверждение лимитов водозаборов отдельно на межвегетационный и вегетационный периоды с учетом охраны природного комплекса низовьев Амударьи, санитарных попусков и сброса в Аральское море осуществляется МКВК, а их реализация – БВО «Амударья». Статьей 8 Алматинского соглашения 1992 года на МКВК возложена задача по «разработке и утверждению лимитов водопотребления ежегодно для каждой из республик и региона в целом».

Анализ работы МКВК⁴ в многоводные и маловодные годы показывает явные проблемы с равномерностью и стабильностью водобеспечения. Имеются случаи диспропорции в сокращении водозабора государств. При водности р. Амударьи выше расчетной не всегда удается соблюсти требование об аккумуляровании излишков в водохранилищах, что происходит из-за отсутствия многолетнего регулирования. При

⁴ Будущее бассейна Амударьи в условиях изменения климата / Под общ. ред. проф. В.А. Духовного. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2018. – 328 с.

водности р. Амударьи ниже расчетной также не всегда удается обеспечить пропорционального сокращения водозабора республик. Особо следует отметить неравномерность водообеспеченности по длине реки, когда основная тяжесть маловодья приходится на низовья.

Увеличение использования сбросных и коллекторно-дренажных вод является одним из наиболее простых и доступных для реализации направлений вовлечения водных резервов. Всего в бассейне, насчитывается 14 км³ возвратных вод, из которых в озёра сбрасывается 7,39 км³, а в русло Амударьи – 4,94 км³. Таким образом, по крайней мере, около 2 км³ может быть вовлечено в использование непосредственно в виде ресурса при минерализации менее 2 г/л или смешением с оросительной водой при минерализации более 2 г/л.

Трубецкова М.Д. отмечает⁵, что бассейн Амударьи состоит из пяти характерных частей:

1) бассейн реки Пяндж, который в свою очередь делится на две различные в гидрологическом отношении области: Памир, отличающийся сравнительным многоводьем, и южную афганскую часть бассейна, очень маловодную [Шульц, 1968];

2) бассейн р Вахш;

3) бассейны рек, стекающих с южных склонов Гиссарского хребта и его отрогов (Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад);

4) бассейны рек Кашкадарьи и Зеравшан;

5) равнинной части бассейна (условно ее верхней границей принят створ Керки на реке Амударье).

Коллекторно-дренажные и возвратные воды бассейна Амударьи

По данным проекта PEER⁶, величина коллекторно-дренажного стока в бассейне Амударьи измеряется, главным образом, в устьевых створах магистральных коллекторов, что не позволяет учитывать весь формирующийся дренажный сток. В объем возвратных вод КДС (или ее часть) входит как одна из составляющих. Другие составляющие – холостые сбросы с каналов, остаточный сток рек (боковой приток по рекам).

⁵ Трубецкова М. Д. Зональный сток рек Центральной Азии в условиях изменяющегося климата / Автореферат дисс. канд. географ. наук, Москва, 2012.

⁶ Проект PEER «Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата», НИЦ МКВК, 2018 г.

Наиболее интенсивный рост КДС в бассейне Амударьи наблюдался в период с 1970 по 1980 годы. В это время в бассейне развивалось орошение и строительство дренажных систем. С 1980 по 1990 годы на фоне общего роста КДС колебался в зависимости от водности бассейна. С 1990 по 2000 год объем КДС прекратил свой рост. В конце 1990-х общий объем отвода коллекторно-дренажных и сточных вод в водоприемники бассейна Амударьи достиг 19 км³/год, а средний объем КДС за 1990-2000 годы составил 18,2 км³/год; объем изменялся от 16 до 19 км³/год, но в целом даже снизился (основная причина – снижение водозабора в каналы). В таблице 1 приводятся осредненные данные за 1990-2000 годы, характеризующие формирование и водоотведение возвратных вод в бассейне Амударья – данные из Диагностического доклада “Рациональное и эффективное использование водных ресурсов в Центральной Азии”, подготовленном специальной экономической программой в ЦА – SPECA (ООН, 2000).

В бассейнах рек Пяндж, Вахш и Кафирниган такого интенсивного роста КДС с 1970 по 1990 годы не происходило. В конце 1990-х годов общий объем отвода коллекторно-дренажных и сточных вод в водоприемники бассейна Амударьи в Таджикистане составил 3,35 км³/год. В среднем за 1990-2000 годы объем формируемых возвратных вод снизился до 2,55 км³/год. Современный объем возвратных вод Таджикистана составляет порядка 3,5-4,0 км³/год, из которых 3,0 км³ – дренажные возвратные воды с орошаемых земель, 0,50 км³ – бытовые и промышленные стоки. В бассейнах рек Пяндж и Вахш КДС формируется за счет сброшенной воды с орошаемых полей (10-20 %) и дренажного стока.

Таблица 1

**Формирование возвратных вод и водоотведение в бассейне Амударьи:
осреднение за 1990-2000 годы, км³/год**

Показатель	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан	Всего бассейн
1. Формируется возвратных вод всего	2.55	4.05	11.6	18.2
В том числе:				
- КДС от орошения	2.4	3.8	10.8	17.0
- Сточные воды	0.15	0.25	0.8	1.2
2. Повторное использование	0.07	0.04	2.0	2.11
3. Водоотведение всего	2.48	4.01	9.6	16.09
В том числе:				
- в реки	2.48	0.91	3.37	8.5
- в понижения	0	3.1	6.23	7.59

В среднем за 2010–2015 годы объем возвратного стока в бассейне Сурхандарьи составил 0,96 км³/год. В среднем течении в реку Амударью отводится КДС от Каршинской зоны планирования (ЗП)⁷ по Южному коллектору, от Бухарской ЗП по Парсанкульскому сбросу (от озера Соленое) и по коллекторам Лебапской ЗП (Туркменистан).

Система коллекторов Бухарской ЗП помимо Парсанкульского сброса (Главный Бухарский коллектор) включает:

- Северо-Бухарский коллектор – впадает в естественное понижение Каракыр,
- Центральный Бухарский коллектор – русло реки Заравшан (Каракульдарьи),
- Маханкульский сброс – продолжение Центрального Бухарского коллектора – впадает в озеро Соленое,
- Западно-Ромитанский коллектор – сбрасывает воду в озеро Соленое,
- Параллельный и Денгизкульский – впадает в Денгизкульскую впадину,
- Главный Каракульский – направляет КДС в озеро Соленое.

Таким образом, только часть КДС, который формируется в Бухарской ЗП, сбрасывается в реку Амударью. Данная особенность затрудняет прогнозирование сбросов КДС в Амударью, поскольку они зависят не только от водозабора в ЗП, водности рек ЗП, но также от технических особенностей транспортирования КДС (протяженность, расход, регулирование в озерах) сбросных трактов.

Основные коллектора Хорезма – трансграничные магистрали Дарьялык и Озерный. Дарьялыкский коллектор проходит по старой протоке Дарьялык и до границы с Туркменистаном собирает воды Диванкульского, Шават-Андреевского, Чагат-Атабинского и других коллекторов. Озерный (или Озерно-урavnительный) также собирает до границы с Туркменистаном сток коллекторов (ДAUDанский коллектор и др.), а также связывает в единую сеть ряд озер. В питании этих коллекторов существенную роль играют остатки оросительных вод, сбрасываемых с полей орошения. Слияние Дарьялыкского и Озерного

⁷ Зоны планирования – основные объекты водохозяйственного районирования бассейна Амударьи, совпадающие (полностью или частично) с областями стран, увязанные между собой по участкам речной сети, в границах верхнего, среднего и нижнего течения Амударьи, в рамках государств по всему бассейну реки Амударьи

коллекторов происходит на территории Туркменистана (Дашогузская ЗП). Эти коллектора пополняются сбросами КДС с Дашогузской ЗП и впадают в озеро Сарыкамыш (как один коллектор под названием Дарьялыкский).

Коллектора Каракалпакстана можно разделить на коллектора правого и левого берега. Из коллекторов правого берега следует выделить Главный Южный коллектор Каракалпакстана (ГЮКК), КС–1, КС–3, из коллекторов левого берега – ККС (Кунградский), – по этому коллектору вода сбрасывается в озеро Судочье. Составляющими ККС являются правая ветка и Главный Левобережный.

Возвратные воды Туркменистана (коллекторно-дренажные воды с орошаемых полей и сточные воды) можно разделить по зонам планирования Лебап, Дашогуз и зоне Гарагумдарьи (Ахалская, Марыйская ЗП). В Лебапской ЗП из сформированного КДС сегодня около 75 % сбрасывается в Амударью, а остальная часть отводится в понижения. В среднем за 2010-2015 годы с Лебапской ЗП в реку Амударью было сброшено КДС около 1.4 км³/год, а направлено в понижения – 0.4 км³/год. В Ахалской ЗП КДС оценивается в 0.5 км³ / год, в Мары – 1.3 км³/год, в Дашогузе – 2.2 км³/год, итого по Туркменистану 5.8 км³/год, в том числе в зоне Гарагумдарьи – 1.8 км³/год. Основными коллекторами в Ахалской ЗП являются: ГКС 1, ГКС 5, ГВСК, К 1, К 5, К 6, ТЦК; в Мары: ГМК, Джар; в Дашогузе: Дарьялыкский (около 60 % КДС ЗП) и Озерный.

По данным НИЦ МКВК⁸ возвратные воды являются дополнительным источником ресурсов, но из-за сравнительно высокой минерализации они также являются источником загрязнения окружающей среды. Сегодня около 88 % этой воды составляют коллекторно-дренажные воды, а остальное – сельскохозяйственные и промышленные сточные воды. Известно, что наряду с развитием орошения увеличивается объем возвратных вод; наиболее интенсивным рост был в 1970-1990 годах.

Объемы возвратного стока в Кыргызстане и Таджикистане занижены, приблизительно на 1,5 км³ и 0,5 км³ соответственно, на объемы возвратных вод, которые поступают из этих стран в Узбекистан и учитываются на его территории. Поэтому, объем стока возвратных вод, сформированный на территории Узбекистана, составит

$$25,05 - 2 = 23,05 \text{ км}^3.$$

⁸ Диагностический доклад о рациональном использовании водных ресурсов в Центральной Азии по состоянию на 2019 год, НИЦ МКВК по заказу ОЭСР, 2020.

Таблица 2

Распределение возвратных вод за 2000-2017 гг. по странам, по статьям формирования и распределения стока, млн.м³

Страна	Формирование			Распределение			
	Всего	В т.ч.:		Всего сброс	В т.ч.:		
		Сточные воды от промкомбыта	КДВ от орошения		В реки	В озера и природные понижения	Повторное использование для орошения
Казахстан	1478	138	1340	1478	847	104	527
Кыргызстан	414	56	358	414	229	47	138
Таджикистан	2699	188	2510	2699	2581	0	118
- по Сырдарье	426	18	409	426	310	0	117
- по Амударье	2272	170	2102	2272	2271	0	2
Туркменистан	6141	234	5906	6141	955	4926	260
Узбекистан	25045	5936	19974	25045	13061	9355	2628
- по Сырдарье	12945	3919	9548	12945	8868	2090	1987
- по Амударье	12100	2017	10425	12100	4193	7265	642
Всего	35776	6553	30088	35776	17672	14432	3672
Сырдарья	15263	4131	11654	15263	10253	2241	2769
Амударья	20513	2422	18433	20513	7419	12191	903

Максимальные значения объема возвратных вод наблюдались в годы максимальных водозаборов. Так в период 2003-2005 годов при водозаборе 113-121 км³ формировалось 36-37 км³ возвратного стока. Минимальный возвратный сток наблюдался в маловодном 2001 году – 32,1 км³.

Удельный объем дренажного стока формируемого в бассейне Амударьи колеблется от 3,5 тыс. до 12,7 тыс. м³ на гектар. По бассейну Сырдарьи от 1,7 тыс. до 8,3 тыс. м³ на гектар. При этом по отношению к среднемноголетнему году по бассейну Амударьи 37 % сбрасывается в ствол реки и повторно используется, 60% в замкнутые озера и только 3 % используется на орошение. По бассейну Сырдарьи соотношение другое – 60 % стока сбрасывается в ствол, 21 % в понижения и 19 % используется на орошение. Хотя по оценке возможности применения этих вод в регионе приведено большое количество научных и внедренческих работ (А. Усманов, Х. Якубов, Э. Чембарисов, И.С. Рабочев, А.Г. Бабаев и др.), четких нормативных документов и правил по их использованию не имеется ни в одной стране. Более того, постепенным урезанием финансирования на химический анализ, количество/частота проб и состав анализа (сокращенный вместо полного) за последние годы сокращались.

Возвратные воды являются существенным дополнительным резервом для использования. Однако ввиду их повышенной минерализации, эти воды являются в то же время и главным источником загрязнения водных объектов и окружающей среды. Огромные объемы формируемого дренажного стока в крупных коллекторах (СБК “Аччиккуль”, ЮГК и др.) увеличивает вместе с ними сбросы растворенных солей в речные системы. При этом возвратный коллекторно-дренажный сток, сбрасываемый в реки, расценивается как увеличение оросительной способности речных стоков или располагаемых водных ресурсов. В схемах комплексного использования и охраны водных ресурсов (КИОВР) бассейна Аральского моря, составленных проектными институтами (Союзводпроект, Средазгипроводхлопок, Узгипроводхоз и др.) за счет возвратного стока дренажных вод прогнозировалась возможность повышения оросительной способности речных стоков до 15-20 %.

Однако такое «повторно-прокатное» использование и увеличение располагаемых водных ресурсов через ствол рек «полезно» только до определенного предела их возврата, за чертой которого оно наносит большой ущерб не только питьевому водоснабжению, но и другим отраслям народного хозяйства. Это связано главным образом с возвратом больших объемов солей и увеличением минерализации речных вод в среднем и нижнем течении до 0,9-1,3 г/л (в маловодные годы – до 1,5 г/л, против 0,5-0,7 г/л в 1960-1965 гг.). В результате стохастического применения этих вод на орошение имеет место засоление земель, особенно

на орошаемых массивах среднего и нижнего течения, снижается производительность земли. Огромное количество вод, сбрасываемых в реки без всяких лимитов и ограничений, превращает хорошие пресные воды в слабоминерализованные и трудно используемые для любых нужд.

За последние годы вследствие выхода из строя дренажа и недостаточного количества ремонтно-эксплуатационных работ (по нормам полагается ежегодно промывать 7 % закрытого дренажа, а фактически промывается всего около 2 %) улучшения качества речных вод не наблюдается. Это способствует накоплению солей и соответственно не позволяет уменьшить минерализацию дренажного стока. В маловодные годы повсеместно увеличивается использование коллекторно-дренажных вод на орошение в чистом виде и смешении оросительной водой и, кроме того, имеет место уменьшение в эти годы дренажного модуля. «Основными положениями Региональной водной стратегии в бассейне Аральского моря» п. 48 было предложено осуществлять управление не только поверхностным, но и коллекторно-дренажным стоком, при котором строго лимитировались бы не только заборы воды, но и сбросы солей и загрязнителей на основе динамики баланса солей и загрязнений в реке. Намечалось также создание в системе БВО службы качества водных и природных ресурсов, которое, взаимодействуя с ведомствами по охране природы, должна была соблюдать требования к качеству воды на бассейновом уровне. Очевидно, что пришло время признать, что коллекторно-дренажные воды, сформировавшиеся в пределах каждой республики, необходимо считать их внутренним ресурсом. В будущем, при распределении трансграничных водных ресурсов необходимо исключить из лимита объемы дренажно-сбросных вод, формируемых на территории республики. И каждая страна, исходя из своих требований, самостоятельно должна решать проблему их использования и управления.

За истекшие годы в качестве мероприятий для уменьшения загрязнения речных вод солями и недопущения порчи земель растеканием коллекторных стоков было предпринято два крупных мероприятия в бассейне Амударьи. Первое осуществлено Туркменистаном – строительство объединительного коллектора через пустынные земли Каракумов, перехватывающего все сбросные воды с бассейна Мургаба, Теджена и Каракумского канала и направляющего их во впадину Карашор, в которой Туркменистан планирует создать «Золотое озеро 21 века». Второе мероприятие осуществила узбекская сторона, завершив строительство начатого ещё в советское время Правобережного коллектора вдоль правого берега реки. Он перехватил большую часть коллекторов, ранее впадавших в солёные озёра или в Амударью, и направил эту воду в Восточную акваторию Аральского моря.

Фактически, в настоящее время в результате оставшихся сбросов коллекторно-дренажных вод динамика среднегодовой минерализации по р. Амударье увеличилась как в исходном створе (г. Термез), так и особенно в створах Дарганата, Туямуюн, Кипчак и Саманбай. При этом, если в многоводные годы в этих створах минерализация составляет соответственно 0,515; 0,68; 1,183 г/л, то в маловодном 2018 г. она повышается до 0,654; 0,829; 1,566 и 1,500 г/л.

Изучение и научные исследования качества воды реки Амударья

Абдушукуров Дж.А. и Салибаева З.Н.⁹ в своих исследованиях выбрали точки основных притоков Амударьи: реки Вахш, Пяндж и Кафирниган. К сожалению, в процессе работы не удалось отобрать образцы из Амударьи после слияния с рекой Кафирниган, так как точка отбора находится на границе с Афганистаном и Узбекистаном. Данные измерения физико-химических параметров показали, что вода во всех низовьях рек слабощелочная, показатель рН варьирует в пределах 7,47–7,75. Окислительно-восстановительный потенциал, характеризующий биогеохимическую активность воды, слабо меняется в зависимости от места отбора образцов, соответствует 340–355 мВ. Содержание растворенного кислорода в водах достаточно высоко, и составляет 7,9–8,6 мг/л, что характерно для всех рек Таджикистана.

Данные анализа воды показали, что концентрации кальция, натрия в низовьях рек Пяндж и Вахш оказались высоки, но ниже ПДК. Повышенные концентрации кальция и натрия, а значит и солей, имеет как природное, так и техногенное происхождение. Концентрации железа и марганца в составе исследуемых речных вод значительно ниже ПДК. Сумма отношений концентрации 5 токсичных элементов к их ПДК для элементов 1 и 2 класса опасности $C_i/PДК_i$ для реки Пяндж равна 0,46, реки Вахш равна 0,543 и реки Кафирниган равна 0,3235. Наиболее чистой является река Кафирниган.

Расчетный коэффициент лимитирующей вредности воды для реки Амударья в точке пересечения границы Таджикистана и Узбекистан равен 0,4774, и воду в реке можно считать чистой. Таким же образом подсчитано количество солей в Амударье. Количество солей, выносимых притоками для Пянджа равно 520 мг/л, Вахша – 650 мг/л и Кафирнигана – 130 мг/л. С

⁹ Абдушукуров Дж.А., Салибаева З.Н. Экологическая оценка качества воды в основных притоках Амударьи <http://www.cawater-info.net/amudarya-knowledge-base/papers.htm>

учетом водного баланса Амударьи получается 518,7 мг/л. Такое количество солей находится на границе пресных и солоноватых вод.

Научных исследованиях Ф.Э. Рубиновой¹⁰ отмечается: повышение антропогенных нагрузок на речной бассейн приводит к количественному истощению водных ресурсов и ухудшению качества воды. Створ Келиф замыкает верхнюю зону бассейна Амударьи. Ниже река не принимает притоков. Все расположенные ниже створы в русле Амударьи замыкают участки реки, в большей или меньшей степени подверженные антропогенным нагрузкам.

Интенсивное истощение стока Амударьи в пределах среднего и нижнего течения связано, прежде всего, с ростом водозабора. Вместе с тем, процесс усугубляется и спецификой построения коллекторной сети в этом районе – лишь некоторая часть возвратных вод поступает в русло реки. Если в верхнем течении (створ Келиф) в русло возвращается около четверти изъятых вод, то в среднем – лишь 10–17 %.

Некоторое увеличение стока коллекторных вод имеет место на участке Чарджоу–Туямуюн за счет двух магистральных коллекторов (Главного Левобережного и Главного Бухарского). В нижнем течении реки (ниже Туямуюна) сброс коллекторных вод в русло не велик, и к створу в г. Нукус в реку возвращается лишь 10–11 % стока, изъятых выше.

Заметим, коллекторные воды являются лишь частью возвратных вод. Их русловая составляющая уменьшается по мере удаления от орошаемых массивов от русла реки и практически равна нулю для массивов, аналогичных зонам орошения Каракумского, Каршинского и Аму-Бухарского каналов. Трансформация водного стока вниз по течению Амударьи сопровождалась увеличением его минерализации.

Результаты расчетов показывают, что в створах Верхнеамударьинский и Верховье минерализация воды возрастает не значительно – не более, чем на 18 %. Доля возвратных вод в створе Верховье не превышает 8 %, и это определяет стабильность минерализации.

На участке Верховье–Келиф наблюдается некоторый рост минерализации, связанный с увеличением доли возвратных вод створе реки. На участке Келиф–Керки в начале 1970-х годов минерализация воды практически не менялась. В последующие годы она увеличивалась по мере роста доли возвратных вод и увеличения изъятия стока. На участке Керки–Чарджоу интенсивный рост минерализации наблюдается в последние

¹⁰ Рубинова Ф.Э. Трансформация годового стока и качество воды Амударьи под влиянием водных мелиораций в ее бассейне <http://www.cawater-info.net/amudarya-knowledge-base/papers.htm>

годы, что может быть связано со строительством Султандагского сброса из Каршинской степи. На участке Чарджоу–Ильчик минерализация практически не меняется, а до створа Туямуюна возрастает по мере роста доли возвратных вод и степени изъятия стока.

В целом по зоне интенсивного потребления стока (Келиф–Кзылджар) в 1980-е годы минерализация в среднем возросла 172 % (относительно минерализации в зоне формирования стока) по сравнению с 59 % в начале 1970-х годов. В отдельные годы прирост минерализации может достигать 300 %. Рост минерализации определяется увеличением изъятия стока из реки и доли возвратных вод. Ионный состав речных вод закономерно связан с ростом минерализации. По мере роста антропогенных нагрузок концентрация всех основных шести ионов увеличивается по времени и по длине потока. Однако, темпы роста концентрации отдельных ионов различны.

Так, например концентрация ионов кальция в створе кишл. Кзылджар возросла в 1976-1988 годах по сравнению с зоной формирования в 2,4 раза, а магния – в 4,2 раза. Концентрация гидрокарбонатов возросла в 1,2 раза, а сульфатов в 6,2 раза.

Таблица 3

**Изменения ионного состава воды Амударья в фазу спада половодья
в % от значений в зоне формирования (Пяндж – Нижний Пяндж)**

Створ	Расчетный период годы	И О Н Ы				
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
г. Керки	1959-1965	124	92	104	151	80
	1966-1975	147	135	94	238	112
	1976-1988	139	235	131	282	174
кишл. Ильчик	1959-1965	132	88	109	149	84
	1966-1975	156	136	102	248	166
	1976-1988	157	286	127	378	185
ст. Дарганата	1975-1988	181	320	148	465	258
Теснина Туямуюн	1959-1975	145	195	119	206	108
	1976-1989	200	330	103	438	228
г. Нукус	1959-1965	127	128	101	164	100
	1966-1975	153	153	107	232	132
	1976-1988	198	322	113	448	225
кишл. Кзылджар	1966-1975	166	182	116	285	160
	1976-1988	242	420	120	625	334

В верхнем течении реки (Верхнеамударьинский) концентрация ионов практически не меняется, а в среднем и нижнем течении – возрастает во времени и по длине потока. В нижнем течении концентрация магния даже в среднем за ряд лет превышает ПДК. Статистический анализ соотношения отдельных ионов с их суммой показал, что при минерализации выше 800 мг/дм^3 концентрация магния, а также сумма сульфатного и хлоридного ионов превышают ПДК. В створах Чарджоу и Ильчик среднегодовая минерализация в отдельные годы достигает этого рубежа. Ниже теснины Туямуюн средняя годовая минерализация практически не бывает ниже 800 мг/дм^3 . Следовательно, здесь наблюдается превышение средних годовых ПДК сумм магния, сульфатов и хлоридов.

При минерализации 1000 мг/дм^3 и выше наблюдается превышение ПДК натрия и калия, а при минерализации выше 1200 мг/дм^3 сульфатов. Такая ситуация возникает в нижнем течении Амударьи (ниже г. Нукуса).

В створе г.Термез минерализация выше 800 мг/дм^3 наблюдается, главным образом, в январе–апреле. В створах г.Керки и г.Чарджоу минерализация ниже 800 мг/дм^3 имеет место лишь в июле–августе. В створах кишл. Ильчик и водокачка станции Дарганата такая минерализация в виде отдельных случаев наблюдается в июле–августе, а ниже по течению реки – в течение всего года.

Минерализация выше 1000 мг/дм^3 в створе г. Термез встречается в единичных случаях в феврале–апреле, в створах Керки – Чарджоу – с октября по апрель, а ниже по течению реки – в любое время года. Таким образом, если в верхнем течении Амударьи критические значения (превышающие ПДК) магния, сульфатного и хлоридного ионов бывают, главным образом, в межень, то в среднем и нижнем течении – практически в течение всего года.

Жесткость воды Амударьи в створах Термез и Чарджоу колеблется в июле–сентябре от $4,4 \cdot 800 \text{ мг-экв./дм}^3$ до $7,6 \cdot 800 \text{ мг-экв./дм}^3$. В январе–марте значения жесткости превышают ПДК, в створах Дарганата и Туямуюн жесткость превышает ПДК уже с сентября по июнь, а в створе г.Нукус – в течение всего года.

Кислородный режим реки на протяжении всего русла не выходит за пределы ПДК. Показатель ХПК увеличивается во времени по длине потока, что свидетельствует об увеличении загрязнения реки. В нижнем бьефе Туямуюнского водохранилища этот показатель превышает ПДК (или близок к нему) практически в течение всего года. Превышения ПДК железа имеет место в 66–91 % случаев, наблюдаются единичные случаи превышения ПДК нитратного азота.

Анализ концентрации загрязняющих веществ в воде Амударьи показывает, что практически по всей длине реки (от Термеза до Нукуса) наблюдаются случаи превышения ПДК нефтепродуктов и фенолов. В Термезе и Нукусе зафиксированы случаи превышения ПДК ртути, а в Нукусе – фтора и мышьяка. По сумме лимитирующих показателей первого и второго классов опасности воды Амударьи на участке Термез–Нукус не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Насрулин А.Б. в своей диссертации¹¹ «Исследование закономерностей пространственно-временного распределения загрязняющих веществ в воде Амударьи» отмечает, что сведения о химическом составе воды рек бассейна Амударьи имеются с 1910 г. С 1938 года появились регулярные данные в гидрохимических ежегодниках по минерализации и главным ионам, с 1980 года – по тяжелым металлам.

В большинстве научных работ, посвященных гидрохимии Амударьи, исследован в основном ионный состав, а изучению тяжелых металлов и других загрязняющих веществ имеются только единичные работы. За последние десятилетия под влиянием хозяйственной деятельности человека сток и химический состав вод значительно изменился. По характеру своего воздействия на формирование химсостава р.Амударьи все анализируемые факторы разделены на три группы:

1) физико-географические, под влиянием которых формируется химсостав воды р.Амударьи: рельеф, климат, физическое, химическое и биологическое выветривание горных пород, почвы, растительность;

2) геологические: литологический состав горных пород – главный фактор формирования минерализации и химсостава природных вод;

3) физико-химические факторы: химические свойства элементов – валентность, окислительно-восстановительные процессы, влияющие на миграционную способность элементов, на их рассеяние и концентрацию и т. д.;

4) биологические: деятельность растений и живых организмов, которые часто аккумулируют многие тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества в процессе жизнедеятельности;

5) антропогенные факторы: обзор имеющейся литературы по данному вопросу показал, что со временем минерализация, химсостав речной воды Амударьи ухудшались под влиянием антропогенной деятельности, ряд исследователей ставят вопрос о необходимости тщательного изучения этого процесса с выявлением закономерностей.

¹¹ Насрулин А.Б. Исследование закономерностей пространственно-временного распределения загрязняющих веществ в воде р. Амударьи. Автореферат дисс. канд. техн. наук, Ташкент, 1996.

Рассмотрены следующие основные антропогенные факторы сельское хозяйство, промышленность и коммунально-бытовые сточные воды населенных пунктов.

На основании проведенных расчетов, проанализировано изменение минерализации и главных ионов как во времени (в течение 1980-1994 гг.), так и по длине реки (от створа Термез до створа Кзылжар). В створе Термез величины минерализации воды за данные годы менялись от 0,5 г/дм³ (1937) до 0,7 г/дм³ (1982), ниже створа Тюямуюн – от 0,85 (1987) до 1,2 г/дм³ (1982), створе Кипчак – от 0,9 (1991) до 1,3 г/дм³ (1982). В нижнем течении реки Амударьи минерализация в створе Нукус от 0,8 (1991) до 1,57 г/дм³ (1989), а створе Кзылжар – от 0,9 (1988) до 1,4 г/дм³ (1982). В 1993 и 1994 годы минерализация менялась в створе Термез от 1,92 до 0,65 г/дм³, створе Тюямуюн – 0,9 и 0,84 г/дм³, в низовьях реки – створе Нукус – уже 1,09 и 1,03 г/дм³.

Для того чтобы рассмотреть, как изменяется минерализации воды по времени, были получены ее средние величины за пять лет (1980-1984 и 1987-1991 годы), результаты расчетов приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Средние величины минерализации и главных ионов (1980–1984 гг.)

Створы	Е ионов г/дм ³	Степень изменения	Cl ⁻	Степень изменения	K ⁺	Степень изменения	Mg ²⁺	Степень изменения	SO ₄ ²⁻	Степень изменения
Термез	0,01	1,00	0,20	1,00	0,0037	1,00	0,020	1,00	0,11	1,00
Тюямуюн	1,04	1,70	0,39	1,97	0,0040	1,26	0,040	2,04	0,20	1,87
Кипчак	1,17	1,90	0,42	2,10	0,0037	1,20	0,050	2,50	0,24	2,22
Нукус	1,10	1,80	0,42	2,10	0,0043	1,40	0,045	2,30	0,23	2,10
Кзылжар	1,35	2,20	0,48	2,40	0,0043	1,40	0,050	2,80	0,37	2,51

Таблица 5

Средние величины минерализации и главных ионов (1987–1991 гг.)

Створы	Е ионов г/дм ³	Сте- пень изме- нения	Cl ⁻	Сте- пень изме- нения	K ⁺	Сте- пень изме- нения	Mg ₂₊	Сте- пень изме- нения	SO ₄ ²⁻	Сте- пень изме- нения
Термез	0,39	1,09	0,09	1,00	0,17	1,00	0,012	1,00	0,220	1,00
Туямуюн	0,927	1,60	0,15	1,69	0,23	1,35	0,066	1,55	0,388	1,70
Кипчак	1,020	1,76	0,20	2,16	0,25	1,47	0,079	1,86	0,419	1,90
Нукус	1,030	1,78	0,20	2,17	0,30	1,68	0,101	2,40	0,396	1,79
Кзылжар	1,030	1,77	0,18	2,00	0,25	1,46	0,072	1,70	0,400	1,81

В 1980-1984 гг. минерализация в створе Кзылжар относилась к классу «сильное загрязнение», и только в створе Термез минерализация была ниже ПДК, по главным ионам – превышение по хлоридам и магнию от створа Туямуюн и ниже. В 1987-1991 гг. минерализация снизилась до 4 класса (незначительное загрязнение) уже начиная со створа Кипчак. По главным ионам – снизилась концентрация хлоридов и кальция, но повысились магний и сульфаты.

Анализ сезонного распределения минерализации и главных ионов по длине реки (вегетация и межвегетация) подтверждает обратную зависимость их с расходом воды. Вместе с тем, если в створе Термез хорошо проявляется сезонное изменение, то в створе Нукус, из-за большого антропогенного влияния, оно почти не проявляется.

Обнаруженные слабые корреляционные связи главных ионов с другими загрязняющими веществами указывают на то, что между ними, вероятно, существуют процессы комплексообразования. Были отобраны приоритетные тяжелые металлы по токсичности и опасности, наиболее полный банк данных был на медь, ртуть, цинк, мышьяк, хром, меньше – на марганец, никель и т. д. На другие опасные тяжелые металлы (на которые мало фондовых материалов), производились собственные отборы проб, в первую очередь, на кадмий, свинец, стронций и т. д.

Сезонное распределение тяжелых металлов слабо зависит от расходов воды, и практически не меняется по длине реки. Это свидетельствует о слабом самоочищении. По многим тяжелым металлам наблюдения проводятся недостаточно часто, несмотря на их высокую

концентрацию. Так, концентрация кадмия (при ПДК 0,005 мг/дм³) в Амударье около г.Турткуль, составила 4,8 ПДК. Это связано с большим количеством кадмия, попадающего из коллекторов, например в Сурхандарьинской области в воде коллектора К1 его содержание составляет 1,2 ПДК, в воде коллектора К5 почти 4,7 ПДК. Но больше всего кадмия попадает из Бухарской и Кашкадарьинской областей, самых промышленно-развитых областей бассейна р.Амударьи. Уже на границе области концентрация кадмия в коллекторах достигает до 5,4 ПДК, в Аму-Бухарском канале – всего 0,4 ПДК, сброс в р.Амударью в Каракульском районе – 38 ПДК. При этом, большая часть кадмия попадает в озеро Денгизкуль, где его концентрация достигает уже 22 ПДК.

Из-за смещения зоны аккумуляции загрязняющих веществ выше по течению р.Амударьи на территорию Каракалпакстана и Хорезмской области, из-за спада уровня Аральского моря, процесс самоочищения сильно изменился. Кроме того, сказывается влияние Тюямуонского водохранилища, аккумулирующего в донных отложениях часть загрязняющих веществ.

Высокое содержание фенолов в воде р.Амударьи связано с аридным климатом, хотя по сравнению с 1980 г. их концентрация также уменьшилась.

С целью установления связей между парами элементов был применен корреляционный анализ концентраций загрязняющих веществ в створах Термез и Нукус. Обнаружена зависимость между минерализацией и расходами воды, между главными ионами, но связь между концентрацией тяжелых металлов и расходами воды часто слабая или отсутствует. Концентрации загрязняющих веществ органического и биогенного происхождения имеют слабую связь друг с другом, что вызвано их антропогенным происхождением. Их сбросы, в отличие от главных ионов и минерализации, носят случайный характер.

Река Амударья протекает через территории трех республик: Таджикистан – Курган-Тюбинская область, Туркменистан – Чарджоуская, Тащаузская области, Узбекистан – Сурхандарьинская, Бухарская, Хорезмская области, Республика Каракалпакстан. Кроме того, сточные воды Кашкадарьинской области тоже частично попадают в реку.

Был проведен анализ по всему бассейну р. Амударьи, районирование качественных характеристик по трем главным антропогенным факторам: сельскому хозяйству, промышленности и коммунально-хозяйственным сточным водам населенных пунктов. Проведен анализ приоритетных районов, оказывающих наибольшее влияние на качество вод Амударьи. При этом выявлено, что из-за слаборазвитой промышленности и сельского

хозяйства в пределах таджикской части бассейна, сведения о загрязненности в верховьях Амударьи можно принять как фоновые значения. Одним из загрязнителей режима речной воды является территория Туркменистана, это в основном коллекторно-дренажные стоки.

Наибольшее антропогенное влияние на качество воды р. Амударьи оказывают промышленность и сельское хозяйство Узбекистана.

Если в верховьях бассейна р. Амударьи, в зоне питания средняя минерализация доставляет $0,35-0,37$ г/дм³, то в среднем течении она доходит до $0,79$ г/дм³, а в нижнем течении, в зоне аккумуляции – до $1,1$ г/дм³.

Общий обзор по примыкающим к р. Амударье областям показал, что из трех факторов самое значительное влияние на изменение качества воды оказывают сельскохозяйственные сточные воды.

Если промышленные сточные воды имеют локальные источники размещения, их легче контролировать и проводить очистку, а коммунально-бытовые сточные воды зависят от численности населения и типа населенных пунктов, то сельскохозяйственные сточные воды имеют более широкое площадное распространение. Так, распределение коллекторно-дренажных вод (КДВ) по областям показывает резкое региональное различие по качеству воды.

Промышленные сточные воды, формируются главным образом в промышленно развитых областях – Бухарской и Кашкадарьинской, где имеются предприятия химической промышленности, а также промышленности стройматериалов. Если в Бухарской и Кашкадарьинской областях до 821 и 732 промышленных объектов, почти 83,6 % этих предприятий имеют превышение ПДК, то в Сурхандарьинской и Хорезмской областях в основном легкая и пищевая промышленность, сточные воды их сбрасывают в р. Амударью в основном органические вещества, азот, фосфор, а также взвешенные вещества.

Сброс загрязненных сточных вод в природные водоемы от промышленности составил в 1990 г. – почти 327,1 млн. м³, 1992 г. – 296,9, 1993 г. – 282,1, 1994 г. – 215,1 млн. м³ – т.е. явная тенденция к уменьшению.

Необходимо:

- создание более строгого контроля за особо опасными приоритетными загрязняющими веществами. Кроме того, из-за преимущественно антропогенного загрязнения речных вод нижнего течения р. Амударьи необходимо проводить там оперативный экологический мониторинг более часто;

- создание новых норм ПДК, более подходящих к аридному климату;
- учет экологическо-гигиенических последствий распространения загрязняющих веществ;
- учет социально-демографической ситуации при моделировании распределения загрязняющих веществ;
- более широкое использование математико-картографических моделей и статистических методов при планировании водоохраных и водохозяйственных мероприятий;
- для стимулирования рационального использования водных ресурсов, необходимо больше использовать не административно-правовые, а экономические рычаги и стимулы, при которых будет экономически невыгодно наносить ущерб природе. При этом широко придется применять зарубежный опыт, в частности – японский, где давно введен принцип платности водных ресурсов для промышленности и сельского хозяйства.

Обязательно перед планированием строительства новых предприятий, гидротехнических работ проводить эколого-экономическую оценку водоохраных мероприятий и т.д.

Минерализация воды вниз по течению (с Термеза до Кзылжара) в последние годы увеличивается и возрастает в 1,8 раза (с 580 до 1029 мг/дм³). Практически, можно констатировать, что минерализация в низовьях реки уже в основном антропогенного происхождения.

Данные о внутригодовом изменении минерализации свидетельствуют о существовании двух типов распределения: первый тип характерен для верхней части среднего течения реки – ств. Термез, здесь наблюдается явная зависимость от расходов воды, из-за естественного происхождения главных ионов, второй тип присущ для низовьев реки – ств. Нукус, где из-за антропогенного происхождения, нарушена связь минерализации с расходами воды, что связано с зарегулированностью Амударьи водохранилищами, большим объемом поступающих коллекторно-дренажных вод в течение года.

Регрессионный анализ по пяти створам р.Амударьи выявил связь между минерализацией, главными ионами с расходом воды, что позволяет рекомендовать вышеприведенные уравнения регрессии для расчета ингредиентов по известным величинам расхода воды.

Комплексная статистическая обработка (корреляционный, регрессионный анализ данных) позволяет выявить существующие связи между различными факторами, по которым можно более обоснованно дать

прогноз и рекомендовать меры по оптимизации существующего положения.

Анализ содержания тяжелых металлов в р.Амударье показал, что по многим тяжелым металлам наблюдается снижение концентрации по сравнению с 1980 г, что связано с общим улучшением экологической обстановки из-за спада производства и многоводности этих лет. Содержание большинства тяжелых металлов уменьшается по длине реки к низовьям. Необходимо изучить содержание неучтенных тяжелых металлов, аккумулирующихся во взвешенных веществах и наносах.

Происходит снижение концентрации органических и биогенных веществ во времени, это связано с уменьшением сбросов, их в р.Амударью (в последние год концентрация фенолов уменьшилась по сравнению с 1980 г. в 3,7 раз в Термезе, в 6 раз – в Кзылжаре, по нефтепродуктам), в 5,6 раз – в Термезе, 3,3 раза – в Кзылжаре, фосфаты – 2,7 и 2,5 раз, а РХЦГ в ств.Термез – 120 раз и т. д.)

Установлено, что главным фактором, изменяющим качество речной воды Амударьи, является коллекторно-дренажный сток (до 80% сточных вод), при этом эти воды не только высокоминерализованные, но и загрязнены остатками ядохимикатов, нитратами, тяжелыми металлами и т. д.

Анализ на качество ирригационной воды показал, что полив с/х культур без опасения можно проводить в верхнем и среднем течениях реки, а в нижнем течении орошение речной водой приводит к магниево-кальциевому засолению, увеличению сульфатов и хлоридов. Последовательность и состав проведенных исследований, оформленных в виде блочной модели, можно применять для изучения распределения загрязняющих веществ и оценки гидроэкологического состояния в других речных бассейнах аридной зоны.

Описанный в работе подход к математико-картографическому моделированию динамики загрязняющих веществ имеет как прикладную, так и методическую значимость, позволяя обосновано подойти к комплексной разработке мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов. В пределах бассейна р.Амударья рекомендуется обратить внимание в первую очередь на низовья реки, поскольку из-за антропогенного влияния зона аккумуляции солей и загрязняющих веществ переместилась в дельту, что привело к неблагоприятным эколого-гигиеническим последствиям.

В Оценочных докладах по приоритетным экологическим проблемам в Центральной Азии¹² приводятся данные, что в течение последнего десятилетия происходит снижение объема сбросов очищенных сточных вод наряду с увеличением общего объема сточных вод. Ухудшение экономического положения создало серьезные проблемы в работе очистных и канализационных сооружений. Эти данные говорят о том, что существующие очистные сооружения стали работать с эффективностью не более 50 % из-за финансовых затруднений или не пользуется обратное водоснабжение.

Курбанбаев Е. в своей научной работе показывает¹³, что основными причинами ухудшения экологической обстановки в низовьях реки Амударья являются:

1. Сокращение поступления речной воды и соответственно осушение огромных территорий тугаев, пастбищно-сенокосных угодий, дельтовых и приморских озер.

2. Ухудшение качества водных объектов и проблема питьевого водоснабжения, и в связи с этим, обострение санитарно-эпидемиологической обстановки.

Повышение минерализации речного стока и, соответственно, ухудшение качества воды вызвано:

1. Общим снижением водности по всей длине реки.
2. Сбросом возвратных коллекторных вод в русло реки с орошаемых площадей.

Таблица 6

**Объем сбрасываемых в русло реки коллекторных вод и солей
(по данным Полинова С.А.)**

Республика	Сброс КДВ, км³	Поступление солей, млн. т
Таджикистан	0,4	2,0
Туркменистан	2,8	7,3
Узбекистан	1,2	12,0

¹² Оценочные доклады по приоритетным экологическим проблемам в Центральной Азии (МКУР, 2006 г.)

¹³ Курбанбаев Е. Изменение качества воды реки Амударья и экологические проблемы Приаралья, Презентация, Бишкек, 2008.

Сброс коллекторного стока в русло реки приводит к повышению минерализации:

- с орошаемой территории Таджикистана на – 0,10 г/л;
- с орошаемой территории Туркменистана на – 0,18 г/л;
- с орошаемой территории Узбекистана на – 0,48 г/л.

Переброска коллекторных вод на региональном и национальном (например, в пределах Узбекистана) уровне, т. е. переброска на большие расстояния по правобережной части реки Амударьи не представляется возможной. По левобережной части осуществляются большие работы по прекращению сброса коллекторных вод в русло реки Амударьи в пределах Туркменистана.

Е. Курбанбаев предлагает, что коллекторные возвратные воды в зоне формирования стока (Кыргызстан, Таджикистан, Ферганская долина Узбекистана) можно частично повторно использовать, осуществляя строгий контроль качества воды. В среднем течении и низовьях в связи с резким ухудшением качества возвратных вод нельзя считать их дополнительным источником орошения.

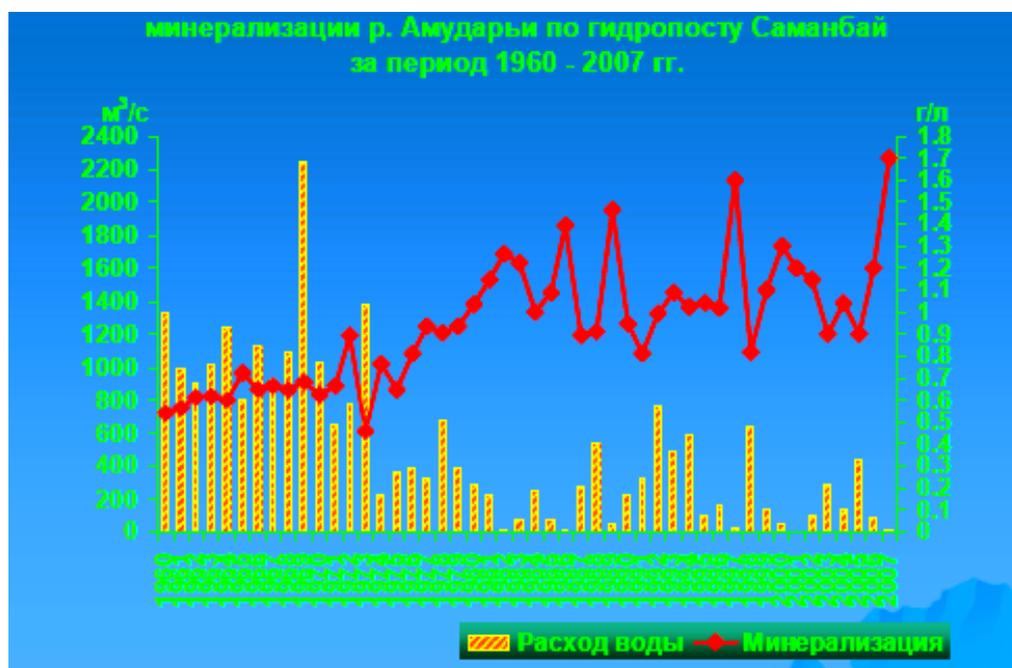


Рис. 1. График колебания расхода и минерализации р. Амударьи по гидропосту Саманбай за период 1960–2007 гг.

В принципе, формирование большого объема возвратных вод означает, что производится избыточный водозабор из реки и сброс в коллекторы. Поэтому необходимо в дальнейшем сократить объем излишнего водозабора и тем самым – сократить объем возвратного стока и его утилизировать в небольших емкостях и естественных понижениях как Агаятма, Карата (Бухарская область), Акчадарья (Каракалпакстан) и др.

В своей статье Ажиев А.Б. показывает¹⁴, что химический состав воды реки Амударьи на территории деятельности Узгидромета формируется в значительной степени под влиянием загрязнений, поступающих в реку с территории Туркменистана (Лебабский велаят), а также с территории Бухарской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской и Хорезмской областей и Каракалпакстан под влиянием сельскохозяйственных стоков. Также к ним относятся сточные воды различных предприятий городов Термеза, Карши и Лебап.

Только на территории Каракалпакстана Амударью загрязняют коллекторы, объемы которых можно представить из следующей таблицы.

Таблица 7

№	Название коллектора	Место сброса	Годовой сток, млн. м ³					
			2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	Каракалпакия	к\з им Бердаха	5,1	6,2	5,45	3,4	3,8	4,8
2	Чумучкул	Амударинский район	4,0	8,6	7,95	4,5	3,3	3,5
3	К-5-1	ш\х «Дустлик» Турткульский район	17,2	9,6	12,2	11,0	12,7	12,6
4	Беруни	На уровне Бекбай Беруниского района	159,4	208,3	300,7	286,6	325,8	295,5
Итого			185,7	232,7	226,3	305,5	345,6	316,6

Таким образом, как видно из таблицы, наблюдается постепенное возрастание общего количества сбрасываемых коллекторно-дренажных вод в Амударью. Особенно в большом количестве сбрасывается из коллектора Беруни.

В 2006 г. средний уровень минерализации таких промывных, загрязняющих реку коллекторно-дренажных вод, в среднем составил 2,707–4,761 г/л (по плотному остатку).

¹⁴ Ажиев А.Б. Загрязнение вод Амударьи как фактор загрязнения экосистемы Южного Приаралья

Аналогичные источники сбросов еще существуют и в верхнем, и в среднем течении реки. Этим обуславливается жесткость и минерализация воды нижнего течения Амударьи. Вышеуказанные показатели уровня минерализации во многих случаях имеют отрицательные зависимости от объема стока. Так, например, пик минерализации соответствует годам маловодья реки.

Ежегодно весной на почве района исследования характерно образование соленой корки. Корку традиционно промывают значительным количеством оросительной воды. В результате этого проявляется другой негативный процесс – повышение уровня залегания грунтовых вод.

Снижение уровня грунтовых вод наблюдалось лишь в 2000-2003 гг., что было связано с маловодьем Амударьи. Такое снижение грунтовых вод за счет маловодья не имело большого значения. Так, с мая 2003 г. в связи с поступлением большого количества воды продолжены повсеместные обильные поливы. Более того, в весенние месяцы 2003-2004 гг. уровень минерализации оросительной воды достиг 2773 мг/л, что в 2,7 раза превысило ПДК. В последующие сезоны наблюдались небольшие колебания этих показателей, в зависимости от объема стока реки Амударьи.

Таким образом, из-за высокой минерализованности состава амударьинской воды в орошаемую землю региона поступает ежегодно 13-25 т/га солей. Этот процесс вторичного засоления почвы усиливается еще оседающей здесь солесодержащей пылью, в количестве 1,0-3,2 т/га в год, из осушенного дна Арала.

В настоящее время ведутся работы по реконструкции дренажной и ирригационной инфраструктуры южных районов Каракалпакстана (Турткульский, Берунийский и Элликалинский). Строительством Южного Каракалпакского магистрального коллектора (ЮКМК) через Акчадарьинский коридор (на север, через пустыню Кызылкум) ожидается сток коллекторной воды в сторону Джанадарьи и в Аральское море.

В марте 2007 г. пущена вода по новому каналу и в настоящее время она в незначительном объеме впадает в старое русло Джанадарьи. Это вселяет надежду о прекращении работы Беруниской насосной станции, предназначенной для выкачивания коллекторно-дренажной воды одноименного района и ежегодно загрязняющего реку Амударья.

На качество вод в странах ВЕКЦА (СРГ ПДООС)¹⁵ влияют меняющиеся экономические и климатические условия. Восстановление

¹⁵ Создание динамичной системы регулирования качества поверхностных вод: Рекомендации для стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, Секретариат СРГ ПДООС, 2011.

промышленности и сельского хозяйства после резкого спада 1990-х гг. и недавнего глобального экономического кризиса, вероятно, приведет к росту загрязнения водных объектов в регионе, на этот раз из другого спектра источников. Ожидаемое (и уже очевидное) влияние изменения климата, в частности повышение температуры вод и повышение частоты наводнений и засух, усугубит загрязнение вод веществами из донных отложений, биогенными веществами, растворенным органическим углеродом, патогенными организмами, пестицидами и солью и вызовет термальное загрязнение. Эти проблемы будут, скорее всего, осложняться вопросами трансграничных вод. Для проведения структурных преобразований, направленных на внедрение «зеленой» модели экономики и ее диверсификацию, и для адаптации к изменению климата необходимо создать гибкую систему регулирования качества вод.

Решения по управлению водными ресурсами должны приниматься с соблюдением баланса различных (иногда не согласующихся между собой) потребностей и интересов с точки зрения как объемов, так и качества вод. Для нескольких видов водопользования требуется вода определенного качества, с другой стороны, антропогенная деятельность неизбежно ведет к сбросу загрязняющих веществ, что снижает качество вод.

Управление качеством поверхностных вод заключается в контроле антропогенной нагрузки (сбросом загрязняющих веществ и другими видами воздействия) для обеспечения определенного качества вод, которое характеризуется следующими группами параметров:

- Физико-химические: тепловые условия, кислородный режим, минерализация, кислотность, биогенные вещества, конкретные синтетические загрязняющие вещества, конкретные несинтетические загрязняющие вещества и радионуклиды.

- Микробиологические: бактерии, вирусы, простейшие организмы, гельминты и цианобактерии.

- Гидробиологические: рыба, водная флора (фитопланктон, макрофиты), донные беспозвоночные и зоопланктон.

- Гидроморфологические: объем и динамика расхода воды, целостность реки, структура и субстрат русла реки/дна озера, структура прибрежной зоны и т.д.

Чембарисов Э. И. совместно с другими исследователями¹⁶ изучал многолетнюю динамику минерализации и химический состав речных вод Амударьи.

В динамике гидрохимических характеристик видно, что у створа Саманбай средняя минерализация воды увеличилась с 0,51 (период 1931–1940 гг.) до 1,23 г/л (период 2001–2011 гг.), а химический состав воды изменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного – натриево-кальциевого (ГХС – НК) на сульфатно-хлоридный – магниевое-кальциево-натриевый (СХ – МКН).

Содержание токсичных солей в воде Амударьи повышено уже в верховье реки (у створа Термез): здесь углекислый кальций не преобладает над другими солями. Даже в половодье в последние годы в воде преобладают сульфат натрия и хлорид натрия. В межень содержание последней соли увеличивается до 4,12 мг-экв.

К нижнему течению реки в воде сохраняются те же соли, только иногда в ней образуется и хлорид магния. В связи с ростом минерализации содержание всех солей в воде увеличивается, особенно это относится к хлориду натрия, токсичность которого, по оценке мелиораторов, как уже отмечалось, равна 7 баллам.

К створу Саманбай содержание токсичных солей в речной воде вновь несколько увеличивается. Преобладающее место занимает хлорид натрия (в межень до 15,63 мг-экв.). Повышено также содержание сульфата магния (до 8,22 мг-экв.). Содержание нетоксичных солей в сумме достигает всего 8,00 мг-экв. В нижнем течении р. Амударьи в последние годы значительно увеличилась минерализация воды. Так, у Саманбая она в отдельные месяцы повышается до 2,17 г/л.

Является хорошей по качеству вода в верхнем течении р. Сурхандарьи (до створа Жданова), особенно во время половодья, когда в ней преобладает двууглекислый кальций. В межень содержание токсичных солей несколько увеличивается, но качество воды в целом не меняется.

В низовье реки у створа Мангузар содержание токсичных солей (особенно в межень) значительно увеличивается. Преобладающее место занимает сульфат магния (до 5,35 мг-экв.), повышено также содержание хлорида и сульфата натрия (соответственно 2,79 и 2,67 мг-экв.).

¹⁶ Чембарисов Э. И. и др. Влияние качества оросительных вод Средней Азии на мелиоративное состояние орошаемых земель. Материалы конференции. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, № 1(57)/2015.

Таблица 8

Гидрохимическая характеристика речных вод бассейна р. Амударья по периодам

Река	Створ	Минерализация воды и химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления (минерализация в г/л)						
		1931– 1940 гг.	1951– 1960 гг.	1961– 1970 гг.	1971– 1980 гг.	1981– 1991 гг.	1991– 2000 гг.	2001– 2011 гг.
Вахш	Туткаул	0,41 ХГС– НК	0,42 ХГС– К	0,43 ХГС– НК	0,44 ХГС– НК	0,45 ХГС– НК	0,46 ХГС– НК	0,46 ХГС– НК
Пяндж	Шидз	-	-	0,19 СГ– МК	0,20 СГ– МК	0,22 СГ– МК	0,23 СГ– МК	0,23 СГ– МК
Сурхандарья	Шурчи (Жданова)	0,30 СГ–МК	0,32 СГ– МК	0,35 СГ– МК	0,38 СГ– МК	0,42	0,43	0,43
Сурхандарья	Мангузар	0,57 ГС–НК	0,60 ГС– НК	0,88 ГС– НК	1,08 ГС– НК	1,23 ГС– НК	1,20 ГС– НК	1,20 ГС– НК
Кашкарья	Каратикон	0,38 СГ–К	0,49 СГ– НК	1,01 ГС– НМК	1,82 ХС– КМН	2,60 ХС– МН	2,50 ХС– МН	2,50 ХС– МН
Зеравшан	Навои	-	0,55 СГ– МК	0,73 ГС– КМ	0,88 ГС– КМ	1,25 С– МКН	1,27 С– МКН	1,28 С– МКН
Амударья	Керки	0,05 СХГ– НК	0,51 СХГ– НК	0,57 ГХС– НМК	0,59 ГХС– НМК	0,66 ГХС– НМК	0,67 ГХС– НМК	0,67 ГХС– НМК
Амударья	Саманбай	0,51 ГХС– НК	0,52 ГХС– НК	0,64 ГХС– МКН	0,75 СХ– МКН	1,22 СХ– МКН	1,23 СХ– МКН	1,23 СХ– МКН
Амударья	Темирбай	0,51 ГХС– НК	0,53 ГХС– НК	0,65 ГХС– КН	0,77 СХ– КГ	1,64 СХ– МКН	1,65 СХ– МКН	1,65 СХ– МКН

Примечание

1) Сведения за 1941–1950 гг. ввиду малочисленности не обобщены;

2) Х – хлоридный, chloride (Cl⁻); С – сульфатный, sulfate (SO₄²⁻); Г – гидрокарбонатный, hydrocarbonate (HCO₃⁻); Н – натриевый, sodium (Na); К – кальциевый, calcium (Ca); М – магниевый, magnesium (Mg²⁺).

В р. Шерабад минерализация речной воды повышена за счет естественных условий. Во время половодья и в межень среди солей преобладает хлорид натрия (4,65 и 16,90 мг-экв.). Суммарное содержание токсичных солей также превышает содержание нетоксичных солей.

Несмотря на это, как уже отмечалось, воды этой реки издавна используются для орошения. Естественно, что повышенное содержание в воде токсичных солей и ее высокая минерализация (до 2,6 г/л) сказываются как на изменении химизма орошаемых почв, так и на урожайности сельскохозяйственных культур.

Вода р. Зеравшан исключительно благоприятна для орошения. У створа Дупули в течение года в составе воды преобладает двууглекислый кальций (1,27–2,34 мг-экв.). Содержание токсичных солей незначительно. Значительно изменяется состав воды ниже Самаркандского оазиса у створа Навои. Среди солей во время половодья начинает преобладать сульфат магния (до 4,45 мг-экв.), а в межень – сульфат натрия (до 7,79 мг-экв.). Таким образом, в Бухарский оазис речная вода поступает с повышенным содержанием токсичных солей.

Очень хорошая по качеству вода и в верховьях р. Кашкадарьи у створа Варганзи. Круглый год в воде преобладает нетоксичная соль – двууглекислый кальций. Очень сильно меняется состав речной воды по течению у створа Каратикон, особенно в межень, когда река начинает интенсивно дренировать грунтовые воды. В этот период минерализация воды иногда доходит до 4,13 г/л, а преобладающие места в содержании солей занимают сульфат магния и хлорид натрия (соответственно 25,61 и 23,24 мг-экв.).

В выводах работы отмечается, что в речных водах Средней Азии постоянно содержатся различные химические элементы (соли естественного происхождения, тяжелые металлы, остатки ядохимикатов и удобрений и т. д.), которые при орошении вызывают разнообразные изменения в физико-химических свойствах орошаемых почв.

Анализ состояния некоторых элементов водно-солевого баланса орошаемых массивов показал, что наиболее тяжелое мелиоративное состояние орошаемых земель наблюдается в нижних частях бассейнов Амударьи и Сырдарьи, которые после прекращения поступления речного стока в Аральское море являются зоной аккумуляции солевого и твердого стоков этих рек.

Кулмедов Б. приводит данные¹⁷, что в связи с увеличением забора воды из Амударьи для орошения и сбросом из дренажных каналов загрязненных вод обратно в реку, качество воды Амударьи ухудшилось. Надо отметить, что минеральный и химический состав этого сброса в некоторых районах в десятки раз превышает количество загрязнений в сточных водах промышленности и коммунально-бытового хозяйства.

¹⁷ Кулмедов Б. Проблемы сельскохозяйственного водопользования в бассейне реки Амударья, «Успехи современной науки и образования», 2016, №12, Том 9.

В настоящее время общий среднегодовой объем дренажных стоков в реках бассейна Амударья составляет около 20 км^3 , из них около 95% составляют сельскохозяйственные дренажные воды, а 5% – неочищенные сточные воды от бытового и промышленного секторов. Из общего объема поливных вод около 50% возвращается в реку, внося более 65-70 млн. т солей, а большая часть оставшегося объема дренажных вод сбрасывается в естественные лагуны и испаряется, при этом только незначительная их часть используется повторно для орошения по всему бассейну.

Сложная конгломерация химического состава и большая минерализация неочищенных дренажных вод приводит к засолению почв и выводу их из сельскохозяйственного оборота.

В тоже время недостаточное внимание к техническому обслуживанию дренажных каналов усугубляет сложившуюся ситуацию. В дренажных каналах практически нет течения воды, что приводит к загрязнению и повышению уровня подземных вод за счет фильтрации загрязненных вод через дно и стенки каналов.

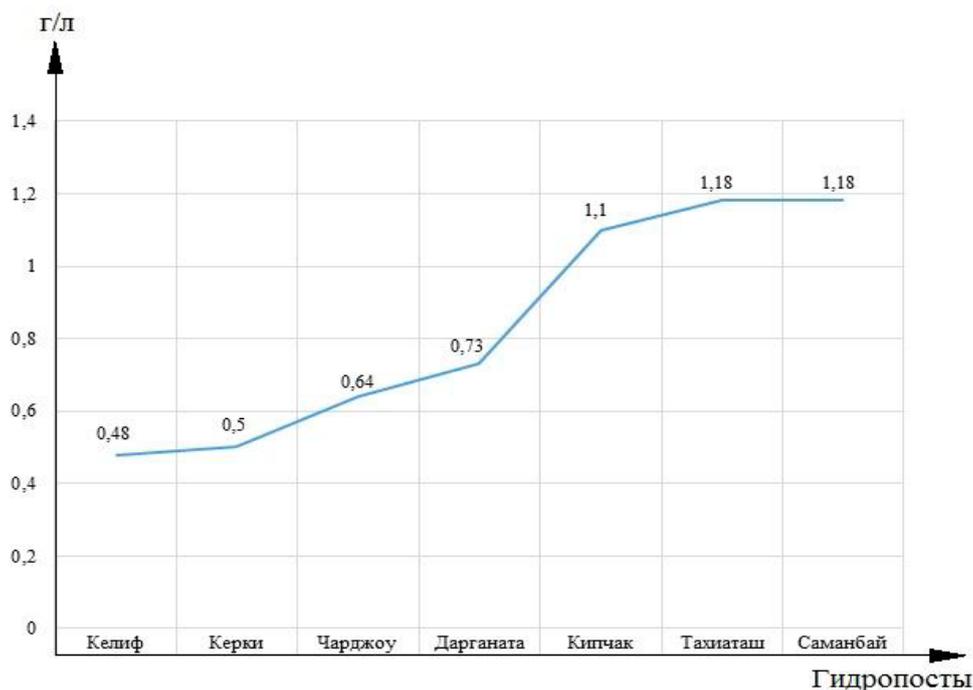


Рис. 2. Динамика среднегодовой минерализации реки Амударья

Значительной орошаемой сельскохозяйственной территорией у истоков бассейна Амударья является Вахшский оазис в Таджикистане. Из динамики среднегодовой минерализации реки Амударья видно, что на некоторых территориях среднегодовая минерализация дренажных вод

находится ниже 0,5 г/л, на других достигает 1,18 г/л, хотя в отдельные периоды года в ряде каналов с расходами 1-2,6 м³/с солесодержание доходило до 4-5 г/л (Яванский район).

Проведенные эксперименты показали, что сокращение расхода поливной воды одновременно приводит к уменьшению объема дренажных вод. Кроме того, медицинские исследования местного населения показали, что загрязненная вода вызывает различные заболевания и является источником различного рода инфекций. Так, появление в питьевой воде нитратов и нитритов, вследствие использования минеральных азотных удобрений, приводит к угрозе развития малокровия, особенно у детей, и раковых заболеваний в результате образования в организме человека нитроз аминов и нитратов.

В итоге речные воды почти на всем протяжении реки Амударья стали не пригодными для хозяйственно-питьевых целей без очистки. Возникновение такой ситуации порождает серьезные затруднения в снабжении населения и разных отраслей промышленной сферы высококачественной водой и негативно влияет на здоровье людей, рыбное хозяйство и орошаемое земледелие.

Своевременное техническое обслуживание дренажных каналов с целью предотвращения фильтрации воды в грунт позволит снизить процесс загрязнения подземных вод. Сокращение малопродуктивных орошаемых площадей, засеваемых хлопчатником, использование капельного орошения, приведет к увеличению урожайности с одного гектара и значительному сокращению возвратных вод с высоким содержанием минералов. Повторное использование дренажных вод после их очистки позволит снизить забор воды из Амударьи и минимизировать засоление плодородных почв.

При проведении гидроэкологического мониторинга Э.И. Чембарисов¹⁸ использует классификацию, разработанную в Лаборатории гидрометрии и метрологии Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП), для оценки качества речной воды в целях питьевого водоснабжения с учётом средней величины индекса загрязнённости воды (ИЗВ) для каждого створа и выделением следующей градации: хорошая вода, удовлетворительная, плохая, опасная и чрезвычайно опасная для питья.

¹⁸ Чембарисов Э.И. и др. К содержанию гидроэкологического мониторинга состояния воды речных бассейнов Узбекистана. «Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема» №3(32)2018.

Таблица 9

Различные классификации степени загрязнённости воды

Классификация, применяемая в системе Узгидромета			Классификация лаборатории НИИИВП	
Характеристика	Величина ИЗВ	%	Характеристика	Величина ИЗВ
Очень чистая	Менее или равно 0,2	100	Хорошая	0—1
Чистая	0,2—1,0	Более 50	Удовлетворительная	1—3
Умеренно загрязнённая	1—2	Более 30	Плохая	3—5
Загрязнённая	2—4	Более 25	Опасная	5—10
Грязная	4—6	Более 20	Чрезвычайно опасная	Более 10
Очень грязная	6—10	Более 15		
Чрезвычайно грязная	Более 10	Более 10		

Таблица 10

Оценка качества питьевой воды и гидроэкологического состояния территории по классификации сотрудников лаборатории НИИИВП

Критерии оценки	Качество питьевой воды	Гидроэкологическая обстановка
Не должна превышать содержание элементов, ограничивающих их ПДК по новейшим официальным источникам /ГОСТ-2874-82/ «Вода питьевая» Сан ПиН 4630-88 /Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения/, последний перечень ПДК института НИГМИ и др.	Хорошая	Близка к естественной
2—3 ингредиента, превышающих ПДК, относящихся к самым низким классам опасности отдельных элементов для здоровья человека (а именно к IV и III классам)	Удовлетворительная	Слабо нарушена
5—6 ингредиентов, превышающих ПДК и относящихся к IV и III классам опасности или 1—2 ингредиента, превышающих ПДК и относящихся к I—II классам опасности	Плохая	Заметно нарушена
Значительное количество ингредиентов, превышающих их ПДК и относящихся к I-II классам опасности	Опасная	Сильно нарушена

Примечание: классы опасности выделены по СанПиН 4630-88:

I класс — чрезвычайно опасные ингредиенты; II класс — высокоопасные,
III класс — опасные ингредиенты и IV класс — умеренно опасные ингредиенты

ИЗВ позволяет определить тенденцию изменения качества воды за несколько лет, поскольку он определяет оценку загрязнения комплексно. Если на одном и том же участке водного объекта у части ингредиентов концентрация снижается, а у других показателей содержание возрастает, комплексно без ИЗВ оценить качество воды затруднительно. Упрощённая оценка по показателю ИЗВ позволяет провести сравнение качества воды в разных створах рек независимо от присутствия различных загрязняющих веществ. Поэтому в настоящее время при характеристике степени загрязнения поверхностных вод в различных организациях республики пользуются величиной ИЗВ Узгидромета.

При создании системы гидроэкологического мониторинга учитывались три главных загрязняющих фактора: коллекторно-дренажные стоки, сточные воды промышленности и коммунально-бытовые стоки.

Использование математико-картографического моделирования и компьютерного банка данных сильно упрощает процесс исследования, позволяет перейти к ГИС-технологиям с учётом зарубежного опыта.

Первый этап исследований — «Гидроэкологический мониторинг речного бассейна» — фиксирует изменение химического состава рек бассейна Аральского моря, учитывая также влияние двух важных факторов (природного и антропогенного).

Второй этап — «Прогнозирование» — состоит из разных моделей:

– детерминированные модели, где упор делается на вскрытие причинной обусловленности исследуемых явлений. Это случай широкого использования системного анализа. Туда входит географо-гидрологический метод В.Г. Глушкова, бассейновый метод И.Н. Степанова и Э.И. Чембарисова (1978), изучающий территориальный уровень — речной бассейн;

– стохастические модели — это конкретно простые математические модели, использование статистических методов, в нашем случае корреляционный и регрессионный анализ, где с помощью уравнения регрессии можно дать прогноз. Дополнительно используется тренд-анализ по всем изучаемым створам, где определяют удобную формулу, имитируют различные ситуации изменения прироста содержания при различных нагрузках, добавляя дополнительные средние концентрации. Базовый вариант системы настроен на работу одновременно с 20 различными загрязняющими веществами. Исходные данные для расчётов вводятся и поддерживаются с помощью собственной базы данных за 2000–2017 гг.;

– синтезированная комплексная модель — это картографирование гидроэкологической ситуации изучаемого бассейна. Здесь суммируются

все результаты, полученные по другим моделям. Используется методика ГИС-картографирования химического состава поверхностных вод.

Сами прогнозируемые вещества делятся на отдельные группы, чтобы перейти к регулированию их содержания при обязательном учёте эколого-экономической оценки водоохранных мероприятий.

В данной научной работе использовались ГИС для информационной поддержки изучения генезиса формирования поверхностных вод на уровне бассейна реки Амударьи (низовья реки — территория Каракалпакстана). В составленной карте применялись почти все методы, в зависимости от поставленной задачи исследования и имеющихся данных. При создании методики гидроэкологического мониторинга учитывались коллекторно-дренажные стоки и сточные воды промышленности. Использование математико-картографического моделирования и компьютерного банка данных сильно упрощает процесс районирования.

Гидрохимические показатели подвержены колебаниям во времени, поэтому карты составляются на основе осреднённых многолетних данных с учётом гидрологических фаз (межень, половодье). За основу гидроэкологического районирования принят комплексный бассейновый метод географо-галохимического анализа природно-мелиоративной обстановки, где учтены как влияние естественных факторов, так и антропогенные факторы.

В совместной статье Чембарисова Э.И. с соавторами¹⁹ рассмотрены проблемы качества оросительных вод Центральной Азии путем проведения гидроэкологического мониторинга. Предложены практические и научные рекомендации по решению проблем качества оросительных вод. Отмечается необходимость развития научной базы исследований по всем аспектам качества воды и охраны водных ресурсов; принятия законов и административных документов по охране вод и улучшению их качества; выполнения различных инженерных, технологических мероприятий. Изучено гидроэкологическое состояние поверхностных вод крупных орошаемых массивов бассейна реки Амударьи: Сурхандарьинского, Кашкадарьинского, Хорезмского и орошаемой зоны Каракалпакстана.

В работе были использованы база данных Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (Республика Узбекистан) по исследованиям изменения водного и гидрохимического режима речных и коллекторно-дренажных вод бассейна Аральского моря. Состояние изучения гидрохимического режима поверхностных вод

¹⁹ Чембарисов Э. и др. Гидроэкологический мониторинг качества речных вод бассейна реки Амударьи в пределах Узбекистана, «Экология и строительство», № 1, 2019.

бассейна Аральского моря и их качества неоднократно изучались многими исследователями.

В статье отмечается, что до 1970 г. основная информация по гидрохимии речных вод в бассейне Аральского моря публиковалась в сериях Гидрохимических ежегодников. С 1938 г. в них регулярно помещаются сведения по химическому составу этих вод (более ранние данные имеют эпизодический характер). С 1975 г. в связи с увеличением числа определяемых химических элементов (на отбираемых постах) эти данные стали публиковаться в Гидрохимических бюллетенях. К сожалению, более или менее налаженный механизм их обмена и другой гидрологической информации прекратились после распада Советского Союза и возникновения новых государств в Центральной Азии (некоторый обмен продолжал осуществляться только между специалистами). С этих пор стало очень трудно обеспечивать объективную оценку качества поверхностных вод этого региона даже по различным речным бассейнам. В связи с этим, стало очень важным объективно оценивать всю гидрохимическую информацию с учетом существующих стандартных методов.

Исследования гидрохимии поверхностных вод в бассейне Аральского моря продолжают сокращаться, особенно в Кыргызстане, Таджикистане и Туркменистане и некоторых регионах Казахстана и Узбекистана. Ежегодный объем современного стока коллекторно-дренажных вод, который отчетливо ухудшает гидроэкологию территории, составляет 33–35 км³, что составляет 30 % от всех возобновляемых водных ресурсов бассейна. В бассейне Амударьи, включающем зону Каракумского канала вместе с Мургабским и Тедженским ирригационными районами, объем коллекторных вод составляет 21–22 км³ со средней минерализацией от 1,8 до 14,2 г/л.

Анализ данных гидрохимических бюллетеней за последние годы с результатами собственных измерений показал, что воды содержат пестициды, тяжелые металлы (кадмий, стронций и другие), нефтепродукты, фенолы и другие токсические элементы. Опасная гидрохимическая ситуация складывается вблизи Аральского моря и на территории Южного Приаралья. В настоящее время в связи с обострением использования стока трансграничной реки Амударьи возросла необходимость применения и использования различных методов оценки использования стока и его качества по длине реки, а так же изучения гидроэкологического состояния поверхностных и грунтовых вод различных частей и оазисов речных бассейнов.

В данной статье изучение гидроэкологического состояния крупных орошаемых оазисов бассейна р. Амударьи было рассмотрено на примере

орошаемых зон бассейнов Сурхандарьи, Кашкадарьи, Хорезмского оазиса и Республики Каракалпакстан.

Сурхандарьинская область расположена в верховьях бассейна Амударьи и охватывает бассейны двух ее притоков: р.Сурхандарьи и р.Шерабада. Бассейн р.Сурхандарьи обычно рассматривают совместно с меньшим по размерам бассейном р.Шерабад, так как территория обоих бассейнов полностью находятся в Сурхандарьинской области Узбекистана. Обе реки являются правыми притоками Амударьи: первая впадает в нее на 137 км от начала реки, вторая под названием Карасу – на 180 км.

Среднемноголетнее значение водных ресурсов Сурхандарьи составляет $3,59 \text{ км}^3$ или $113,6 \text{ м}^3/\text{с}$ (для сравнения – водные ресурсы р. Шерабад составляют $0,22 \text{ км}^3$ или $6,9 \text{ м}^3/\text{с}$).

Значительное число магистральных коллекторов впадает в Сурхандарью (наибольшие расходы воды в среднем за год равны $0,71\text{--}1,62 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя минерализация коллекторных вод меняется от $0,36$ до $1,90 \text{ г/л}$). Наименьшая минерализация воды ($0,17\text{--}0,40 \text{ г/л}$) наблюдается в верховьях Сурхандарьи (бассейны Тупаланга, Обизаранга, Сангардака), состав ее сульфатно-гидрокарбонатный–кальциевый. Начиная от створа Шурчи, минерализация воды в Сурхандарье постепенно возрастает и в устье реки достигает $1,1\text{--}1,4 \text{ г/л}$, при этом состав ее постепенно меняется на сульфатный-магниевый-кальциевый. Согласно проведенной оценке, гидроэкологическое состояние бассейна р. Сурхандарьи является слабо нарушенным.

В бассейне р. Кашкадарьи развито интенсивное орошаемое земледелие. Собственных водных ресурсов для этой цели в бассейне не хватает, и оросительные системы подпитываются каналом из бассейна р. Зеравшан. Вся западная часть бассейна питается водами Амударьи, подаваемыми по Каршинскому магистральному каналу.

В последние годы химический состав воды в бассейне р. Кашкадарьи «Узгидрометом» определяется на семи створах:

- 1) р. Кашкадарья – кишл. Варганза;
- 2) р. Кашкадарья – кишл. Чиракчи;
- 3) р. Кашкадарья – пос. Чимкурган;
- 4) р. Акдарья (Аксу) – г. Шахрисабз;
- 5) р. Акдарья – кишл. Хисарак;
- 6) р. Танхизыдарья – кишл. Каттагон;
- 7) Левобережный канал Чимкурганского водохранилища – пос. Чимкурган.

Наименьшие величины минерализации наблюдаются в р. Кашкадарье у кишл. Варганза, в р. Акдарья у г. Шахрисабза и у кишл. Хисарак, в р. Танхизыдарья у кишл. Каттагон (0,16–0,27 г/л); в р. Кашкадарье у кишл. Чиракчи она увеличивается до 0,32–0,40 г/л, у пос. Чимкурман – до 0,79–1,09 г/л. В левобережном канале Чимкурманского водохранилища она равна 0,71–0,73 г/л. Согласно проведенной оценке, гидроэкологическое состояние бассейна р. Кашкадарья является нарушенным.

Хорезмская область, расположенная в дельте р. Амударьи, представляет по своим природным условиям и ресурсам одну из важнейших зон Узбекистана. Низовья Амударьи – район древней цивилизации, восходящей к первым векам до нашей эры, известный под названием Хорезмского оазиса. Область граничит с севера и востока с Каракалпакстаном, с востока и юга – с Дашхувузской областью Туркменистана. Средняя величина минерализации воды р. Амударьи у створа Саманбай в эти годы возросла до 1,0–1,2 г/л, состав воды не изменился и был преимущественно сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевым. Согласно проведенной оценке гидроэкологическое состояние Хорезмского оазиса является нарушенным.

Если минерализация воды в верхнем течении р. Амударьи равна 0,47–0,58 г/л, то к нижнему течению у створа Туямуюн она повышается до 0,69–0,86 г/л, а у г. Нукуса (Саманбай) превышает 1,23 г/л. Преобладающий химический состав сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевый. Согласно проведенной оценке, гидроэкологическое состояние Каракалпакстана является сильно нарушенным.

По итогам исследования предложены практические решения: необходимо развитие научной базы исследований по всем аспектам качества воды и охраны водных ресурсов; принятие законов и административных документов по охране воды и улучшению их качества; выполнение различных инженерных, технологических и других мер по перечисленным проблемам.

Оценки возвратных вод, сделанные В.И. Соколовым²⁰, основанные на материалах базы данных CAWater-Info показывают, что на уровне начала 1990-х годов общий объем возвратных вод по бассейну Амударьи общий объем возвратных вод был около 19,5 км³ в год, из которых 95% составили дренажные воды.

В 2017 году, при снижении общего объема возвратных вод более чем на 15%, доля сточных вод в общем объеме возвратного стока увеличилась и составила до 10%.

²⁰ Справочник по вопросам управления водными ресурсами в Узбекистане, GIZ, Ташкент, 2019

Таблица 11

Формирование коллекторно-дренажных вод в бассейне Аральского моря (км³/год)

Страна	По бассейну Амударьи	
	1990–1995	2010–2017
Период оценки	1990–1995	2010–2017
Общий объем формируемого возвратного стока, км ³ в год	19,5	18,9
В том числе, от общего объема		
Таджикистан	12 %	11 %
Туркменистан	19 %	27 %
Узбекистан	69 %	62 %

По бассейну Амударьи в реки сбрасывается 34,9% формируемых возвратных вод, 15,3% повторно используется для орошения и 49,8% отводится в природные понижения.

Таблица 12

Отведение формируемых возвратных вод в бассейне Аральского моря (среднее за 2010-2017 гг.) (км³/год)

Страна	Коллекторно-дренажные воды с орошения *)	Сточные воды от промышленных предприятий и муниципалитетов	Общий объем возвратных вод	Сброс и водопользование		
				В реки	В естественные понижения	Повторное использование для орошения
Казахстан	3,3	0,3	3,6	2,6	0,5	0,5
Кыргызская Республика	0,8	0,2	1,0	0,9	0	0,1
Таджикистан (всего)	2,9	0,5	3,4	2,9	0	0,5
в. т. ч., Бассейн р. Амударья	1,8	0,3	2,1	1,8	0	0,3
Туркменистан	4,6	0,5	5,1	0,3	4,0	0,8
Узбекистан (всего)	20,2	2,1	22,3	11,2	6,9	4,2
в. т. ч., Бассейн р. Амударья	10,6	1,1	11,7	4,5	5,4	1,8

*) Принимая во внимание скважины вертикального дренажа.

Проблему отвода возвратных вод в реки, а также водных объектов, созданных ими, следует рассматривать с точки зрения зелёного роста. Для улучшения качественного состояния вод главных рек региона можно предложить следующие меры:

- лимитирование сбросов возвратных вод в реку и объёма сбросов определённых ингредиентов загрязнителей для различных створов и зон;
- введение в межгосударственную практику принципа «загрязнитель платит» (за нарушение этих лимитов);
- усиление мер контроля качества вод;
- установление величины экологически обоснованных санитарных попусков для различных по водности лет и различных периодов по рекам межгосударственного значения;
- развитие методов и средств мониторинга качества водных ресурсов;
- доленое участие заинтересованных государств в финансировании и выполнении работ по профилактике и ликвидации последствий загрязнения вод на реках межгосударственного значения.

По данным НИЦ МКВК²¹, минерализация воды в верхнем течении р. Амударья равна 0,47–0,58 г/л, к нижнему течению у створа Туямуюн она повышается до 0,69–0,86 г/л, а у г.Нукуса (Саманбай) превышает 1,23 г/л. Преобладающий химический состав сульфатно-хлоридный-магниево-кальциево-натриевый. В таблице приведены динамика изменения среднегодовой минерализации в реки Амударья в период 1960-2017 гг. (данные НИЦ МКВК).

Данные среднемноголетних показателей минерализации по реке Амударья, показывают, что уже на границе с Каракалпакстаном практически достигается лимит допустимой минерализации воды 1.0 грамм на литр, а далее в низовьях ниже Тахиаташа и Саманбая периодически имеет место некоторое превышение указанного норматива.

По данным академика В.В. Егорова, полученным на основе анализа почвенных разностей бассейна Амударья, допустимая минерализация может быть повышена до 1.5 г на литр.

В Национальном докладе Республики Узбекистан о состоянии окружающей среды²² приводятся данные о качественном состоянии поверхностных вод. Часть забранной на орошение воды возвращается в

²¹ Источник: НИЦ МКВК (2019)

²² Национальный доклад Республики Узбекистан о состоянии окружающей среды, Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы, 2020.

водные источники в виде коллекторно-дренажного стока и сбросных вод с орошаемых полей. Эти воды составляют достаточно высокую долю водных ресурсов (порядка 78% от общего объема возвратных вод по республике) и одновременно оказывают влияние на качество как поверхностных, так и подземных вод.

За рассматриваемый период суммарный объем возвратных коллекторно-дренажных вод в пределах республики сократился с 21 707,3 млн. м³ в 2010 г до 15 496 млн. м³ в 2011 г. Ежегодный среднегодовое сброс коллекторно-дренажных вод в поверхностные водотоки и в водоприёмники (озёра, понижения и т. п) по основным коллекторам за период 2007-2011 годы составил 16,1 км³. Объем формирующихся коллекторно-дренажных вод зависит от водности года, уровня залегания грунтовых вод, расходов воды на орошение и промывку земель, сбросов с орошаемых полей и эффективности работы дренажной сети.

Таблица 13

**Динамика среднегогодежной минерализации воды река Амударья
по гидропостам, г/л**

Годы	Характерные створы						
	Термез	Керки	Дарганата	Тюямуюн	Кипчак	Тахиаташ	Саманбай
1960- 1970	0,51- 0,57	0,56	-	-	-	0,60- 0,65	0,50-0,51
1971- 1980	0,60- 0,65	0,67- 0,73	0,88	0,68-0,89	1,1	0,72- 0,93	0,69-0,84
1981- 1990	0,57- 0,62	0,73- 0,78	1,05-1,15	0,91-1,07	1,08- 1,12	1,1- 1,15	1,09-1,41
1991- 1995	0,65	0,70	0,70 – 0,99	0,81	0,91 – 1,1	1,03 – 1,22	1,02
1996-2005		0,50	0,66 – 0,85		0,82 – 1,57	0,88 – 1,56	0,95 – 1,66
2006-2016		0,57	0,66 – 0,89		0,75 – 1,0	1,1	
2017		0,64	0,75		-	-	
Ср. многолетний за 1991-2017гг	0.60	0.56	0.78	0.89	1.10	1,19	1,17

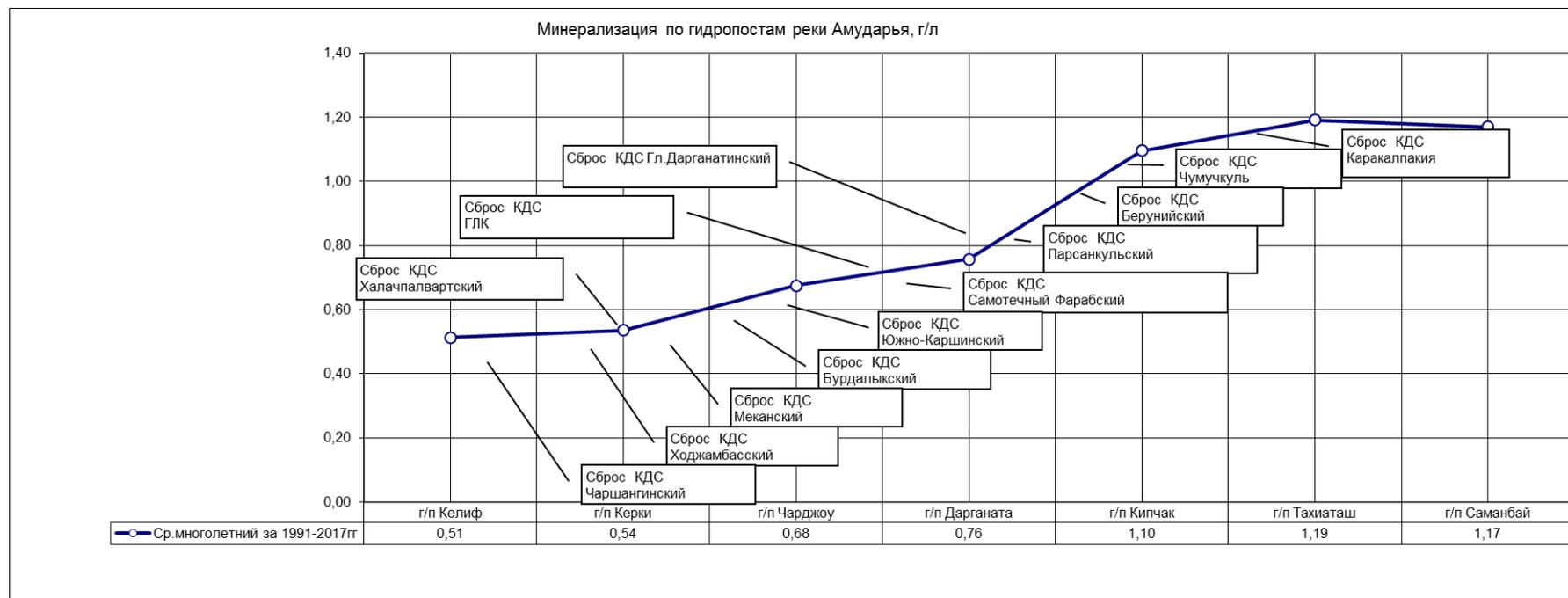


Рис. 3

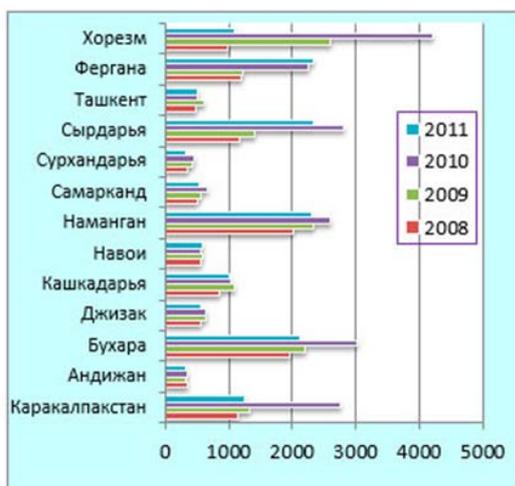


Рис. 4. Объемы коллекторно-дренажных вод по административным территориям Республики Узбекистан, млн. м³

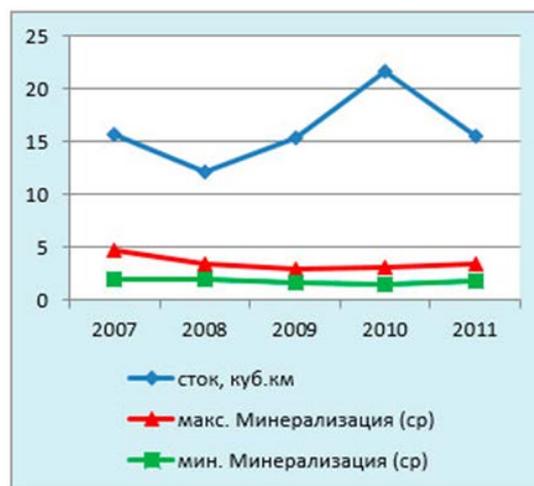


Рис. 5. Объем формирующихся коллекторно-дренажных вод (км³) и средневзвешенная величина их минерализации (г/л)

Как видно из рисунков, наименьший объем дренажных вод был зафиксирован в маловодном 2008 г (12,2 км³) и наибольший – в 2010 г (21,7 км³).

В результате поступления сбросных вод в речные водотоки наблюдается повышение уровня их загрязнённости. По результатам мониторинга большинство поверхностных водотоков республики в соответствии с принятой классификацией по индексу загрязнённости воды (ИЗВ) относятся к III классу умеренно загрязнённых вод. Следует отметить, что по основным рекам Республики Узбекистан в последние годы прослеживается стабилизация качества воды, в верховьях которых качество воды переходит с III класса умеренно загрязнённых во II класс чистых вод.

Река Амударья, протекая по равнине, от Керки до Нукуса, по пути теряет большую часть своего стока на испарение, инфильтрацию и орошение. В 2009–2011 гг. в пределах Сурхандарьинской области качество воды в реке Амударья в целом соответствовало требованиям нормативов, за исключением меди, концентрации которого по данным Узгидромета в отдельные периоды достигала 1,8 ПДК.

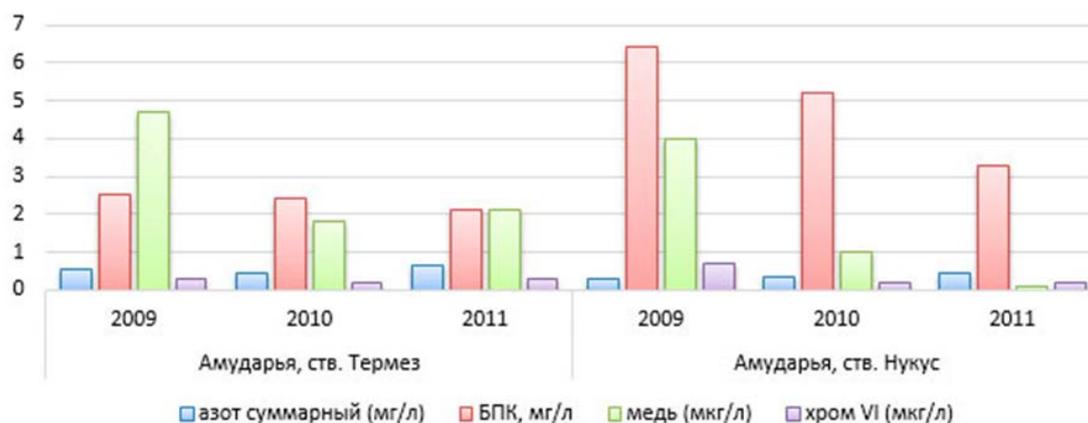


Рис. 6 .Содержание биогенных веществ (азот), БПК в р. Амударья

В низовье реки (на территории Хорезмской области) отмечались случаи превышения нормативов по ионам аммония до 1,8 раза, нитритам до 2,7 раза, органическим веществам (ХПК) до 5,8 раза и фосфатам до 3,6 раза.

Вниз по течению минерализация р. Амударья менялась от 0,61-0,67 г/л в створе Термез до 0,9-1,2 г/л в г. Нукус. По величине ИЗВ качество воды реки переходит из II класса чистых вод (в районе г. Термез) в III класс умеренно загрязненных вод (в среднем и нижнем течении).

Таблица 14

Содержание биогенных веществ (азот), БПК в р. Амударья (ств. Термез)

Показатель	Единица измерения	2009	2010	2011
Азот суммарный	мг/л	0.56	0.46	0.64
БПК	мг/л	2.50	2.40	2.10
Медь	мкг/л	4.70	1.80	2.10
Хром VI	мкг/л	0.30	0.20	0.30

Таблица 15

Содержание биогенных веществ (азот), БПК в р. Амударья (ств. Нукус)

Показатель	Единица измерения	2009	2010	2011
Азот суммарный	мг/л	0.28	0.34	0.44
БПК	мг/л	6.40	5.20	3.30
Медь	мкг/л	4.00	1.00	0.10
Хром VI	мкг/л	0.70	0.20	0.20

Выводы

Все проведенные исследования по качеству воды – 10–20 летней давности. В новых статьях за период 2018–2020 годы используются те же старые данные.

В «Диагностическом докладе...» отмечено, что основные приоритеты по сотрудничеству стран в контексте качества совместных водных ресурсов, на первом этапе, предполагают унификацию (гармонизацию) нормативно-правовой базы регулирования качества вод, а именно:

- Согласованные классификаторы качества водных ресурсов для трансграничных бассейнов рек;

- Согласованный перечень показателей качества воды для мониторинга трансграничных водотоков и особо опасных приоритетных источников загрязнения;

- Согласованные величины предельно-допустимых концентраций (стандарты качества) для региона или бассейнов трансграничных рек;

- Унифицированные методы и приборное обеспечение для измерений показателей качества природных трансграничных вод;

- Согласованная методология обработки мониторинговой информации;

- Согласованные процедуры регулярного обмена данными о качестве водных ресурсов, включая критерии и процедуры оперативного оповещения при залповом загрязнении трансграничных вод.

Как показали проведенные исследования, на сегодняшний день, мониторинг качества вод трансграничных водотоков в странах Центральной Азии не осуществляется на основе принципов ИУВР.

Это выражается в недостаточном применении бассейнового принципа организации мониторинговых сетей; выборе параметров качества для определения статуса водных объектов, применяемых стандартах и системах классификации качества природных вод; иногда дублировании усилий различных ведомств по контролю качества водных ресурсов и отсутствию обмена получаемой информацией между ними, и, главное – в отсутствии четкого понимания роли данных о качестве водных ресурсов для принятия управленческих решений по обеспечению качества водных объектов.

Анализ расположения и функционирования пунктов наблюдений для основных трансграничных водотоков в регионе показывает, что пунктов наблюдения явно недостаточно (по большинству рек один пост наблюдения приходится на 200-800 км речного русла) для получения информации о качестве реки в ее различных экологических и водохозяйственных участках, для разных водных экосистем, в зонах основного водопотребления и в зонах воздействия источников загрязнения антропогенной природы.

Поэтому, бассейновый подход к организации мониторинговой сети по наблюдению за качеством водных ресурсов, в первую очередь трансграничных, сегодня является вызовом для всех стран региона Центральной Азии. Это важно с точки зрения применения принципов ИУВР, так как качество воды в речных системах формируется, исходя из особенностей того или иного конкретного бассейна (геологии, водосборной площади, гидроморфологии русел, субстратов, биологических ценозов, источников точечного и диффузного загрязнения).

Закономерность увеличения минерализации речной воды связана с увеличением изъятия стока из русла реки и повышением доли возвратных вод. Наибольший прирост ее имеет место в среднем и нижнем течении реки.

За последние годы, ситуация с ведением мониторинга в странах Центральной Азии существенно не изменилась. Мониторинг качества вод ведут различные ведомства, по своим собственным программам, которые зачастую не скоординированы по точкам отбора проб, анализируемым параметрам, периодичности контроля. Проводя контроль качества природных вод на одних и тех же водоемах, каждое ведомство применяет свою систему стандартов (рыбохозяйственные, питьевые, культурно-бытовые, ирригационные и т. д.) и оценок (ПДК, нормативы, требования). Все это затрудняет интерпретацию данных мониторинга и принятие решения о целевом качестве воды для водоема, так как к одним и тем же водоемам применяются различные требования по качеству воды.

Кроме того, достоверная информация о качестве водных ресурсов важна для управленческих решений и адекватного менеджмента водных объектов. В первую очередь, это связано с необходимостью надлежащего регулирования хозяйственной деятельности на водосборах и регулированию водопользования.

Своевременная и оперативная информация о качестве вод крайне необходима для оповещения и принятия мер в случаях неординарного, экстремального, аварийного загрязнения водных объектов для обеспечения

безопасности, как экономической деятельности, так и жизни и здоровья людей.

Многолетние данные о качестве природных вод важны для научного сообщества и государственных структур, занимающихся долгосрочным планированием для анализа трендов в изменении качественных характеристик водоемов, для разработки стратегий и планов, для реагирования на современные вызовы и угрозы, в том числе климатические изменения.

Поэтому необходимость в информации о качественных характеристиках водных объектов в перспективе будет только нарастать. Получение информации достигается посредством мониторинга – системы контроля, оценки и прогноза качества окружающей природной среды, включающей наблюдения за воздействием на неё человека.

Одной из важных проблем, которая была идентифицирована на национальном уровне во всех пяти странах – недостаточное оснащение экспедиционных групп, которые занимаются отборами проб, первичными анализами на местах, консервацией проб и их доставкой в аналитические лаборатории. Для решения проблемы необходимо усилить финансирование материально-технического обеспечения лабораторий и экспедиционных групп по отбору проб для проведения анализов тяжелых металлов, нефтепродуктов, СПАВ, фенолов и других промышленных загрязнителей. Они должны быть обеспечены приборами для экспресс-анализа, современными средствами для отбора проб, хладокамерами, специализированным транспортом для доставки образцов, специализированной посудой, емкостями и реагентами.

Управленческие решения должны приводить к установлению адекватных компенсационных механизмов за использование водного ресурса и применению инструментов регулирования (плата за воду, плата за загрязнение, разрешение на водопользование, нормативы допустимых сбросов и других негативных воздействий на водные объекты).

Коллекторы, впадающие в реку Амударью

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
р. Амударья, участок пост Верхнеамударьинский – ст. Келиф			
Коллектор К-5	В р.Амударью	1973	Узбекистан
Коллектор С-2-4	В р.Амударью	1959	Узбекистан
Коллектор С-2-2	В р.Амударью	1952	Узбекистан
Коллектор С-2	В р.Амударью	1952	Узбекистан
Коллектор Ангорский	В р.Амударью	1956	Узбекистан
Коллектор К-2	В р.Амударью	1964	Узбекистан
Коллектор К-3	В р.Амударью	1962	Узбекистан
Коллектор К-4	В р.Амударью	1963	Узбекистан
Коллектор Ж-К	В р.Амударью	1968	Узбекистан
Коллектор К-5	В р.Амударью	1963	Узбекистан
Коллектор К-5А	В р.Амударью	1967	Узбекистан
Коллектор К-6	В р.Амударью	1967	Узбекистан
Коллектор К-7	В р.Амударью	1967	Узбекистан
Коллектор К-8	В р.Амударью		Узбекистан
р. Амударья, участок ст. Келиф – пос.Мукры			
Коллектор ЧМК -1	В р.Амударью		Туркменистан
р. Амударья, участок пос.Мукры – г.Керки			
Коллектор КМ-1	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор КЛ-1	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор К-1	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Сурхи	В р.Амударью		Туркменистан
р. Амударья, участок г.Керки – кишл. Ильчик			
Коллектор Ходжамбас	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Мекан	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Халач-Пальварт	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Бурдаклы	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Усты	В р.Амударью		Туркменистан
р. Амударья, участок кишл. Ильчик – водокачка ст. Дарган-Ата			
Коллектор КМТ-1	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Ф-1 (Самотечный)	В р.Амударью		Туркменистан
Коллектор Главный левобережный	В р.Амударью		Туркменистан
р. Амударья, участок водокачка ст. Дарган-Ата – теснина Тюямуюн			
Коллектор Дарганатинский	В р.Амударью		Туркменистан
р. Пяндж, участок пос. Хирманджо – устье р. Кызылсу			
Коллектор К-14	В р.Пяндж	1959	Таджикистан
р. Пяндж, участок устье р. Кызылсу – устье р. Вахш			
Канал Халкояр	Из р.Пяндж	1952	Таджикистан
Коллектор К-7	В р.Пяндж		Таджикистан
Коллектор К-6	В р.Пяндж		Таджикистан
Коллектор К-5	В р.Пяндж		Таджикистан
Коллектор К-1	В р.Пяндж	1952	Таджикистан
Коллектор К-1-08	В р.Пяндж		Таджикистан
Коллектор Пяндж II	В р.Пяндж		Таджикистан
Коллектор Пяндж I	В р.Пяндж		Таджикистан

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
р. Кызылсу, участок кишл. Бабаханшайд-Дашт – устье р. Яхсу			
Коллектор К-1	В р.Кызылсу		Таджикистан
р. Кызылсу, участок устье р. Яхсу – кишл.Самончи			
Коллектор Чубечка	В р.Кызылсу	1953	Таджикистан
Коллектор К-1	В р.Кызылсу	1958	Таджикистан
Коллектор К-С-2	В р.Кызылсу	1959	Таджикистан
Коллектор К-3 (Бешкала)	В р.Кызылсу	1957	Таджикистан
Коллектор К-С-4	В р.Кызылсу	1957	Таджикистан
р. Кызылсу, участок кишл.Самончи – устье			
Коллектор К-С-5	В р.Кызылсу	1960	Таджикистан
Коллектор К-6	В р.Кызылсу		Таджикистан
Коллектор К-Р	В р.Кызылсу	1960	Таджикистан
Коллектор К-9	В р.Кызылсу	1957	Таджикистан
Коллектор К-9-1	В р.Кызылсу	1979	Таджикистан
Коллектор К-10	В р.Кызылсу	1957	Таджикистан
Коллектор К-С-14	В р.Кызылсу	1957	Таджикистан
р. Кулябдарья на участке от истока до устья			
Коллектор Дамарык	В р.Кулябдарью	1949	Таджикистан
Коллектор Корезский	В р.Кулябдарью		Таджикистан
р. Вахш, участок Головная ГЭС – устье			
Главный коллектор	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-2	В р.Вахш	1933	Таджикистан
Коллектор В-4	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-6	В р.Вахш	1933	Таджикистан
Коллектор В-7	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-А	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-8	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-9	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-10	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-12	В р.Вахш	1933	Таджикистан
Коллектор В-14	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-16	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-18	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-20	В р.Вахш	1933	Таджикистан
Коллектор В-21	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-21-1	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-22	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор Лениноль	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-23	В р.Вахш	1933	Таджикистан
Коллектор В-30	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-В	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор В-13	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ВД-3	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ВД-6	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ГМ -1	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ВД-5	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор Гараутысай	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ВД-6	В р.Вахш		Таджикистан

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
Коллектор ВД-12	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор К-6-1	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ВД-11	В р.Вахш		Таджикистан
Коллектор ВД-9	В р.Вахш	1933	Таджикистан
Коллектор ВД-10	В р.Вахш		Таджикистан
р. Кафирниган на участке от кишл. Чинар до устья р. Семиганч			
Канал Даштибед	Из р.Кафирниган		Таджикистан
Канал Хазара	Из р.Кафирниган	1940	Таджикистан
Канал Гавкуш (головной)	Из р.Кафирниган	1932	Таджикистан
р. Кафирниган на участке от устья р. Семиганч до устья р. Варзоб			
Коллектор клх.им. 8 марта	В р.Кафирниган		Таджикистан
Коллектор клх. «Птицефабрика»	В р.Кафирниган		Таджикистан
Коллектор клх «Ленинград»	В р.Кафирниган		Таджикистан
р. Кафирниган на участке от устья р. Варзоб до устья р. Ханака			
Коллектор Очистные	В р.Кафирниган		Таджикистан
Коллектор клх. «Москва»	В р.Кафирниган		Таджикистан
Коллектор К-3 (новый)	В р.Кафирниган		Таджикистан
Коллектор К-3 (старый)	В р.Кафирниган		Таджикистан
р. Кафирниган на участке от кишл. Тартки до устья			
Коллектор С – 1	В р.Кафирниган	1940	Таджикистан
Коллектор Дрены 2	В р.Кафирниган		Таджикистан
Коллектор Айвадж	В р.Кафирниган	1932	Таджикистан
Коллектор Пограничный	В р.Кафирниган		Таджикистан
р. Иляк на участке от истока до устья			
Коллектор клх.»Гулистон»	В р.Иляк	1937	Таджикистан
Коллектор К-1	В р.Иляк		Таджикистан
р. Ханака на участке от кишл. Алибеги до устья			
Коллектор К-1	В р.Ханака	1946	Таджикистан
Коллектор К-2	В р.Ханака	1952	Таджикистан
Коллектор К-3	В р.Ханака		Таджикистан
Коллектор К-4	В р.Ханака		Таджикистан
Коллектор К-5	В р.Ханака		Таджикистан
Коллектор К-12	В р.Ханака	1957	Таджикистан
р. Сурхандарья, участок слияние рек Тупаланг и Каратаг – клх.им. Жданова			
Коллектор К-2	В р.Сурхандарью	1951	Узбекистан
Коллектор К-1	В р.Сурхандарью	1959	Узбекистан
р. Сурхандарья, участок клх.им. Жданова – кишл.Шурчи			
Коллектор Коштегерман II	В р.Сурхандарью	1954	Узбекистан
Коллектор Коштегерман I	В р.Сурхандарью	1955	Узбекистан
Коллектор Магистральный	В р.Сурхандарью	1953	Узбекистан
Коллектор Кокайты	В р.Сурхандарью	1968	Узбекистан
Коллектор Иничка	В р.Сурхандарью		Узбекистан
р.Сурхандарья, участок кишл. Шурчи – пост ниже Южносурханского			
Коллектор Сайгарат	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Пахтакор	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Пятилетка	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Шалдырак I	В р.Сурхандарью	1952	Узбекистан
Коллектор Кировский	В р.Сурхандарью	1968	Узбекистан
Коллектор Ильбаянсай	В Южносурханское	1955	Узбекистан

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
	вдхр.		
р.Сурхандарья, участок пост ниже Южносурханского водохранилища			
Коллектор Кум-Курган I	В р.Сурхандарью	1963	Узбекистан
Коллектор Кум-Курган II	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Янбаш	В р.Сурхандарью	1968	Узбекистан
Коллектор Джалаир	В р.Сурхандарью	1966	Узбекистан
Коллектор Большевик	В р.Сурхандарью	1966	Узбекистан
Коллектор Ленинский центр	В р.Сурхандарью	1953	Узбекистан
Коллектор Ахматкуль	В р.Сурхандарью	1951	Узбекистан
Коллектор Аккурган I	В р.Сурхандарью	1953	Узбекистан
Коллектор Шаркюлдуз I	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат VI	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат II	В р.Сурхандарью	1963	Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат III	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат VIII	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат IV	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат VIII	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат V	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат IX	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Мехнат-Рохат I	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Минор III	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Минор I	В р.Сурхандарью	1954	Узбекистан
Коллектор Минор IV	В р.Сурхандарью		Узбекистан
Коллектор Ленин-июлы	В р.Сурхандарью		Узбекистан
р. Тупаланг на участке от ст. Зарчоб до устья			
Коллектор Карасу	В р.Тупаланг	1950/1967	Узбекистан
Коллектор Западный	В р.Тупаланг	1948/1967	Узбекистан
р. Каратаг на участке от кишл. Каратаг до устья р. Шеркент			
Коллектор Баташ	В р.Каратаг	1954	Таджикистан
Коллектор Янгиарык I	В р.Каратаг	1954	Таджикистан
Коллектор Комсомольский	В р.Каратаг		Таджикистан
р.Каратаг на участке от устья р. Шеркент до устья р.Тупаланг			
Коллектор Основная ветка Джанчека	В канал Остана	1949	Узбекистан
Коллектор Восточный	В р.Каратаг	1949/1967	Узбекистан
р. Шеркент на участке от кишл. Джарисурх до устья			
Коллектор Душанбинский	В р.Шеркент	1937	Таджикистан
р.Сангардак на участке от кишл. Кинг-Гузар до устья			
Коллектор Кампыркуль	В р.Сангардак	1941/1969	Узбекистан
Коллектор Карасу	В канал Дайтуляк	1952	Узбекистан
р.Халкаджар на участке от кишл. Базар-Джой до устья			
Коллектор Бибизайнаб	В р.Халкаджар	1958	Узбекистан
Коллектор Каратепе	В р.Халкаджар	1957	Узбекистан
Коллектор Казахсай	В р.Халкаджар		Узбекистан
Коллектор Джандебулакский	В р.Халкаджар	1955	Узбекистан
р.Шерабад, участок кишл. Комарчи – кишл.Дербент			
Канал Новарык	Из р.Шерабад	1969	Узбекистан
Канал Уртаарык	Из р.Шерабад	1969	Узбекистан
Канал Тегерман I	Из р.Шерабад	1969	Узбекистан
Коллектор К-11	В р.Шерабад	1975	Узбекистан

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
Коллектор К-10а	В р.Шерабад		Узбекистан
Коллектор ВСК-14	В р.Шерабад		Узбекистан
Коллектор ВСТ	В р.Шерабад	1971	Узбекистан
Коллектор К-1	В р.Шерабад	1972	Узбекистан
Коллектор К-13	В р.Шерабад		Узбекистан
Коллектор К-12	В р.Шерабад		Узбекистан
Коллектор К-2	В р.Шерабад	1964	Узбекистан
Коллектор К-1	В р.Шерабад	1967	Узбекистан
Коллектор Магистральный	В р.Шерабад	1955	Узбекистан
р.Кашкадарья на участке от кишл. Варганза до кишл. Чиракчи			
Коллектор Карасу	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Сарысу	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Шахалтепа	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор №8	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор №9	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор М.Горький	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Москва 2	В р.Кашкадарью		Узбекистан
р.Кашкадарья, участок кишл. Чиракчи – пост нижнего бьефа Чимкурганского			
Коллектор Айгыркуль	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Коммуна	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Москва 1	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор №6	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Алтынбаш	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Коллектор Янгикишлак	В р.Кашкадарью		Узбекистан
р.Кашкадарья на участке от кишл.Каратикон – устье			
Сброс Каллы	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Сброс Карасу	В р.Кашкадарью		Узбекистан
Сброс М-3	В р.Кашкадарью		Узбекистан
р.Акдарья (Ак-су) участок кишл. Хазарнова – устье			
Коллектор Кутарма	В р.Акдарью		Узбекистан
Коллектор Куйбышев	В р.Акдарью	1954	Узбекистан
Сброс Карасу-Китаб	В р.Акдарью	1929	Узбекистан
Сброс ГЭС	В р.Акдарью	1947	Узбекистан
Сброс Гараучашма	В р.Акдарью	1929	Узбекистан
Сброс Посмон	В р.Танхизыдарью	1964	Узбекистан
Сброс Карадарья	В р.Танхизыдарью	1953/1960	Узбекистан
Сброс Муминабад	В р.Танхизыдарью	1927/1957	Узбекистан
р.Яккабагдарья на участке от кишл. Татар до устья			
Родник Татар-Булак, сброс	В р.Яккабагдарью	1942/1953	Узбекистан
Родник Сулисай, сброс	В р.Яккабагдарью	1941/1954	Узбекистан
Родник Хайдар-Булак, сброс	В р.Яккабагдарью	1939/1953	Узбекистан
Родник Захча-Булак, сброс	В р.Яккабагдарью	1939/1953	Узбекистан
Сброс Ташболта	В р.Яккабагдарью	1939	Узбекистан
Сброс Тырна Чучакайский	В р.Яккабагдарью		Узбекистан
р. Зеравшан, участок НБ Первомайской плотины – Ак-Карадаринский			
сброс I из ПБК	В р.Зеравшан	1935/1950	Узбекистан
сброс II из ПБК	В р.Зеравшан	1951	Узбекистан
сброс Карасу (Новый)	В р.Зеравшан	1955	Узбекистан
сброс Карасу (Рыбацкий)	В р.Зеравшан	1928	Узбекистан

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
р. Зеравшан(Карадарья), участок Ак-Карадарьинский вододелитель – пост			
сброс Каварзар	В р.Карадарью		Узбекистан
сброс Сиаб 109	В р.Карадарью	1928/1950	Узбекистан
сброс ГЭС	В р.Карадарью		Узбекистан
сброс Заур	В р.Карадарью	1953	Узбекистан
сброс Толигулян	В р.Карадарью	1944/1946	Узбекистан
колл. Карасу 121	В р.Карадарью	1945/1951	Узбекистан
колл. Чимбайсай	В р.Карадарью	1962	Узбекистан
сброс Калгандарья	В р.Карадарью	1943	Узбекистан
сброс Шурак	В р.Карадарью		Узбекистан
сброс Акмурабад	В р.Карадарью		Узбекистан
сброс Зах 145	В р.Карадарью	1925	Узбекистан
сброс Тюяклы	В р.Карадарью	1937	Узбекистан
сброс Ташкент	В р.Карадарью	1961	Узбекистан
сброс Совхоз	В р.Карадарью		Узбекистан
сброс Мирбазар	В р.Карадарью	1957	Узбекистан
р.Зеравшан(Акдарья), участок Ак-Карадарьинский вододелитель – пост			
сброс Булунгур	В р.Акдарью	1930	Узбекистан
сброс Башмалданкуль	В р.Акдарью		Узбекистан
колл. Ходжакуль	В р.Акдарью		Узбекистан
колл. Карасу	В р.Акдарью		Узбекистан
колл. Турсунсай	В р.Акдарью		Узбекистан
колл. Ходжа	В р.Акдарью	1958	Узбекистан
колл. Тегерман	В р.Акдарью		Узбекистан
колл. Актепасай	В р.Акдарью		Узбекистан
колл.Пайшамбеходжа	В р.Акдарью	1936	Узбекистан
р. Тасмачисай, сброс	В р.Акдарью	1952/1965	Узбекистан
колл. Учқурасай	В р.Акдарью	1965	Узбекистан
р.Зеравшан, участок пост Хатырчинский – пост Зиатдинский			
колл. Пригородный	В р.Зеравшан		Узбекистан
колл. Акалтынсай	В р.Зеравшан		Узбекистан
колл.Макианджар	В р.Зеравшан		Узбекистан
сброс Караман	В р.Зеравшан		Узбекистан
колл. Ташкубур	В р.Зеравшан		Узбекистан
р.Зеравшан, участок пост Зиатдинский – пост г.Навои			
колл. Центральный	В р.Зеравшан	1958	Узбекистан
колл. Алчин	В р.Зеравшан	1953	Узбекистан
колл. Туркестан	В р.Зеравшан	1961	Узбекистан
колл. Арабхона	В р.Зеравшан	1951	Узбекистан
колл.Караултепа	В р.Зеравшан	1930	Узбекистан
колл. Санаторный	В р.Зеравшан	1961	Узбекистан
колл. Ак – Дуваль	В р.Зеравшан	1953	Узбекистан
колл. Шадибек	В р.Зеравшан	1953	Узбекистан
колл. Хазара	В р.Зеравшан	1951	Узбекистан
колл. Мирзамумин	В р.Зеравшан	1949	Узбекистан
р. Зеравшан, участок от поста г.Навои до поста Хазаринский			
колл. Янгиабд	В р.Зеравшан	1953	Узбекистан
колл. Дуль – Дуль	В р.Зеравшан	1953	Узбекистан
р. Зеравшан, участок от поста Хазаринский до устья			

Название коллектора	Откуда выходит или куда впадает	Дата открытия	Государство
колл. 8 – е Марга	В р.Зеравшан	1954	Узбекистан
колл.Джалаир	В р.Зеравшан		Узбекистан
колл. Куйбышев	В р.Зеравшан	1953	Узбекистан

Источник: Ежегодные данные о режиме рек и ресурсах поверхностных вод суши 1980 г.

Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища

Том 5 Выпуск 0 – 2 Бассейны рек Средней Азии. Бассейны рек Амударьи и Зеравшана.

Ленинград Гидрометеиздат 1983 г.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz