

**Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Садиев У.А.,  
Баллиев А.И., Реймова Г.Б.**

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И  
МЕЛИОРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА  
ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ  
КАРАКАЛПАКСТАН**

**(МОНОГРАФИЯ)**

**“Lesson Press”  
Ташкент-2022**

**УДК: 631.587(575.1)**

**ББК: 41.9.**

**Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Садиев У.А., Баллиев А.И.,  
Реймова Г.Б.**

«Особенности гидрологического и мелиоративного мониторинга орошаемой территории Республики Каракалпакстан», (монография) Т.: “Lesson Press” Изд. МЧЖ, 2022. – С. 177

В монографии на основе данных гидрологического и мелиоративного мониторинга было изучено гидрологическое состояние речных (оросительных), коллекторно-дренажных и подземных вод республики, а также их гидрологические и гидрохимические характеристики, в частности влияние водности года на величину расходов и минерализацию воды в различных магистральных коллекторах.

Освещена роль коллекторно - дренажного стока при решении водохозяйственных проблем, приведены предложения по современному и перспективному использованию коллекторно-дренажных вод при решении продовольственной задачи.

Монография рассчитана на широкий круг специалистов сельского и водного хозяйства, научных работников и специалистов высших учебных заведений соответствующего профиля.

**Рецензенты:**

**Турдымамбетов И.Р.** доктор географических наук (DSc)

**Джумаев З.Т.** доктор философии по географическим наукам (PhD)

*Монография рассчитана на широкий круг специалистов и Утверждена на заседании Ученого Совета Научно исследовательского института ирригации и водных проблем (протокол №4. 18 февраль 2022г.)*

**ISBN: 978-9943-8155-7-5**

**©Издательство ООО “Lesson Press”, 2022г**

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в мире, в условиях глобального потепления климата, потребность в воде из года в год увеличивается. В этой связи во Всемирном докладе ООН о водных ресурсах и изменениях климата констатируется, что «Изменение климата скажется на наличии, качестве и количестве водных ресурсов, необходимых для удовлетворения базовых потребностей человека. В результате этого действенная реализация права человека на водные ресурсы и санитарии может оказаться под угрозой для миллиардов людей. Гидрологические изменения, вызванные изменением климата, еще больше осложнят проблемы, стоящие на пути устойчивого управления водными ресурсами,»<sup>1</sup>. Такое положение приводит к серьёзным изменениям во внутригодовом распределении величины стока рек по месяцам и сезонам и указывает на необходимость более глубокого изучения использования водных ресурсов с целью улучшения мелиоративного состояния орошаемых территорий в зависимости от процессов изменения климата и взаимодействий антропогенных факторов.

В Республике сегодня осуществляется ряд мероприятий с целью обеспечения более рационального использования водных ресурсов рек водопотребителями всех секторов отраслей экономики и достигнуты ощутимые положительные результаты.

В частности, в стратегии действий развития Республики Узбекистан намечены важные задачи по «дальнейшему улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водно ресурсосберегающих агротехнологий»<sup>2</sup>. При решении этих задач, исследования, направленные на усовершенствование использования водных ресурсов Республики Каракалпакстан с целью улучшения мелиоративного состояния орошаемых территорий имеют важное

---

<sup>1</sup> Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов, 2020 г. Водные ресурсы и изменение климата. [www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/wwap)

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».

научное значение.

Исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами и Постановлениями Президента Республики Узбекистан: №УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017–2021 годах» от 7 февраля 2017 года, №УП-5742 «О мерах по рациональному использованию земельных и водных ресурсов» от 17 июня 2019 года, №ПП-3286 «О мерах по дальнейшему усовершенствованию системы охраны водных объектов» от 25 сентября 2017 года, №ПП-3672 «О мерах по организации деятельности министерства водного хозяйства Республики Узбекистан» от 17 апреля 2018 года, №ПП-4486 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами» от 9 октября 2019 года.

В последние годы реализуются последовательные реформы по эффективному использованию земельных и водных ресурсов, совершенствованию системы управления водными ресурсами, модернизации и развитию объектов водного хозяйства.<sup>3</sup>

В Республике Каракалпакстан острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельтовой части Амударьи, особенно территории северных районов республики. Отсутствие воды в весенние и вегетационные периоды приводит к невыполнению плана посева сельскохозяйственных культур, а также к значительному снижению урожая или полной гибели растений. Учитывая эти обстоятельства, в своем выступлении Президент Республики Узбекистан Ш.М.Мирзиёев на 72-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН особо подчеркнул: «Хотелось бы вновь обратить Ваше внимание на одну из острейших экологических проблем современности - Аральскую катастрофу. Преодоление последствий высыхания моря требует сегодня активной консолидации международных усилий».<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup>Указ Президента Республики Узбекистан, от 10.07.2020 г. № УП-6024 об утверждении концепции развития водного хозяйства республики Узбекистан на 2020 — 2030 годы

<sup>4</sup>Выступление Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева на 72-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН. Газета «Народное слово», 20.09.2017 год, №179 (6901).

Для выполнения этих задач особую актуальность приобретает усовершенствование использования водных ресурсов и разработка научно обоснованных рекомендаций и предложений с целью улучшения мелиоративного состояния орошаемых территорий. В данной монографии, как уже было отмечено, эту проблема изучена на примере орошаемых массивов административных районов Республика Каракалпакстан и выбранного показательного участка.

Сбор цифровых и картографических материалов по существующему использованию водных ресурсов в сельском хозяйстве отмеченных районов, их анализ и совершенствование методов ведения орошаемого земледелия с учётом новых технологий проведены лично авторами.

Приведенные в данной монографии текстовой и цифровой материал может использоваться студентами естественных факультетов при написании научных сообщениях курсовых и дипломных работ по разделам «Гидросфера», «Биосфера», «Охраны природы», «Географическая среда и человеческое общество» и другие.

Авторы надеются, что данная монография будет полезна не только для студентов и научных работников, но и для специалистов водного и рыбного хозяйства, проектировщиков и т.д.

# **ГЛАВА 1. ИЗУЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА РЕЧНЫХ, КОЛЛЕКТОРНО - ДРЕНАЖНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД В МЕЛИОРАТИВНЫХ ЭКСПЕДИЦИЯХ РЕСПУБЛИКИ И НА ПОСТАХ «УЗГИДРОМЕТА»**

## **1.1. Общие методические подходы**

Если несколько десятков лет назад в речных бассейнах текли только речные воды, то в настоящее время в пределах орошаемой зоны бассейна формируются коллекторно-дренажные воды. Величина этих вод сейчас довольно значительна: так только в пределах Узбекистана их суммарный объем за год составляет 20 – 22 км<sup>3</sup>.

Коллекторно-дренажные воды – это воды, которые вытекают из дрен и коллекторов с орошаемой территории и часто попадают обратно в реки и их притоки или же сбрасываются в различные природные понижения: озера, впадины, овраги и др. Эти воды – часть так называемых возвратных вод, понимая под этим воды, забранные на орошение в верховьях реки частично вернувшиеся в их русла ниже по течению подземным и поверхностным путем. Однако эти воды до сих пор должным образом не изучены.

Между тем в связи с Указом Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии развития Республики Узбекистан в 2017 – 2021 годах», Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП 3286 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраняемых водных объектов» от 25 сентября 2017 года, Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП 3672 «о мерах по организации деятельности министерства водного хозяйства Республики Узбекистан» от 17 апреля 2018 года была обозначена и возникла научная и практическая необходимость изучения проблемы методологии создания гидрологического и гидрохимического мониторинга систем водоподдачи и водоотведения на орошаемых территориях Узбекистана.

Что касается мониторинга изучения гидрологического и гидрохимического режима речных вод Узбекистана, то подобные наблюдения проводятся сотрудниками Узгидромета при Кабинете

Министров Республики Узбекистан примерно с 1938 года. В настоящее время при оценке ресурсов поверхностных вод Республики учитываются данные по пятидесяти семи гидрологическим постам, расположение которых указано на рис. 1.1.1

Относительно мониторинга коллекторно-дренажных вод к большому сожалению в небольших книжках-ежегодниках, выпускаемых Узгидрометом под названием «Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, и качество» подробных сведений о водах, отводимых с орошаемых полей коллекторами не приводятся.

Поэтому в этой монографии описано состояние данной проблемы для территории Республика Каракалпакстан за многолетний период.

## **1.2. Определение термина «Мониторинг»**

Одно из наиболее полных определений термина «мониторинг» приведено в словаре-справочнике Н.Ф.Реймерса (1990) «Природопользование».

Автор пишет, что мониторинг – это слежение за какими – то объектами или явлениями, что мониторинг принято делить на базовый или фоновый глобальный, региональный, импактный, а также по методам ведения и объектам наблюдения (авиационный, космический, окружающей человека среды). Н.Ф. Реймерс отмечает, что целесообразно деление мониторинга на фоновый и импактный, с одной стороны, и экосистемный (по иерархии экосистем, агросистем и урбосистем) и компонентный (по экологическим компонентам) – с другой.

В своем труде автор приводит следующие определения различных мониторингов:

- мониторинг базовый или фоновый - слежение за общеноосферными, в основном, природными явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний;
- мониторинг глобальный – слежение общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли и её экзосфере, включая

все их экологические компоненты и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;

- мониторинг импактный – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных законах и местах;

- мониторинг окружающей человека среды – слежение за состоянием окружающей человека природной среды и предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов;

- мониторинг региональный – слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отмечаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы.

Ю.А. Израэль (1979) в своей книге «Экология и контроль состояния природной среды, также приводит определение термина «Мониторинг».

Он пишет: “... в течение последних десятилетий во всем мире остро стоит вопрос об охране здоровья и благосостояния человека от возможных отрицательных последствий хозяйственной деятельности как непосредственно на производстве, так и вблизи от источников воздействия. В такой ситуации особенно важна объективная информация о фактическом состоянии биосферы и прогнозы о её будущем. В связи с этим возникла проблема организации специальных систем наблюдения, контроля и оценки состояния природной среды (мониторинга) в местах интенсивного антропогенного воздействия и в глобальном масштабе”.

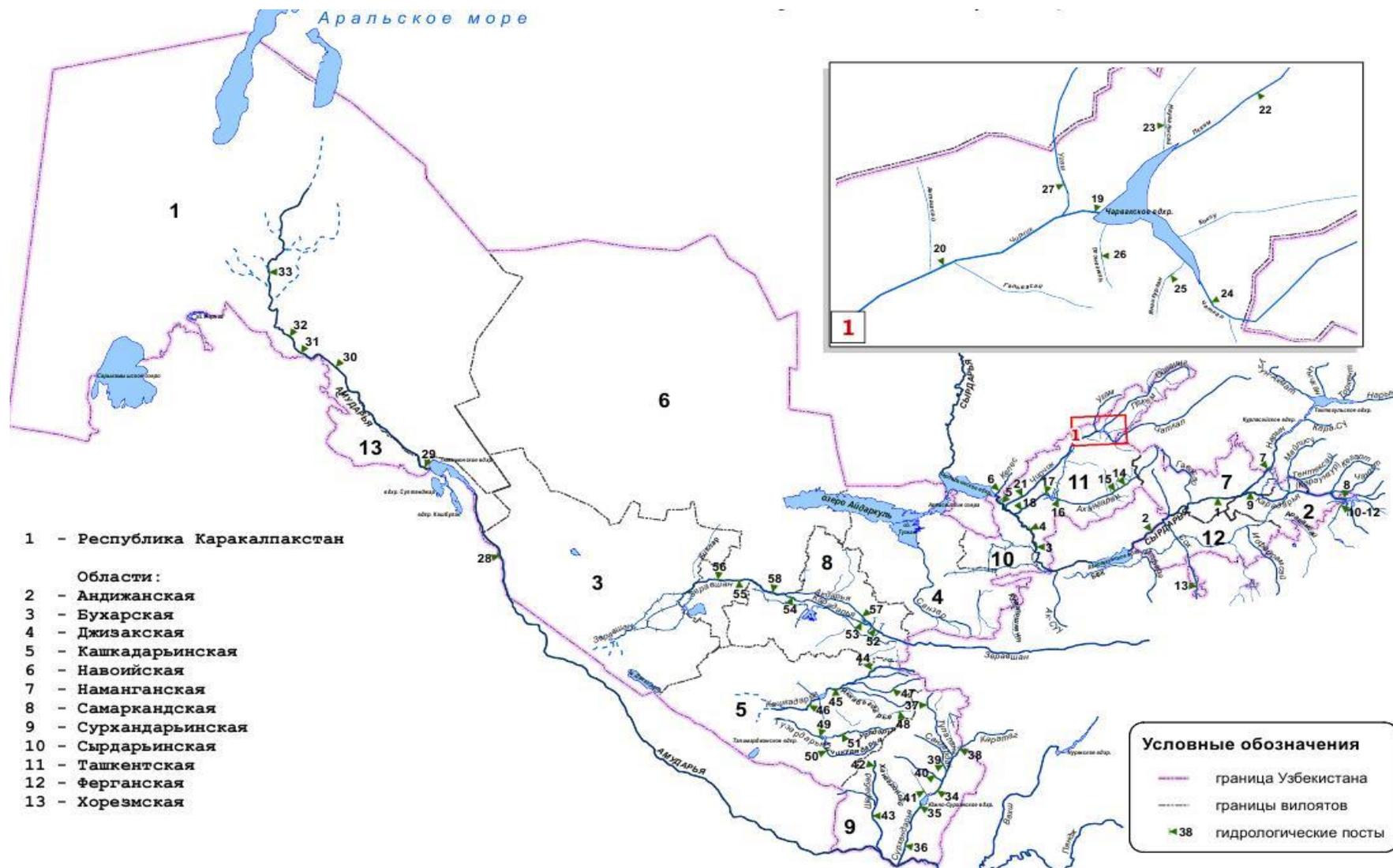


Рис.1.1.1 Схема гидрологической сети наблюдений Узгидромета

Р.К. Икрамов, Ф.А.Бараев, Г.У.Юсупов и Н.М. Каримова (2008) написали учебное пособие «мелиоративный мониторинг» и «мелиоративный кадастр». Авторы пишут:” в основе понятий «мелиоративный мониторинг» и «мелиоративный кадастр» лежит слово «мелиорация». Мелиорация в широком смысле означает улучшение неблагоприятных природных условий, мелиорация является одним из средств изменения природных условий и процессов, по сути мелиорация в широком смысле есть комплекс оросительных и мелиоративных действий. Мелиоративные действия в последнем выражении означают мероприятия, направленные на улучшение мелиоративного состояния земель – это обеспечение в активном слое почв благоприятный воздушный, солевой, питательный, кислородный и температурный режимы.

Мониторинг – это есть наблюдение, сбор информации, анализ и выработка решений по улучшению (повышению эффективности, качества и т.д.) существующего положения.

Кадастр - это систематизированный количественный и качественный учет состояния объектов (фондов) во времени.

Опираясь на приведенные определения мониторинга, в данной брошюре авторы описывают некоторые особенности гидрологического и гидрохимического мониторинга поверхностных вод Кашкадарьинской области.

### **1.3. Методические подходы, примененные для оценки характеристик гидрологического и гидрохимического мониторинга**

#### **1.3.1. Методы оценки гидрологической информации**

Сток представляет собой процесс перемещения воды, стекающей по земной поверхности и в толще почвогрунтов. Процессы стока и определяющие его факторы изучаются в курсе гидрологии. В задачу гидрометрии входит определение (на основе измерений гидравлических элементов потока) объема стока  $W$ , то есть суммарного количества воды, стекающей с водосбора или проносимой рекой за какой-либо промежуток времени: В частности, объем стока за секунду принято, как видно из

вышеизложенного, называть расходом воды. Зная  $W$ , можно вычислить различные характеристики стока, например, его модуль представляющий собой объем стока в единицу времени с единицы площади водосбора. Исходными данными для вычисления  $W$  являются ежедневные уровни и кривая расходов воды.

Средние суточные расходы воды, как правило, определяют по средним суточным уровням. При резких колебаниях уровней внутри суток такой прием приводит к снижению среднесуточного расхода; в этом случае следует сначала найти расходы по срочным уровням, а затем уже их среднее значение. Среднесуточные расходы за весь год вносят в стандартную таблицу «Ежедневные расходы воды». Справа от цифр (уровней) условными знаками отмечают ледовые явления. Внизу таблицы выписывают расходы: средние декадные; средние, наибольший и наименьший месячные; средние, наибольший и наименьший годовые; обеспеченные в данном году в течение 30, 90, 180, 270, 365 суток.

Наглядное представление о колебании расходов воды дает график их изменения во времени за какой-нибудь период: часть года (половодье, межень и пр.), год или несколько лет. Такой график  $Q = f(t)$  называется гидрографом и широко используется в различных гидрологических расчетах.

Суточный сток равен  $86400 Q$ , где  $Q$  – среднесуточный расход,  $86400$  – число секунд в сутках. Поэтому интеграл можно представить в виде:

$$\Delta W = \sum (86400 Q_{\text{ср}}) = 86400N \sum Q_{\text{ср}} \quad (1)$$

где  $Q_{\text{ср}}$  – средний для этого же периода расход воды;  $N$  – число секунд в периоде.

Итогом обработки наблюдений являются стандартная таблица «Многолетние характеристики расхода воды»: средние и экстремальные значения этих характеристик, а также средние годовые модули стока по пятилетиям и за многолетний период наблюдений.

Расходы воды могут быть подвергнуты статистической обработке так же, как и уровни воды.

Данные по стоку подвергают гидрологическому анализу в целях увязки стока по длине реки и выявления возможных ошибок в измерениях и расчетах.

Расход воды, характеризующий водность реки на участке данного створа (пункта) и заданный момент времени, выражается в кубических метрах в секунду ( $Q$  м<sup>3</sup>/с). Для сопоставления водности реки в разных пунктах или различных рек пользуются значением среднего расхода реки за многолетний период. Средний расход реки  $Q$  за любой период можно определить путем деления объема стока  $W$  за этот период на число секунд  $T$  в нем, т. е.

$$Q = \frac{W}{T}$$

откуда  $W = Q_{cp} \cdot T$  (2)

### 1.3.2. Методы оценки гидрохимической информации

В почвах, грунтовых и поверхностных водах всегда содержатся соли естественного происхождения, т.е. соли, образовавшиеся благодаря круговороту веществ в природе. Появлению солей в почвах и водах способствуют процессы выветривания горных пород и миграция выщелоченных минералов по рельефу местности.

Основную часть естественных солей составляют гидрокарбонаты, сульфаты и хлориды кальция, магния и натрия.

Содержание химических соединений, находящихся в почвах и водах, можно выражать в виде формул солей, в виде окислов или отдельных ионов: гидрокарбонатного –  $\text{HCO}_3^-$ , сульфатного –  $\text{SO}_4^{2-}$ , хлоридного –  $\text{Cl}^-$ , кальция –  $\text{Ca}^{+2}$ , магния –  $\text{Mg}^{+2}$ , натрия –  $\text{Na}^+$  и калия –  $\text{K}^+$ . Перечисленные ионы обычно называют главными. Содержание калия, в виду его незначительности при расчетах иногда приводят совместно с содержанием натрия, как сумму  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ .

Для выражения химического состава и минерализации (иногда подразумевают сумму ионов) природных вод существует много классификаций, но каждая из них удобна и наиболее применима в определенных условиях.

По величине минерализации (М, г/л) природные воды обычно подразделяются на пресные – до 1 г/л; солоноватые 1-25 г/л; с морской соленостью 25-50 г/л и рассолы – более 50 г/л.

При почвенно-мелиоративных условиях, на наш взгляд, удобнее разделять воды по химическому составу следующим образом. В название химического состава необходимо включать все ионы, содержание которых составляет или превышает 20% суммы мг-экв анионов или катионов (суммы их отдельно принимаются за 100%). В этом случае преобладающий ион ставится последним. Обратимся к примеру, в таблице 1.3.1.

**Таблица 1.3.1.**

**Химический состав воды коллектора Тукбай**

Форма выражения	анионы				катионы				Химический состав
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	
мг/л	299	118	2507	425	242	305	0,27	769	ХС -МН
мг-экв	4,9	1,90	52,14	12,0	12,1	25,4	0,01	33,43	
%экв	7	3	73	17	17	36	-	47	

Согласно описанному подходу получается, что химический состав воды в коллекторе Тукбай является сульфатным-натриевым (ХС-МН).

На основании многолетних исследований изменение химического состава речных вод при попадании в них значительного количества коллекторно-дренажных вод можно выделить следующие гидрохимические стадии их метаморфизации:

минерализация, г/л

Гидрокарбонатная-кальциевая	(Г-К)
0,20 – 0,30	
Гидрокарбонатная-магниевое-кальциевая (Г-МК) или	
Гидрокарбонатная-натриево-магниевое-кальциевая	(Г-НМК)
0,50 – 0,60	
Гидрокарбонатно-сульфатная-натриево-кальциевая	(ГС-НК)
0,70 – 0,80	
Сульфатная-кальциевое-натриевая	(С-КН)
0,90 – 1,2	
Сульфатная-хлоридная-натриевая	(СХ-Н)
1,3 – 1,6	

Хлоридно-натриевая (Х-Н)

1,7 – 2,5

*Примечание: более точный переход гидрохимических стадий определяется по данным химических анализов.*

В Средней Азии современную минерализацию поверхностных (речных и коллекторно-дренажных) вод можно разделять по следующей градации:

- 1) до 0,2 г/л – характерна для горных частей бассейнов рек;
- 2) 0,2 – 0,5 г/л – встречается при выходе рек из гор и в верхних участках средних частей бассейнов;
- 3) 0,5 – 1,0 г/л – наблюдается в нижних участках рек;
- 4) 1,0 – 3,0 г/л – это минерализация воды в устьях рек и в коллекторах вытекающих с незасоленных территорий;
- 5) 3,0 – 5,0 г/л - минерализация воды в коллекторах со слабозасоленных территорий;
- 6) 5,0 – 10,0 г/л – минерализация воды в коллекторах, вытекающих со средnezасоленных территорий;
- 7) более 10,0 г/л – минерализация воды в коллекторах с сильнозасоленных участков.

Отмеченные методические подходы были применены при оценке химического состава речных коллекторно-дренажных и подземных вод в орошаемых массивах Республики Каракалпакстан.

#### **1.4. Некоторые особенности мелиоративного мониторинга**

При проведении мониторинга в гидромелиоративных экспедициях обычно проводят наблюдения за оросительными(речными), коллекторно-дренажными и грунтовыми водами, а также за степенью засоления орошаемых почв, при этом сотрудниками этих экспедиций сдаются ежегодные отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых массивов в Министерство водного хозяйства.

При наблюдениях за оросительной водой обычно измеряют расходы воды в крупных каналах, а также отбирают пробы воды на химический анализ.

При наблюдениях за коллекторно-дренажной водой также измеряют расходы воды в магистральных коллекторах и в более мелких, впадающих в них коллекторах, и также отбирают пробы воды на химический анализ; при этом обычно определяют величину минерализации (сухой остаток) и содержание хлоридного иона.

При наблюдениях за грунтовыми водами определяют их глубину залегания и также отбирают пробы воды на химический анализ в определенные даты.

При наблюдениях за изменением степени засоления орошаемых почв обычно отбирают почвенные образцы на химический анализ (до глубины 30 см) и на основании полученных данных определяют степень засоления орошаемых почв до и после проведения промывных и поливных работ.

На основании полученных полевых и лабораторных данных в отчетах гидромелиоративных экспедиций обычно составляются и рассчитываются следующие таблицы и показатели:

- ежемесячные изменения расходов и минерализации воды в крупных каналах и некоторых их отводах;
- ежемесячные изменения расходов и минерализации воды в крупных коллекторах и их составляющих;
- сведения о приближенном водно-солевом балансе орошаемой территории по отдельным административным районам и в целом по области с показанием данных по величине водозабора на орошение (в млн. м<sup>3</sup>), минерализации и содержание хлоридного иона в оросительных водах, количества поступающих солей на орошаемые поля, объёмам коллекторно-дренажных вод, их величине минерализации и содержанию хлоридного иона и количества выносимых солей (в тыс.т). В конце таблицы приводятся данные по положительному или отрицательному солевому балансу.

В отдельных таблицах также приводятся данные по величине использованного объёма коллекторно-дренажных вод повторно для орошения, по их удельной протяженности в погонных метрах на га(п/га) и общей их длине, и по наименованию водоприёмника

сброса этих коллекторов и величине орошаемой площади, на которой имеется коллекторно-дренажная сеть.

При заполнении данных по грунтовым водам обычно указываются сведения по залеганию грунтовых вод (в м): до 1,0; 1-1,15; 1,5-2,0; 2,0-3,0 и более 3,0 м; в том числе с величиной минерализации (в г/л): до 1,0; 1,0-3,0; 3,0-5,0; 5,0-10,0 и более 10,0 г/л.

При заполнении таблиц по засоленным почвам обычно приводятся данные по засоленным, слабозасоленным, средnezасоленным и сильнозасоленным почвам.

В итоге в отчетах указываются сведения о благоприятном и неблагоприятном мелиоративном состоянии орошаемых земель.

Нами были собраны и обработаны указанные выше материалы гидромелиоративной экспедиции республики, а также собственные аналогичные материалы, полученные в результате проведенных полевых исследований

## **1.5. Особенности использования земельных ресурсов Республики Каракалпакстан**

Одним из крупных районов Узбекистана по земельным ресурсам является Республика Каракалпакстан.

Республика Каракалпакстан расположена на северо-западе Узбекистана, валовая площадь, которой составляет 16436,7 тыс. га, в том числе площадь возможного орошения 1,6 млн. га. По состоянию на 1 января 2018 года общая площадь орошаемых земель, в целом по республике составляет 509,6 тыс. га, из них посевная площадь 418,0 тыс. га, многолетние насаждения занимают 8,8 тыс. га, приусадебные участки 35,1 тыс. га, сенокосы, пастбища, залежи и орошаемый лес – 47,7 тыс. га. Порядка 73% или 371,3 тыс. га орошаемых земель, обеспечены дренажной системой.

**Цель исследований.** Целью данных исследований является анализ особенности использования земельных ресурсов Республики Каракалпакстан и изменения урожайности сельскохозяйственных культур 2001-2017гг., а также в пределах административных районов.

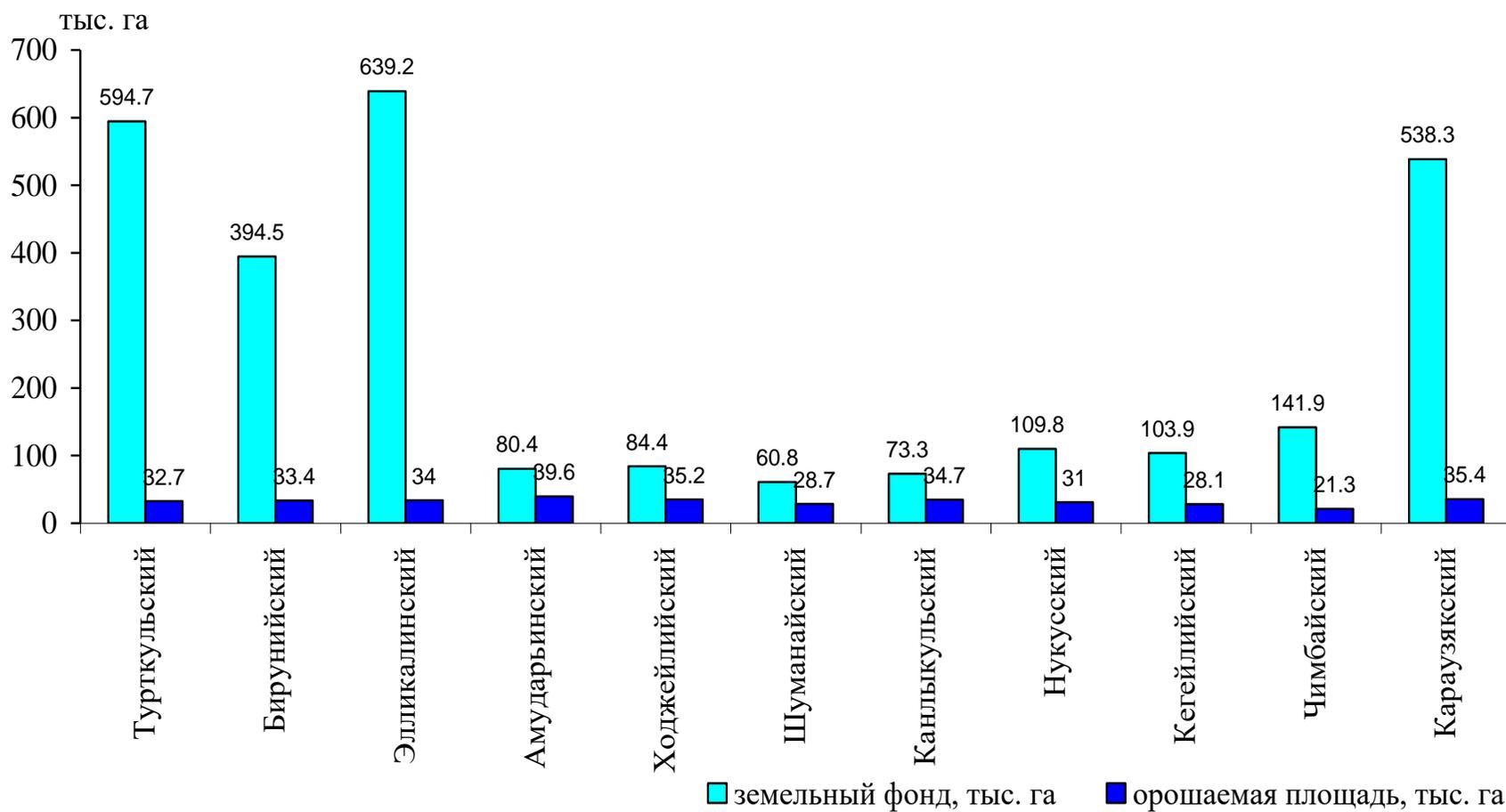
**Методы исследований.** Был проведен сбор многолетних данных по использованию земельных ресурсов и их анализ из существующих статистических сборников по Республике Каракалпакстан.

Земельные ресурсы представлены угодьями различного назначения, в том числе заняты под реками, искусственными и естественными водоемами, дорогами и т.д. Северная зона составляет 143,20 тыс. км<sup>2</sup>, включает в себя территорию Нукусского, Ходжейлийского, Кунградского, Кегелийского, Чимбайского, Канлыкульского, Тахтакупырского административных районов. Южная зона охватывает территории 16,35 тыс. км<sup>2</sup>, с правой стороны реки, Турткульского, Амударьинского, Бируниского и Элликалинского районов (рис. 1.5.1). Весь земельный фонд Республики Каракалпакстан распределен между четырнадцатью административными районами (табл.1.5.1, рис. 1.5.2).

**Таблица 1.5.1**

№	Наименование района	Земельный фонд, тыс. га	Орошаемая площадь, тыс. га	№	Наименование района	Земельный фонд, тыс. га	Орошаемая площадь, тыс. га
1	Турткульский	594,7	32,7	8	Кунградский	7602,6	41,5
2	Бирунийский	394,5	33,4	9	Нукусский	109,8	31,0
3	Элликалинский	639,2	34,0	10	Кегейлийский	103,9	28,1
4	Амударьинский	80,4	39,6	11	Чимбайский	141,9	21,3
5	Ходжейлийский	84,4	35,2	12	Караузьякский	538,3	35,4
6	Шуманайский	60,8	28,7	13	Тахтакупырский	2283,0	34,6
7	Канлыкульский	73,3	34,7	14	Муйнакский	3729,9	11,9





**Рисунок 1.5.2. – Земельный фонд и орошаемая площадь в разрезе районов Республики Каракалпакстан**

Как видно из данных орошаемые площади Республики Каракалпакстан составляют всего ¼ часть от всего земельного фонда.

Большую часть площади Республики Каракалпакстан занимают пастбища 4640,7 тыс. га и сенокосы 68,7 тыс. га. Ниже в табл. 1.5.2 приведена структура земель (земельный фонд) Республики Каракалпакстан по состоянию на 1 января 2018 г.

**Таблица 1.5.2**

**Распределение земельного фонда Республики  
Каракалпакстан**

<b>Наименование</b>	<b>Площади, тыс. га</b>	<b>% от общей площади</b>
Общая площадь	16100,6	100
Пашня	419,9	2,6
Многолетние насаждения	8,62	0,05
Не освоенные	9,32	0,06
Сенокосы	68,7	0,43
Пастбища	4640,8	28,8
Всего сельхоз угодий	5147,1	32,0
Приусадебные	46,5	0,3
Сады и виноградники	0,09	0,0005
Леса	0,84	0,005
Неиспользованные земли	5758,7	35,8

От общей валовой площади, площадь пашни составляет всего лишь 2,6 %, значительную площадь занимают пастбища, составляющие 28,2 %. В последние годы наблюдается сокращение площади пашни, что связано со снижением водоносности реки Амударьи.

Можно отметить, что в целом по рассматриваемой зоне возрастание хозяйственного использования земельных ресурсов существенно изменяет экологические условия и нарушает естественное равновесие экосистем региона.

**Использование земельных ресурсов в зоне орошения.** Как было отмечено выше, от общей площади пригодной для орошения земель в настоящее время освоены и используются чуть более 500,0 тыс. га. При этом площади орошения в целом по Республике Каракалпакстан с 1986 – 87 гг. стабилизировались на уровне 450 –

455,0 тыс. га. В 1994 – 99 гг. они достигли 500,9 га, а в маловодные 2000 – 2001 годы под посевы было использовано менее половины освоенной площади, в последние годы используется порядка 509,0 – 514,2 тыс. га.

Основную площадь орошения занимает хлопчатник и в 1984–85 и 1995 гг. его площадь в целом по Республике Каракалпакстан достигала до 187 – 195 тыс. га. В благоприятные годы (1979 – 1980 гг.) производство хлопка сырца достигало до 430 – 448 тыс. тонн, а урожайность до 34,4 ц/га. В последние годы, начиная с 90-х годов, наблюдается снижение площади посевов хлопчатника, к 2002 году, она снизилась до 74,0 тыс. га, соответственно снизилась и урожайность до 11,1 ц/га, а с 2003 по сегодняшний день площадь посевов хлопчатника стабилизировалась на 94,0 – 94,7 тыс. га, а урожайность до 22,0 ц/га (рис. 1.5.3).

На территории северных районов были созданы рисовые хозяйства инженерного типа, и их площадь была доведена до 110 тыс. га и в отдельные годы производство риса увеличилось до 368,3 тыс. тонн (1988 г.). Однако в связи с нехваткой воды, площади посевов риса в последние годы сократились до 4,0 тыс. га (2002 г.), в последние годы в зависимости от водообеспеченности года по республике засеваются порядка 10,0 – 12,0 тыс. га риса.

С целью создания «хлебной независимости» начиная с 1992 – 1993 гг. начали сеять пшеницу и к настоящему времени их площади увеличились до 55,0 – 65,0 тыс. га.

В целом можно отметить, что в связи с недостаточностью водных и материальных ресурсов наблюдается снижение, как общей площади орошения, так и посевных площадей по отдельным культурам в особенности посеvy культур, требующие больших объемов водных ресурсов и учёта особенностей почвенного покрова.

**Почвы.** Почвы дельты Амударьи в границах Республики Каракалпакстан сравнительно молодые в зависимости от условий образования имеют разнообразный состав.

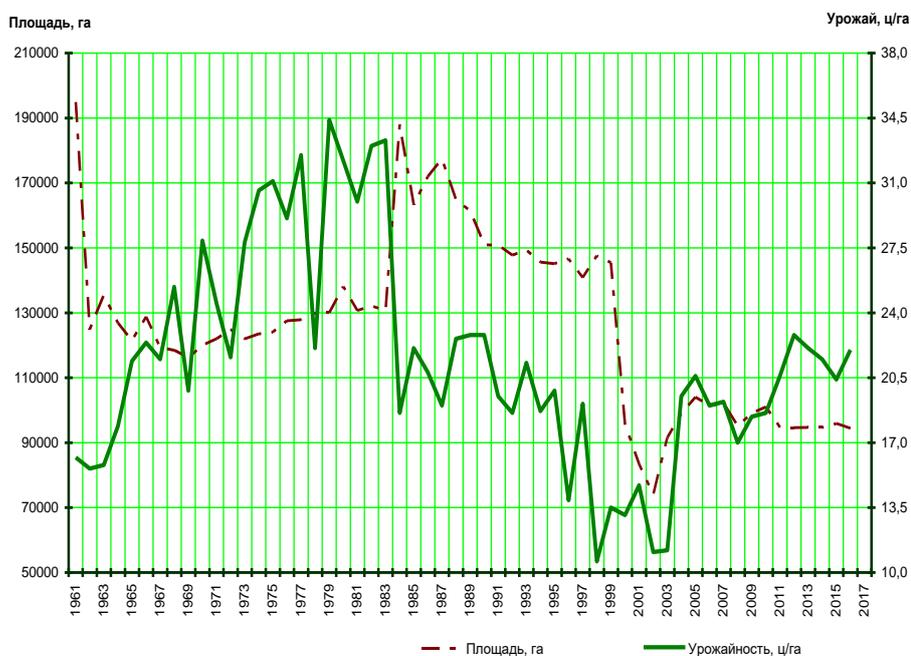
В автоморфных условиях на древнеостанцовых плато, ограничивающих дельту и на склонах Султануиздага распространены пустынные и серо-бурые почвы. Неорошаемые периферические части дельты заняты такыровидными почвами,

такырами и останцовыми солончаками, а в полугидроморфных условиях лугово-такырными почвами. На участках с неглубокими грунтовыми водами распространены луговые, болотно-луговые почвы и солончаки. Среди перечисленных типов больше площади занимают орошаемые и древнеорошаемые такыровидные, лугово-такырные, луговые и болотно-луговые почвы, а также встречаются солончаки со следами бывшего орошения. Значительная часть перечисленных почв орошения в той или иной степени засолена.

В связи со снижением уровня Аральского моря намного расширились площади полугидроморфных и автоморфных почв, а в связи с их засолением в несколько раз увеличились площади солончаков. Произошло значительное изменение почв дельты.

Наиболее распространены на территории Каракалпакстана лугово-такырные почвы, занимающие более 70% площади орошаемой зоны и более 50% целинных и залежных земель.

Введение орошаемого земледелия на ранее освоенных и ново орошаемых территориях дельты р.Амударьи на высоком уровне требует решения ряда проблем, одной из которых является борьба с засолением земель. Этому способствует недостаточный естественный отток подземных вод, близкое залегание поверхности земли их уровня и высокая минерализация.



**Рисунок 1.5.3 – Динамика посевных площадей и урожайность хлопчатника по Республике Каракалпакстан**

**Практические рекомендации.** По мелиоративному состоянию большая часть орошаемых земель требует проведения значительных объемов работ по повышению их плодородия. Примерно на 50% территории необходимо переустроить существующую оросительную сеть, на 40% провести капитальную планировку, а на 80% требуется построить и реконструировать существующую коллекторно - дренажную сеть (КДС).

## **ГЛАВА 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕГИОНА, ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ**

### **2.1. Общие сведения и местонахождение**

Республика Каракалпакстан (РК) расположена в крайней северо-западной части Узбекистана. Общая площадь территории Республики Каракалпакстан 167,1 км<sup>2</sup> тыс., что составляет около 37 % площади Узбекистана, из них пригодные для орошения - 1,6 млн.га. каракалпакская часть Кызылкумов занимает более 5 млн.га. На востоке она граничит с Навоийской и Бухарской областями, на юге и юго-западе с Республикой Туркменистан, на севере, северо-западе и северо-востоке с Республикой Казахстан. Территория республики простирается от 41 до 45,8<sup>o</sup> с.ш. и от 56 до 62,6<sup>o</sup> в.д. в зоне пустынь умеренного пояса, вся южная часть Аральского моря и низовья р. Амударьи. Республика располагает большими фондами сельскохозяйственных угодий. За сельским хозяйством закреплено и в его пользовании находится 2,8 млн.га. В орошаемой зоне в отрасли растениеводства используется более 500 тыс. га (рис 2.1.1).

Основное направление экономики Каракалпакстана – сельское хозяйство и животноводство. Ведущими сельскохозяйственными культурами являются хлопчатник, рис и пшеница, посевы которых в благоприятные годы составляют 250-300 тыс.га.

Выращиваются кормовые и зерновые культуры (кукуруза, сорго, суданская трава, люцерна, подсолнечник, просо, ячмень, овес и т.д.), а также овощебахчевые (картофель, мята, баклажан, лук, перец, арбузы, огурцы, дыни, фасоль, маш и т.д.). Люцерновые семена, выращиваемые в основном на экспорт — это рентабельное производство для республики.

Продолжительность вегетационного периода, обилие солнца и тепла способствуют развитию отраслей шелководства, садоводства и виноградарства.

Пашни, сенокосы и пастбища для животноводства составляют 22% от общего земельного фонда.

Отрасль животноводства развивается на плато Устюрт, в Кызылкумах. Существуют также отрасли рыболовства и ондатроводства.

В республике имеются хлопкоочистительные, маслобойные и содовый заводы, текстильные и другие комбинаты, фабрики, Тахиаташская ГРЭС, различные железнодорожные линии, которые являются основными рычагами развития промышленности и народного хозяйства.

Недра Каракалпакстана богаты разнообразными полезными ископаемыми. Наиболее изучены местонахождения сырья для производства строительных материалов, особенно мрамора и гранита. На плато Устюрт, в Муйнакском и Тахтакупырском районах открыты большие запасы нефти и газа

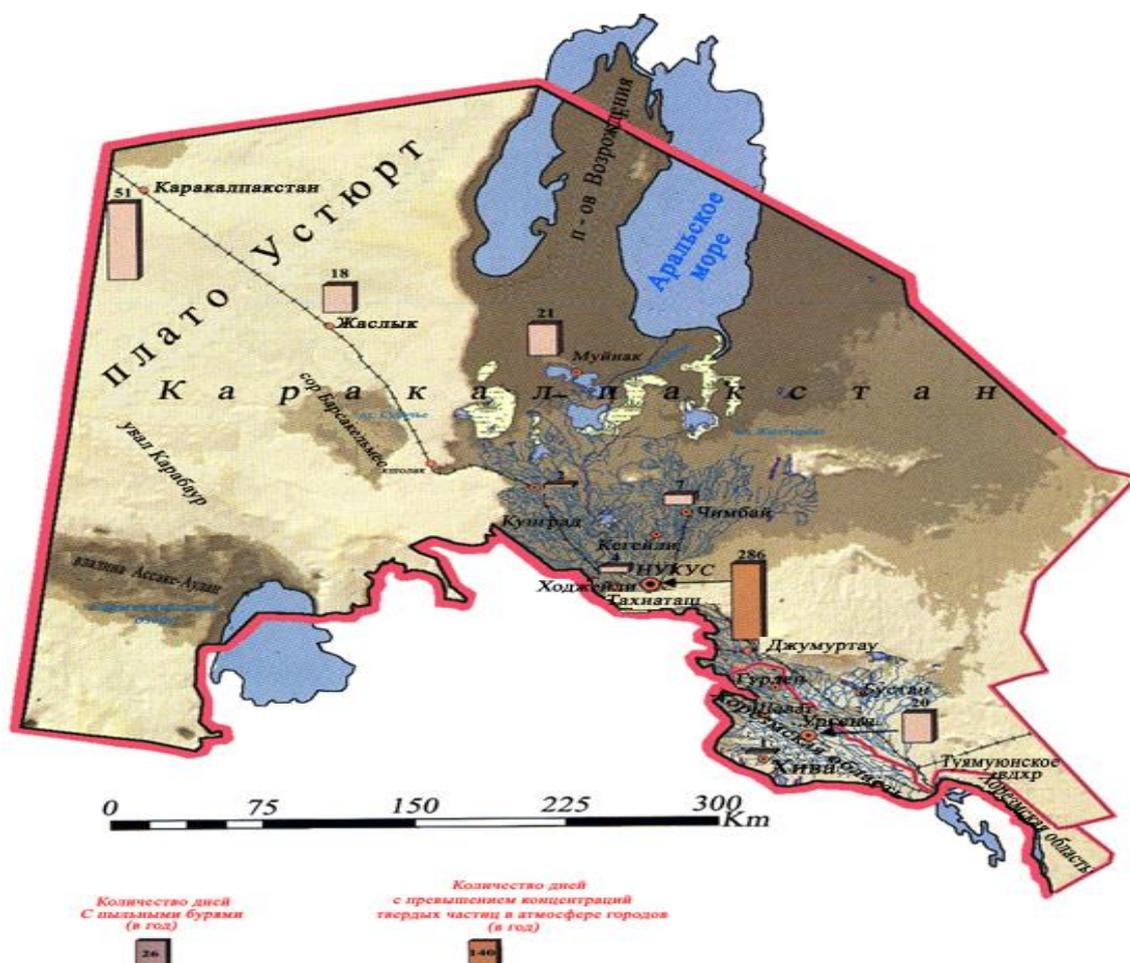


Рис. 2.1.1 Карта Республики Каракалпакстан

В настоящее время население республики составляет более 1,818 млн. человек, из них каракалпаки — 30,3%, узбеки—30,6%, казахи — 26,2%, туркмены — 5,2%, русские — 2,2%, а также другие национальности —5,5%.

За последние 25-30 лет в Южном Приаралье резко ухудшилась экологическая обстановка, связанная с дефицитом воды и существенным снижением акватории Аральского моря (до 28,0 м от у.м). С осушенного дна моря интенсивными темпами ежегодно происходит перенос пыли и соли и их выпадение на окружающую территорию, что ведет к загрязнению водных источников, атмосферного воздуха и земель республики. В результате этих негативных явлений народному хозяйству республики и здоровью населения наносится серьезный ущерб, поэтому необходимо принять срочные меры по борьбе с этими негативными явлениями.

## 2.2. Климат

В природно-климатическом отношении низовья р. Амударьи существенно отличаются от других зон Центральной Азии по климатическим условиям пояса. Климат здесь резко континентальный и сухой. В связи с отсутствием существующих естественных препятствий и равнинностью рельефа сюда беспрепятственно проникают с севера, северо-запада и северо-востока значительные воздушные массы, которые в зимний период способствуют снижению температуры воздуха и резким похолоданием. Поэтому зима здесь суровая: минимальная температура воздуха колеблется в пределах  $-30^{\circ}$ —  $-38^{\circ}$ С.

Продолжительность холодного периода длится от двух (на юге) до четырех (на севере) месяцев.

В связи с тем, что на этой территории летом формируются местные тропические, очень теплые и сухие континентальные воздушные массы, температура воздуха в это время высокая. Так, в июле температура воздуха достигает  $+27^{\circ}$ С —  $+30^{\circ}$ С. Продолжительность теплого периода колеблется от 240 (север) до 300 дней (юг), на Устюрте — 150-200 дней, в Кызылкумах —170-205 дней. Запас термических ресурсов и продолжительность

безморозного периода (194-214 дней) достаточны, чтобы выращивать такие теплолюбивые культуры, как хлопчатник, рис, кукуруза, сорго, виноград, овощи и др.

Средняя годовая сумма атмосферных осадков колеблется в пределах 80-110 мм. Наибольшее количество осадков выпадает ранней весной и частично зимой. Глубина промерзания почвы на орошаемых землях не превышает 0,7-0,8 м. Наибольшие ветреные дни отмечаются в апреле-мае, когда скорость ветра достигает 15-20 м/с, а в отдельные годы до 24 м/с, часто переходящая в песчаные бури, что вызывает ветровую эрозию почв.

Отмеченные климатические факторы являются неблагоприятными в мелиоративном отношении. Специалисты, оценивая роль этих факторов в формировании и направленности почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий рассматриваемой территории, отмечают следующее:

а) атмосферные осадки существенного значения для питания собственно грунтовых вод дельты Амударьи не имеют;

б) высокая испаряемость, свойственная климату дельты, при залегании грунтовых вод на глубине меньше 2,5-3,0 м обуславливает весьма значительный расход грунтовых вод на испарение и транспирацию растительным покровом;

в) температурный режим воздуха с резким понижением ее в невегетационный период приводит к промерзанию верхнего слоя почвы, что существенно влияет на условия питания грунтовых поливов. В летний период температура воздуха регулирует интенсивность процессов испарения и транспирацию, соответственно увеличивая или снижая расходную часть баланса грунтовых вод.

### **2.3. Рельеф**

Поверхность Республики Каракалпакстан представляет равнину с ясно выраженными небольшими замкнутыми понижениями и общим уклоном на север, северо-запад и юго-запад порядка 0,00010-0,00015.

В Южной части территории располагается невысокий горный хребет Султануиздаг, а в Северной небольшие возвышенности Кушканатау и Бельтау. На северо-западе Каракалпакстана расположена восточная часть плато Устюрт, представляющая собой безводную, пустынную глинистую равнину, которая в дельте р. Амударьи и у Аральского моря обрывается уступом высотой 100-110 м.

В периферийных районах левобережной части дельты, а также вблизи границы ее с Кызылкумами рельеф равнины несколько холмистый, с надвигающимися на культурные земли песками. Грядо-буристые пески высотой от 5 до 10 м и более встречаются отдельными массивами среди орошаемых территорий.

Ирригационные формы рельефа, образованные хозяйственной деятельностью человека, встречаются в орошаемой зоне между крупными каналами, а также хорошо сохранились в левобережье древней дельты Амударьи. В последние годы в прибрежной полосе усыхающего Аральского моря образовались заливы Аджибай, Муйнакский, Сарбасский, а также многочисленные и различные по размерам озера, образованные в результате отступления моря.

В центральной части республики располагаются дельта и долина р. Амударьи, которая расчленена многочисленными протоками, озерами, болотами и системой оросительных и мелиоративных каналов.

Низкогорье Султануиздаг делит территорию Республики Каракалпакстан на Северную и Южную зоны.

Южная зона, в которую входят административные районы — Амударьинский, Берунийский, Турткульский и Элликкалинский — характеризуется более высокой температурой воздуха и продолжительным безморозным периодом.

Северная зона включает административные районы: Ходжейлийский, Шуманайский, Кунградский, Нукусский, Кегейлийский, Чимбайский, Караузьякский, Тахтакупырский и Муйнакский. Эта зона, в отличие от южной, характеризуется более суровыми природными условиями.

Передвижение песков со стороны пустынь, развевание внутри оазисных песчаных накоплений, эрозионно-аккумулятивная деятельность р. Амударьи, усыхание Аральского моря, перенос пыли и соли с осушенного дна моря составляют комплекс современных физико-геологических процессов, свойственных рассматриваемой территории.

#### 2.4. Почвы

Почвы дельты Амударьи в границах Республики Каракалпакстан сравнительно молодые и в зависимости от условий образования имеют разнообразный состав.

В автоморфных условиях на древнеостанцовых плато, ограничивающих дельту и на склонах Султануиздага распространены пустынные и серо-бурые почвы. Неорошаемые периферические части дельты заняты такыровидными почвами, такырами и останцовыми солончаками, а в полугидроморфных условиях лугово-такырными почвами. На участках с неглубокими грунтовыми водами распространены луговые, болотно-луговые почвы и солончаки. Среди перечисленных типов большие площади занимают орошаемые и древнеорошаемые такыровидные, лугово-такырные, луговые и болотно-луговые почвы, а также встречаются солончаки со следами бывшего орошения. Значительная часть перечисленных почв орошения в той или иной степени засолены.

В связи со снижением уровня Аральского моря намного расширились площади полугидроморфных и автоморфных почв, а в связи с их засолением в несколько раз увеличились площади солончаков. Произошло значительное изменение почв дельты.

Наиболее распространены на территории Каракалпакстана лугово-такырные почвы, занимающие более 70% площади орошаемой зоны и более 50% целинных и залежных земель.

Ведение орошаемого земледелия на ранее освоенных и новоорошаемых территориях дельты р. Амударьи на высоком уровне требует решения ряда проблем, одной из которых является борьба с засолением земель. Этому способствует недостаточный естественный отток подземных вод, близкое залегание к

поверхности земли их уровня и высокая минерализация. По мелиоративному состоянию большая часть орошаемых земель требует проведения значительных объемов работ по повышению их плодородия. Примерно на 50% территории необходимо переустроить существующую оросительную сеть, на 40% провести капитальную планировку, а на 80% требуется построить и реконструировать коллекторно-дренажную сеть (КДС).

## **2.5. Гидрогеология**

Гидрогеологическое строение дельты Амударьи на территории Республики Каракалпакстан состоит из многих видов и типов отложений мелового, третичного и четвертичного периодов. Меловые отложения имеют места на правом берегу реки. Третичные отложения встречаются у Туямуюня, Кызылкумов, Устюрта и в других районах в виде отложений красных и красно-желтых глин.

Четвертичные отложения широко распространены повсеместно на территории современной и формирующейся дельты р. Амударьи и состоят из песков, супесей, суглинков и глин, приносимых водой. Эти отложения имеют сравнительно хорошую водопроницаемость, рыхлость строения, неустойчивы к процессам размыва. Четвертичные отложения являются объектом мелиорации, в которых формируются грунтовые воды и их режим.

Сложность геологического строения дельты р. Амударьи, наличие и хозяйственное использование орошаемых земель в дельте обуславливает особенности ее гидрогеологических условий и формирование режима грунтовых вод.

Аллювиальные равнины дельты, сложенные из песков, супеси, суглинков, прослойков глины и других твердых отложений в виде отдельных напластований, линз и бугров, создают затруднений движению грунтовых вод, сдерживая отток фильтрационных и поверхностных вод.

Основным источником питания грунтовых вод дельты Амударьи на территории Республики Каракалпакстан является р. Амударья. Вода из реки поступает на питание грунтовых и

подземных вод в виде потерь из оросительных каналов и поливных участков, а также в виде паводков в отдельные многоводные годы.

Атмосферные осадки на территории Республики Каракалпакстан незначительны (100-130 мм/год), на формирование и питание грунтовых вод влияние не оказывают, лишь в весьма редких случаях участвуют в повышении их уровня. Это происходит в годы с большим количеством осадков в виде проливных дождей, в периоды интенсивных промывок или сразу после их окончания.

Согласно А.Р.Рамазанову и др. (1979), Ф.М.Рахимбаеву (1980) и др., формирование режима грунтовых вод на территории Республики Каракалпакстан, в зависимости от питания, сводится к нескольким типам:

— формирование режима грунтовых вод на орошаемых землях за счет фильтрационных вод р. Амударьи, фильтрационных вод с оросительных каналов, орошаемых полей и зависит от уровня воды в реке. При нормальном горизонте в реке фильтрация из реки в берега в вегетационный период распространяется в стороны на расстояние до 3 км;

— формирование режима грунтовых вод в зоне развитой оросительной сети на землях с пониженным рельефом и малыми уклонами, а также на землях, сопредельных с магистральными каналами, происходит под влиянием этих каналов и зависит от режима их работы, технического состояния, протяженности и действующего напора. Уровень грунтовых вод на землях, прилегающих к магистральным каналам, высокий и часто выходит на поверхность земли. Распространение фильтрационных вод из магистральных каналов в стороны в пределах 0,6-1,0 км;

— формирование и питание грунтовых вод на орошаемых землях, удаленных от источников орошения магистральных каналов на большие расстояния, происходит лишь за счет фильтрации оросительной сети и полей. Положение уровня грунтовых вод на орошаемых землях этой зоны полностью зависит от вододачи.

Таким образом, можно отметить, что источником формирования и питания грунтовых вод на территории Республики

Каракалпакстан является р.Амударья, потери воды из оросительной сети и сбросы с полей неиспользованной оросительной воды.

Анализ имеющихся данных Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции по динамике грунтовых вод на орошаемых землях показал, что высокий уровень грунтовых вод наблюдается в марте и апреле, в период интенсивных промывных поливов, по окончании которых происходит некоторое падение уровня. В июне, в связи с увеличенной водоподачей на орошение, происходит подъем грунтовых вод, максимум которого наблюдается в июле-августе.

В сентябре начинается спад в связи с прекращением поливов, которые продолжаются до начала осенне-зимних промывных поливов. Если осенне-зимние промывные поливы не производятся, то в ноябре и январе наблюдается спад самых низких горизонтов грунтовых вод.

## **2.6. Особенности химического состава воды р.Амударьи**

Бассейн р. Амударьи — самой многоводной реки Центральной Азии — охватывает несколько десятков меньших по размеру речных бассейнов, расположенных на территории Таджикистана, Узбекистана и Туркменистана.

Дельта Амударьи целиком входит в территорию Республики Каракалпакстан.

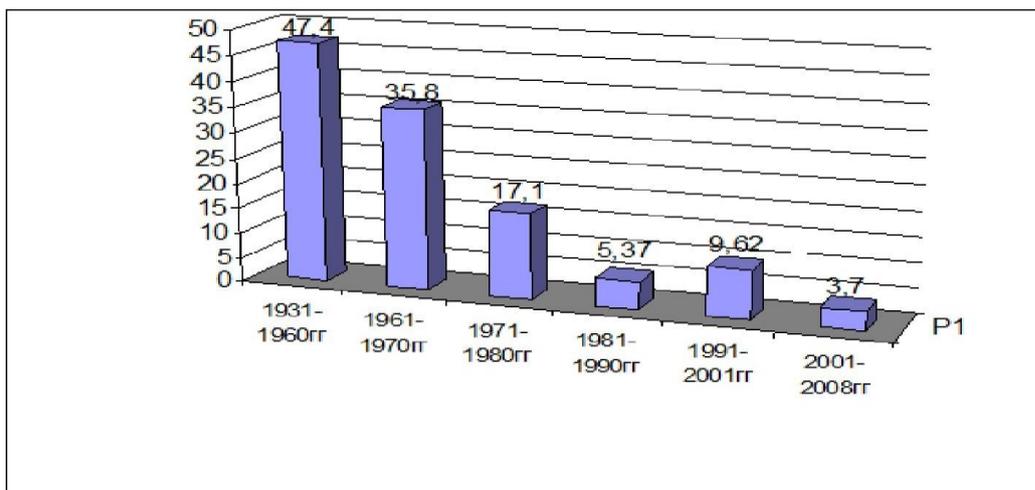
Амударья протекает по территории Узбекистана в пределах своего среднего и нижнего течения. Образуется Амударья слиянием рек Пяндж и Вахш. Длина реки 1437 км, площадь водосбора 22700 км<sup>2</sup>. Ниже слияния Пянджа и Вахша Амударья принимает левобережный приток Кундуздаря, формирующий свои воды на территории Афганистана и правых притоков Кафирниган и Сурхандарья. Следующий правый приток р. Шерабад сбрасывает в Амударью свои воды в ничтожно малом количестве. Реки Заравшан и Кашкадарья, являющиеся гидрографическими притоками Амударьи, своих вод до нее не доносят вследствие разбора их стока на орошение. Ниже впадения р. Шерабад Амударья не только не получает поверхностного питания, а, наоборот, разбирается на

орошение, теряет воду на испарение и инфильтрацию, постепенно уменьшая свой сток, заканчивается сухим руслом в пределах Южного Приаралья.

Анализ многолетних изменений водного режима Амударьи во времени и по длине реки показывает, что по мере продвижения вниз по течению водоносность реки уменьшается. Так, например, динамика речного стока у створа Саманбай по отдельным десятилетиям выглядит следующим образом (в км<sup>3</sup>): в 1931-1960 гг.—47,4; в 1961-1970 гг. и в 2001-2008 гг.—3,7 км — 35,8; в 1971-1980 гг. —17,1; в 1981-1990 гг.— 5,37 и в 1991-2001 гг.— 9,62 км<sup>3</sup> (рис.2.6.1.)

Сотрудниками Центра гидрометеорологической службы при Кабинете Министров РУз («Узгидромет»). химический состав воды р.Амударьи определяется на пять створах: 1) г.Термез, 2) теснина Туямуюн, ниже плотины 3) Кипчак, 4) г.Нукус ( в черте к.Саманбай) и 5) Кызылджар.

Загрязнение речной воды тяжелыми металлами следующее: содержание мышьяка изменяется от 0,000 до 0,250 мкг/л (ПДК=0,05 мг/л); хрома шестивалентного от 0,040 до 1,19 мкг/л (ПДК=0,001 мкг/л); меди от 0,846 до 2,432 мкг/л (ПДК=0,001 мкг/л); фтора от 0,181 до 0,36 мг/л (ПДК=0,75 мг/л), железа трехвалентного от 0,002 до 0,017 мг/л (ПДК=0,5 мг/л); цинка от 2,80 до 11,68 мкг/л (ПДК=0,01 мг/л).



**Рисунок 2.6.1. Динамика речного стока в пределах р.Амударьи (створ Саманбай)**

Среднегодовая концентрация аммонийного азота изменялась от 0,006 до 0,063 мг/л (ПДК=0,39 мг/л), нитратного азота от 0,204 до 1,31 мг/л (ПДК=9,1 мг/л), нитритного азота от 0,001 до 0,008 мг/л (ПДК=0,02 мг/л).

Загрязнение реки органическими веществами (по ХПК) колебалось от 14,30 до 35,32 мг О/л, а по БПК от 0,794 до 1,334 мг О/л (ПДК=3,0 мг О/л).

Присутствие изомеров ГХЦГ изменялось от 0,000 до 0,018 мкг/л (ПДК=0,001 мкг/л). Содержание нефтепродуктов изменялось от 0,01 до 0,123 мг/л (ПДК=0,05 мг/л), синтетических поверхностно активных веществ (СПАВ) от 0,000 до 0,01 мг/л (ПДК=0,1 мг/л); фенолов от 0,000 до 0,001 мг/л (ПДК=0,001 мг/л).

Минерализация воды в верхнем течении равна 0,47-0,58 г/л, к течению Туямуюн повышается до 0,69-0,86 г/л, а у г. Нукуса (Саманбай) превышает 1,2 г/л.

Таким образом, в нижнем течении вода р. Амударьи не только имеет повышенную минерализацию с увеличением содержания хлоридного, сульфатного ионов, магния и натрия, но и загрязнена хромом, медью, цинком, изомерами ГХЦГ, нефтепродуктами.

## **2.7. Особенности водопотребления в низовьях Амударьи**

До 1987 г. основная роль в регулировании и управлении водными ресурсами в Амударьинском бассейне отводилась Минводхозу СССР, Республиканскому Минводхозу (водохозяйственные организации Минводхоза СССР, напрямую подчиняющиеся ей, с функциями республиканского вододеления в низовьях реки, по причине строгой объективности, расположенной в г. Ургенче). Централизованная система вододеления бывшим Министерством водного хозяйства СССР осуществлялась на основе консультаций с правительствами пяти республик: Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана, Кыргызстана и Казахстана.

Однако дефицит воды в 1974 - 75 гг. и особенно в 1982 г. показал, что количественно жестко контролируемая водоподача невозможна без единой водохозяйственной организации для всего бассейна.

Поэтому в целях совершенствования и повышения эффективности управления водными ресурсами в бассейне, а также для обеспечения более оперативного решения водохозяйственных задач по предложению республик в октябре 1987 г. приказом по Минводхозу СССР было создано Бассейновое объединение «Амударья». Штаб-квартира находится в г. Ургенче, на которую были возложены вопросы оперативного управления и регулирования водных ресурсов между республиками, своевременного и бесперебойного обеспечения водой водопотребителей в пределах установленных лимитов, согласованных с государствами.

Постановлением №1110 все головные водохозяйственные сооружения на реке и основные притоки с расходом более  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ , а также каналы, имеющие межгосударственное значение в водodelении, были переданы в ведение БВО «Амударья».

С учетом геоморфологических и географических особенностей бассейн р. Амударьи делится на три участка - верхнее течение (выше Келифа, граница между Туркменистаном и Узбекистаном), среднее течение (между Туямуюном и Келифом), нижнее течение (ниже Туямуюна). Общая орошаемая площадь в бассейне находится в пределах 4,0-4,5 млн.га.

В верхнем течении реки орошаются земли Таджикистана, Узбекистана (Сурхандарьинская область) и Кыргызстана (небольшой орошаемый массив на юге республики). Орошаемые массивы расположены в долинах основных составляющих Амударьи и ее притоков: Пяндж, Вахш, Кафирниган, Сурхан-дарья и Шерабад.

В среднем течении наиболее крупные массивы современного орошения сосредоточены на каналах большой протяженности. К таким каналам относятся Каракумский, Каршинский магистральный канал (КМК) с каскадом из шести насосных станций и Амубухарский канал. Оросительные системы на этом участке реки получают воду на десять каналов с бесплотинным водозабором.

В низовьях р. Амударьи по обоим берегам реки построены крупные системы каналов: Ташсака, Пахта-арна, Клычниязбай, Ургенч-Дарьялык арна, Кипчакбозсу, Хан-яб (Совет-яб), Джумайская, Кызкеткен, Суэнли.

Системы каналов Ташсака, Клычниязбай, Кипчакбозсу относятся к межгосударственным каналам.

В настоящее время технология планирования использования водных ресурсов в управлении водохозяйственного комплекса р. Амударьи осуществляется в соответствии с прогнозом водообеспеченности на расчетный период, получаемой БВО из «Узгидромета», готовящее предложения по лимитам водозабора.

На заседании Международной Координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) рассматриваются и утверждаются лимиты водозаборов каждого государства - члена МКВК на водохозяйственный год, на межвегетационный и вегетационный периоды. Предложения по распределению лимитов готовит БВО «Амударья».

После утверждения лимитов БВО собирает заявки на водозаборы по створам трансграничных рек и разрабатывает план-график работы расхода водохранилищ (Нурекское и Туямуюнское).

План-график работы расхода водохранилищ рассматривается на заседаниях МКВК. Режим работы водохранилищ разрабатывается на расчетный период. Далее проверяется соответствие фактического водозабора по утвержденным лимитам к заявкам каждого государства-члена МКВК. Информация о фактическом состоянии водозаборов поступает от линейных служб в диспетчерский пункт территориального управления БВО. После контроля информации на достоверность она передается в центрально-диспетчерские пункты БВО.

В период нормальной водообеспеченности и наличия запасов воды в водохранилищах вододеление производится согласно утвержденным планам без сокращения лимитов водозаборов.

В период маловодья используется положение статьи 4 Алма-тинского соглашения Центральноазиатских государств от 18.02.1992 г., согласно, которому устанавливаются следующие критерии по межгосударственному использованию установленных

лимитов водозаборов: а) при водности ниже расчетной водозаборы государств подлежат пропорциональному сохранению по всему бассейну реки по решению МКВК; б) установлен предел переборов лимитов водозаборов не более 10% за отдельные периоды.

В условиях достаточной водности в бассейне особых проблем в вопросах управления и распределения водных ресурсов не имеется. Возникающие вопросы в течение того или иного поливного периода решаются совместно с МКВК в оперативном порядке.

В последние годы функции управления, водораспределения и контроля над распределением поверхностных водных ресурсов в низовьях Амударьи возложены на Нижнеамударьинское Бассейновое управление ирригационных систем (НАБУИС). В административном плане оно осуществляет гидромелиоративный контроль и обслуживание внутрихозяйственной сети на территории Хорезмской области и Республики Каракалпакстан.

В низовьях Амударьи, вода для орошения сельскохозяйственных культур забирается магистральными каналами. При этом южные районы: Турткульский, Берунийский и Элликкалинский обслуживает магистральный канал Пахтаарна, общая орошаемая площадь 102,6 тыс. га, фактический водозабор на границе районов в 2017 г. составил более 1,6 км<sup>3</sup>.

Магистральный канал Суенли обслуживает группу левобережных районов: Ходжейлийский, Шуманайский, Канлыккульский, Кунградский и Муйнакский с общей орошаемой площадью 156,4 тыс. га; фактический водозабор в 2017 г. составил более 2,3 км<sup>3</sup>.

Магистральные оросительные каналы «Кызкеткен» и «Бозатау» обслуживают северные правобережные районы: Нукусский, Кегейлийский, Чимбайский, Тахтакупырский и Бозатауский, орошаемая площадь которых составляет 207,9 тыс. га, водозабор в 2017 г. составил 3,9 км<sup>3</sup>.

Амударьинский район расположен на левом берегу р. Амударьи, забор воды на орошение осуществляется из межреспубликанских магистральных оросительных каналов

Клычбай, Мангитарна, Кипчакбозсу, орошаемая площадь равна 39,6 тыс.га, водозабор в 2017 г. составил 0,65 км<sup>3</sup>.

В целом по республике водозабор на границах районов в 2003 г. составил 8111,74 млн. м<sup>3</sup>, в 2006 г.— 7023,99 млн. м<sup>3</sup> в 2007 г. — 6209,22 млн. м<sup>3</sup> и в 2019 г.-5560 млн. м<sup>3</sup>. Несмотря на лимитированное водопользование, в Республики Каракалпакстан в маловодные годы наблюдается значительный дефицит оросительной воды, поэтому специалисты вынуждены использовать на орошение определенный объем коллекторно-дренажных вод. Например, в 2017 г. было использовано на орошение 65,7 млн.м<sup>3</sup>.

Поэтому требуется тщательное изучение гидрологических и гидрохимических характеристик коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан и выявление различных закономерностей в их режиме за прошедшие годы работы как для магистральных коллекторов, так и для крупных межхозяйственных коллекторов.

## **2.8. Изученность гидрологических и гидрохимических характеристик коллекторно-дренажных вод**

В последние 20-30 лет дефицит воды наблюдается во многих районах Центральной Азии, Южного Казахстана, некоторых государствах СНГ, а также в других районах земного шара. Основная причина сложившейся ситуации — это нерациональное и нецелесообразное распределение имеющихся водных ресурсов между государствами, а также несоблюдение международных правил их охраны.

В условиях Республики Каракалпакстан р. Амударья является единственной артерией, обеспечивающей пресной водой всю ее территорию.

Интенсивное и безвозвратное водопотребление на орошение, развитие земледелия, а также частое наступление засушливых лет привели к необходимости увеличения водообеспеченности данного региона. В настоящее время вода реки Амударьи полностью не используется на нужды орошения, а также для заполнения водохранилищ, небольших озер и водоемов, имеющих различное

народнохозяйственное значение. Нехватка оросительной воды для полива хлопчатника, риса и других сельскохозяйственных культур и необеспеченность водой других отраслей народного хозяйства обостряют водохозяйственную ситуацию Республики Каракалпакстан.

Острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельты Амударьи, особенно Северная зона республики. Отсутствие воды в весенний и вегетационный период приводит к невыполнению плана посевов сельскохозяйственных культур, а также к значительному снижению урожая или полной гибели растений.

Поэтому изыскание дополнительных водных ресурсов и их использование на орошение в целях некоторого повышения продуктивности засоленных земель является очень актуальным вопросом водного хозяйства Республики Каракалпакстан.

Вышеизложенные факты указывают на необходимость рационального и эффективного использования имеющихся водных ресурсов Республики Каракалпакстан и вынуждают изыскивать дополнительные источники воды, пригодные для орошения сельскохозяйственных культур, в качестве которых могут быть коллекторно-дренажные воды орошаемых территорий.

Постоянные наблюдения за расходами коллекторно-дренажных вод в большинстве ирригационных регионов Узбекистана начались в 1970 г.

Эти наблюдения проводились областными гидромелиоративными экспедициями (ОГМЭ) Министерства водного хозяйства. Сведения о минерализации коллекторных вод стали помещаться в отчетах ОГМЭ с 1975 г. Полный химический состав коллекторно-дренажных вод в этих экспедициях не изучался.

Некоторые гидрологические и гидрохимические сведения об этих водах имеются в литературах.

Несмотря на эти публикации, гидрологические и гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан еще слабо изучены, поэтому автору пришлось провести большую работу по сбору и обобщению разрозненных сведений по этим водам. В 1961 г. была

опубликована монография В.М.Легостаева «Об использовании вод повышенной минерализации на орошение», в которой автор приводит сведения о минерализации и химическом составе коллекторно-дренажных вод некоторых оазисов Узбекистана.

Г.А. Ибрагимов (1973), обобщая значительные сведения по использованию минерализованных вод на орошение хлопчатника, приводит данные по минерализации воды в отдельных коллекторах республики.

С. Джаманкараев (1975), изучая особенности эксплуатации дельтовых ирригационных систем низовьев Амударьи, приводит данные по минерализации и расходам воды наиболее крупных коллекторов Республики Каракалпакстан за 1970-1973 гг.

А.Р. Рамазанов, Е.К. Курбанбаев и Х.И. Якубов (1978), рассматривая некоторые вопросы мелиорации засоленных земель в низовьях Амударьи, приводят данные по коллекторно-дренажным водам Кызкеткенской оросительной системы за отдельные годы (1960-1974 гг.).

Г.П. Глухова и Г.А. Стрельникова (1983) отмечают, что минерализованные воды Узбекистана могут служить в качестве резерва для орошения и приводят некоторые данные по химическому составу некоторых коллекторов Республики Каракалпакстан.

Ф.М. Рахимбаев (1981), изучая мелиоративное состояние орошаемых земель низовьев Амударьи, также освещает и изменение минерализации воды в отдельных коллекторах данного района за 1968-1976 гг.

Г.К. Гасанова (1984), занимаясь прогнозированием изменения минерализации в отдельных коллекторах Республики Каракалпакстан, приводит некоторые данные по их гидрохимическому составу.

Ч.А. Абдиров, Л.Г. Константинова и Е.К. Курбанбаев (1996), рассматривая качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока, приводят некоторые данные по химическому составу воды в магистральных коллекторах Республики Каракалпакстан.

Э.И. Чембарисов и Б.А. Бахритдинов (1989), обобщая данные по гидрохимии речных и дренажных вод Средней Азии, рассмотрели отдельные вопросы качества коллекторных вод низовьев Амударьи.

Ш. Толепова, Р.Т. Хожамуратова и др. (2004), описывая современное состояние коллекторно-дренажной системы Республики Каракалпакстан, приводят ее химические характеристики за 1997-2002 гг.

М.О. Якубов и Е.К. Курбанбаев (2003), устанавливая факторы необходимого объема воды для поддержания экологического равновесия в дельте Амударьи, отмечают, что ухудшение качества амударьинской воды происходит в результате сброса большого объема высокоминерализованных коллекторных вод в русло реки с орошаемых земель территории Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана.

К.А. Косназаров, Р.Т. Хожамуратова, Р.М. Кошекков и А. Жиемуратов (2003), рассматривая современное состояние р.Амударьи на территории Республики Каракалпакстан, отмечают, что одним из главных факторов изменения качества воды является коллекторно-дренажный сток орошаемых территорий.

Р.Е. Курбанбаев (2005), рассматривая отдельные аспекты формирования и использования коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан, составил прогноз их изменения в отдельных системах.

Б.Е.Аденбаев (2006) при исследовании формирования гидрохимического режима водных объектов низовьев р. Амударьи в условиях изменения водохозяйственной обстановки определенное внимание уделил анализу изменения содержания главных ионов в отдельных коллекторах Республики Каракалпакстан.

Э.И.Чембарисов, Р.Т.Хожамуратова и др. (2016) при изучении генезиса и режима поверхностных вод бассейна р.Амударьи и их влияние на засоление агроландшафтов также рассмотрели формирование коллекторной сети и вынос солей с орошаемой территории Республики Каракалпакстан.

Р.Т.Хожамуратова, С.Е.Курбанбаев, Э.И.Чембарисов (2020) также рассмотрели качество коллекторно-дренажных вод и

возможность их повторного использования для орошения солеустойчивых культур в условиях Республики Каракалпакстан.

Кошеков Р.М Рациональное использование водных ресурсов и совершенствование мелиоративного состояния орошаемых земель в Республике Каракалпакстан в условиях маловодья Нукус: Билим, 2018, -171 с.

Учитывая наблюдающийся дефицит в оросительной (речной) воде в республике проблема исследования коллекторно-дренажных вод для повторного орошения для данного региона остается актуальной, поэтому нами в отдельной главе описаны результаты полевых исследований по орошению сельскохозяйственных культур коллекторно-дренажной водой, проведенных в 2017-2018 гг.

## **2.9 Анализ водно-солевых балансов орошаемой территории Республики Каракалпакстан за многолетний период**

В последние годы гидрохимическое состояние речных вод Центральной Азии продолжает ухудшаться. Это происходит из-за того, что на протяжении всего бассейна реки являют приёмниками различных загрязненных стоков, в том числе и минерализованных коллекторно-дренажных вод, стекающих с орошаемых территорий.

В данной монографии, это проблема рассмотрена на примере орошаемой территории Республики Каракалпакстан, причем основное внимание уделено анализу характеристик водно-солевых балансов этих массивов, включая некоторые гидрологические и гидрохимические характеристики.

Одним из крупных районов Узбекистана по земельным ресурсам является Республика Каракалпакстан. Республика Каракалпакстан расположена на северо-западе Узбекистана, валовая площадь, величина которой составляет 16436,7 тыс. га, в том числе площадь возможного орошения 1,6 млн. га. По состоянию на 1 января 2018 года общая площадь орошаемых земель, в целом по республике составляет 509,6 тыс. га, из них посевная площадь 418,0 тыс. га, многолетние насаждения занимают 8,8 тыс. га, приусадебные участки 35,1 тыс. га, сенокосы, пастбища,

залежи и орошаемый лес – 47,7 тыс. га. Порядка 73% или 371,3 тыс. га орошаемых земель, обеспечены дренажной системой.

Согласно собранным и проанализированным данным наименьшие объемы коллекторно-дренажного стока (0,45-0,79 км<sup>3</sup>) наблюдались в 1968-1972 гг., при этом средняя расчетная минерализация изменялась от 2,48 до 4,27 г/л.

В период 1973-1976 гг. объемы коллекторно-дренажного стока возросли до 0,82-1,52 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации изменялась в пределах 1,96-4,2 г/л.

В 1986-1990 гг. объемы коллекторно-дренажного стока возросли до 1,9-2,6 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации изменялась в пределах 3,91-4,33 г/л.

В эти годы поступление солей с оросительной водой изменялось от 6942,49 до 9088,74 тыс.т, а вынос солей изменялся от 8971,80 до 10487,28 тыс.т, причем вынос солей превышал их поступление, т.е. солевой баланс был отрицательным.

Сведения о приближенном солевом балансе орошаемой территории Республики Каракалпакстан за 2000-2021 гг. приведены в табл.2.9.1.

Сток коллекторно-дренажных вод за 2000-2021 гг. Изменялся в пределах 2173,1 млн.м<sup>3</sup> (2001 г.)-8350,4 млн.м<sup>3</sup>(2010 г.), средняя величина минерализации коллекторно-дренажных вод колебалась от 3,04 (2003 г.) до 4,31 г/л (2000 г.) вынос солей коллекторно-дренажными водами составил от 2472,8(2001 г.) до 9659,9 тыс.т (2017 г.).

При этом положительный солевой баланс наблюдался в 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2021, а отрицательный в 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.

В последние годы стало наблюдаться некоторое рассоление орошаемой территории, о чем свидетельствует преобладание выноса легкорастворимых солей над их поступлением.

Несмотря на значительные объемы коллекторно-дренажных вод, они практически не используются в народном хозяйстве и отводятся лишь в пустынные понижения или в ближайшие озера.

Таблица.2.9.1

## Приближенный водно-солевой баланс орошаемой зоны Республики Каракалпакстан за 2000-2021 гг.

ГОДЫ	Приходная часть			Поступление солей, тыс.т		Расходная часть			Вынос солей, тыс.т		Изменение количество солей, тыс.т	
	суммар.водозабор на орошение, млн.м3	минерализация оросительной воды, в г/л				сток дренаж. сброс-ных вод ,млн.м3	минерализация дренажно-сбросных вод, г/л					
		плотный остаток	хлор	плотный остаток	хлор		плотный остаток	хлор	плотный остаток	хлор		
2000	3594,7	1,265	0,241	4547,29	866,32	1572,2	4,312	0,892	6779,32	1402,40	2232,03	536,08
2001	2173,1	1,399	0,328	3040,17	712,78	589,9	4,192	0,853	2472,86	503,18	567,31	209,60
2002	5812,12	1,013	0,185	5887,68	1075,24	1201,5	3,122	0,600	3751,18	720,90	2136,6	354,34
2003	8029,89	1,097	0,219	8808,79	1758,54	2249,5	3,045	0,774	6849,73	1741,11	1959,06	17,43
2004	6841,61	1,050	0,214	7183,69	1464,10	1980,9	3,665	0,841	7260,00	1665,94	-76,31	-201,83
2005	8152,930	0,979	0,173	7981,72	1410,46	2404,30	3,195	0,679	7681,74	1632,52	299,98	-222,06
2006	7023,990	1,121	0,243	7873,89	1706,83	2248,70	3,583	0,889	8057,09	1999,09	-183,20	-292,26
2007	6206,220	1,145	0,226	7106,12	1402,61	1989,30	3,845	0,924	7648,86	1838,11	-542,74	-435,51
2008	2736,800	1,312	0,275	3590,68	752,62	1100,10	4,222	1,060	4644,62	1166,11	-1053,94	-413,49
2009	7195,490	1,092	0,213	7857,48	1532,64	1348,50	3,479	0,811	4691,43	1093,63	3166,04	439,01
2010	8350,400	0,912	0,185	7615,56	1544,82	2833,00	3,376	0,806	9564,21	2283,40	-1948,64	-738,57
2011	4852,800	1,119	0,224	5430,28	1087,03	1300,100	3,648	0,868	4742,76	1128,49	687,52	-41,46
2012	7459,500	0,974	0,189	7265,55	1409,85	2294,200	3,050	0,701	6997,31	1608,23	268,24	-198,389
2013	6155,70	1,016	0,197	6254,191	1212,673	1712,20	3,312	0,757	5670,806	1296,135	583,385	-83,462
2014	6115,80	1,015	0,197	6207,537	1204,813	1630,70	3,564	0,819	5811,815	1335,543	395,722	-130,731
2015	6921,10	0,934	0,185	6464,307	1280,403	2481,9	3,450	0,776	8562,555	1925,954	-2098,248	-645,551
2016	6466,72	1,010	0,176	6531,387	1138,143	2196,60	3,760	0,802	8259,216	1761,673	-1727,829	-623,530
2017	7108,14	1,052	0,192	7179,221	1251,033	2569,14	3,692	0,780	9659,966	2060,450	-2480,745	-809,418
2018	4249,80	1,121	0,213	4764,026	903,690	1483,59	4,023	0,907	5968,906	1345,722	-1204,881	-442,032
2019	6818,35	0,932	0,162	6351,293	1103,5987	2391,48	3,427	0,684	8194,9187	1635,9431	-1843,626	-532,344
2020	5299,49	1,113	0,202	5899,46798	1070,49698	1691,35	4,015	0,822	6790,04539	1390,77294	-890,577	-320,276
2021	4457,03	1,150	0,199	5123,63455	888,341792	1168,16	3,975	0,813	4642,99794	949,20301	480,637	-60,861

# ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД

## 3.1. Гидрологический и гидрохимический режим реки Амударьи

Интенсивно возрастающее использование в народном хозяйстве водных ресурсов приводит к существенным изменениям стока рек, водного режима территории их бассейнов и водоприемников. Особенно велико это влияние в аридных и полуаридных областях. В ряде районов деятельность человека в области управления водными ресурсами суши по своим масштабам становится соизмеримой с воздействием на них природных факторов. Влияние антропогенных факторов увеличивается по мере интенсификации использования водных ресурсов и на определенном уровне рациональное использование последних уже невозможно без достоверных знаний об изменениях, произошедших в водном режиме территории и стоке рек под их воздействием.

Бассейн реки Амударьи - самой многоводной реки Центральной Азии, охватывает более 80 крупных рек, расположенных на территории Узбекистана, Таджикистана, Туркмении. С севера на юг он вытянут на 1230 км и с запада на восток на 14070 км, а расстояние от устья до наиболее удаленной точки речной системы (по руслу) составляет 2602 км.

По условиям формирования стока бассейн Амударьи гидрологи делят на несколько частей: 1) бассейн р.Пяндж, которая в свою очередь делится на две гидрологические области: Таджикский Памир, отличающийся сравнительным многоводьем, и южную Афганскую часть бассейна, очень маловодную; 2) бассейн р.Вахш; 3) бассейны рек, стекающих с южных склонов Гиссарского хребта (Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад); 4) бассейны р.Кашкадарья и Зарафшан, которые должны быть отнесены по орографическим и гидрографическим признакам к бассейну Амударьи, хотя сами реки давно потеряли связь с Амударьей; 5) равнинная часть бассейна. Условно, верхней границей водосборной области принят створ Керки.

Годовой гидрологический цикл для горных рек бассейна Амударьи отчетливо делится на два периода: весенне-летнее половодье и межень. Осенью, зимой и ранней весной большая часть рек пребывает в состоянии межени. Уровень и расходы воды в них в этот период изменяются весьма незначительно, так как в это время по рекам стекают только грунтовые и частично дождевые воды. Затем в феврале—мае на реках начинаются весенне-летние паводки и половодье. В бассейне р. Амударьи зону формирования стока можно ограничить створами Термез и Атамырат (Керки), зону транзита— створами Бирата (Дарганата)- теснина Туямуюн, и зону рассеивания стока— створами Саманбай (г. Нукус) и Кызылджар.

Средний многолетний расход воды Амударьи в створе п. Керки за период 1911-1960 годы составлял 2010 м<sup>3</sup>/с. В период март-сентябрь - 2800 м<sup>3</sup>/с, в период декабрь-февраль - 898 м<sup>3</sup>/с. За период 1960-1995 годы средний годовой расход составил 1550 м<sup>3</sup>/с. За март-сентябрь 2150 м<sup>3</sup>/с и декабрь-февраль - 764 м<sup>3</sup>/с. В 2011-2017 гг. средние декадные расходы воды изменялись от 391 – 4145 м<sup>3</sup>/с.

При анализе изменения водного режима р. Амударьи во времени и по длине реки рассмотрены следующие характеристики: а) изменение среднемесячных расходов воды за различные периоды лет: 1997-2000гг.; 2001-2005гг.; 2013-2019гг.; б) зависимость осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды; в) зависимость среднемесячных расходов воды нижних створов от среднемесячных расходов воды верхних створов .

В засушливые годы ситуация с водными ресурсами приобретает критический характер. В годы экстремальных проявлений климатической изменчивости могут начаться значительные потери в сельскохозяйственном производстве и проблемы в обеспечении населения питьевой водой. Глобальное потепление будет и дальше способствовать увеличению числа экстремальных погодных условий в регионе, то есть периодов с засухами и высокими летними температурами, изменению в режиме формирования водных ресурсов, что может привести к дополнительным негативным последствиям в бассейне р. Амударьи и особенно в Приаралье. Исторически уже более 60 лет происходит регулирование стока рек Узбекистана, поэтому естественный гидрологический режим

искажается, что затрудняет применение гидрологических моделей, особенно в бассейне р. Амударья.

Однако, начиная с водозаборов в Каракумский, Каршинский, Аму-Бухарский каналы и так до гидропоста Саманбай сток по стволу реки многократно сокращается и теперь редко наполняет её протоки.

Фактически в бассейне Амударьи вода в республику поступает по каналу Аму-Занг в Сурхандарьинском вилояте, каналам Каршинский, Аму-Бухарский в Кашкадарьинский и Бухарский вилояты, каналам Левобережный, Правобережный ниже Тюямуюнского водохранилища и по посту Туямуюн на Амударье в Хорезмский вилоят и Каракалпакстан.

Из Сурхандарьинского вилоята существует незначительный сток в Амударью по Сурхандарье. Из остальных вилоятов стока речных вод нет. Только из Каракалпакстана по Амударье вода поступала в Аральское море и передается по каналам из Хорезмского вилоята и Каракалпакстана в Туркменистан.

Учет стока по вышеуказанным каналам ведется органами Министерства водного хозяйства Узбекистана, на реках Сурхандарья и Амударья станциями Узгидромета. В целом за многолетний период данные этого учета можно считать надежными.

Решение проблемы устойчивого водозабора из трансграничной р. Амударьи в складывающейся экстремальной водохозяйственной обстановке имеет важное народнохозяйственное значение для жизни и развития многомиллионного населения шести вилоятов Республики Узбекистан и Республики Каракалпакстан, находящейся в низовьях бассейна. В связи с этим определенное значение имеет описание некоторых элементов гидрологических режимов воды р. Амударьи.

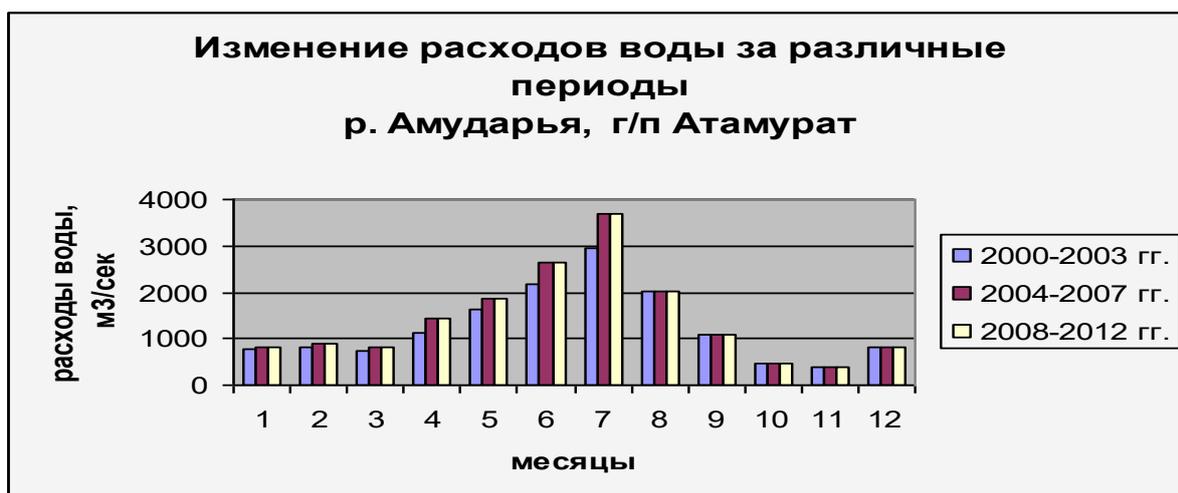
Для их определения были использованы сведения собранные в фондах Узгидромета и БВО «Амударья» по створам, указанным в табл.3.1.1.

Анализ расходов воды р. Амударьи у г/п Атамурат и Дарганата за разные периоды лет приведены на рис.3.1.1, 3.1.2. из которых видно, что в последние годы водоносность реки несколько уменьшилась.

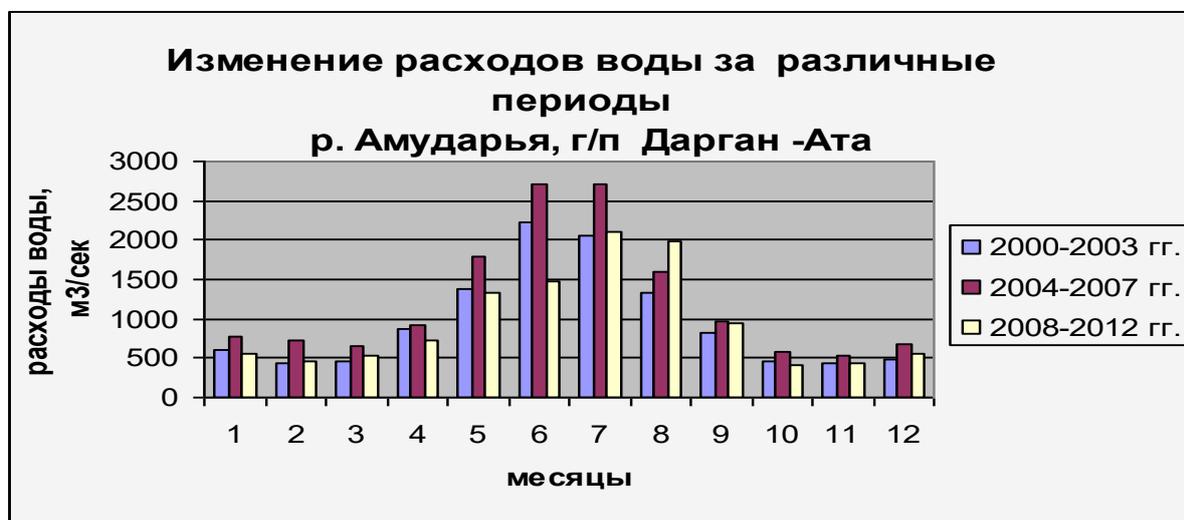
Таблица 3.1.1.

## Анализ створов, располагающихся по р.Амударья

Название водного объекта	Место нахождение, название поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Отметка нуля поста, высота в м	Период действия число, месяц, год.
р. Амударья	пристань Термез	1302	231000	289,72	01.10.1932
р. Амударья	г. Атамырат (Керки)	1070	309000	237,57	21.07.1910
р. Амударья	г. Бирата (Дарганата)	636	-	142,02	12.05.1955
р. Амударья	теснина Тюямуюн	475	-	107,08	16.07.1924 (05.10.1979)
р. Амударья	с. Ташсака	467	-	105,23	10.06.1912 (17.04.1993)
р. Амударья	г. Бируни	399	-	91,00	1.03.1978
р. Амударья	г. Кипчак	308	-	76,20	07.03.1934 (01.01.2003)
р. Амударья	уроч. Ниетбайтас	263	-	71,00	15.03.1983
р. Амударья	кишл. Кызкеткен	257	-	70,00	17.03.1974
р. Амударья	кишл. Саманбай	240	-	65,00	17.11.1972
р. Амударья	кишл. Кызылджар	127	-	53,00	01.10.1950 (01.01.1974)
р. Амударья	кишл. Парлытау	54	-	46,00	22.05.1988



**Рисунок 3.1.1 Анализ расходов воды р. Амударьи у г/п Атамурат за различные периоды**



**Рисунок 3.1.2 Анализ изменения расходов воды р. Амударьи у г/п Дарганата за различные периоды**

В настоящее время крайне трудно оценить сток в Аральское море по Амударье. В дельтовой части реки находятся два поста Кызылджар и Парлытау расстояние между ними 73 км. За последние пять лет в Кызылджаре все годы фиксируется значительный сток, превышающий 100 м<sup>3</sup>/с. В Парлытау только в 1992 и 1993 гг. отмечен сток с расходами в 234 и 59,3 м<sup>3</sup>/с. В среднем в год за период 1992-2005 годов через створ прошло 20 м<sup>3</sup>/с и можно считать это стоком речных вод из Каракалпакстана в Аральское море.

Согласно проведенным расчетам все собранные гидрологические данные по величинам среднегодовых расходов воды были разделены на три группы: а) маловодные годы; б) годы средние по водности; в) многоводные годы (табл.3.1.2).

Таблица 3.1.2.

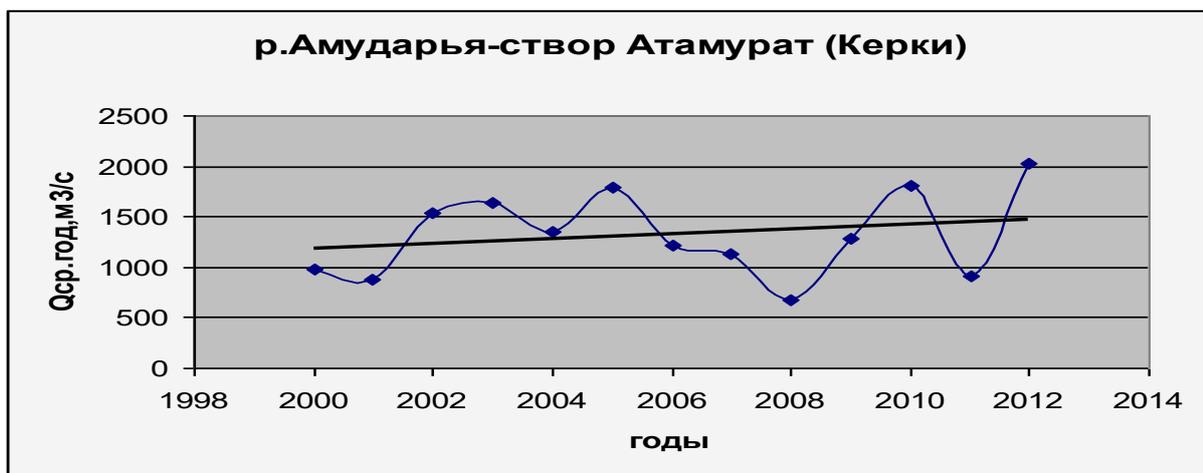
**Разделение водности р. Амударьи – г/п Атамырат (Керки) по величинам среднегодовых расходов за период 1963-1970; 2000-2014 г.г.**

№	Маловодные годы	Средние по водности	
		годы	Многоводные годы
1	2000	1963	1964
2	2001	1965	1966
3	2008	2002	1967
4	2011	2004	1968
5		2006	1969
6		2007	1970
7		2009	2003
8		2013	2005
9		2014	2010
10			2012

В этом бассейне в настоящее время расходы воды измеряются на створах Атамурат (Керки), теснина Тюямуюн, Кипчак, Саманбай, Кызылджар. У створа Керки сведения о среднегодовых расходов воды имеются за 2000-2014гг. За этот период они изменялись от 668 м<sup>3</sup>/с (в 2001г.) до 2029 м<sup>3</sup>/с (в 2014г.), при норме стока равной 1325 м<sup>3</sup>/с. Изменения этих расходов за многолетний период этого створа приведены на рис. 3.1.1. На нем приведена линия тренда. Из него видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону повышения расходов воды, это повышение объясняется тем, что в 2012г. наблюдалось значительное повышение среднегодового расхода воды до 2029м<sup>3</sup>/с.

У створа теснина Тюямуюн сведения о среднегодовых расходов воды имеются за 1980-2013гг. За этот период они изменялись от 298м<sup>3</sup>/с (в 2001г.) до 1640м<sup>3</sup>/с (в 1992г.), 1530м<sup>3</sup>/с (в 1998г.) при норме стока равной 858м<sup>3</sup>/с. Изменения этих расходов за многолетний период этого створа приведены на рис. 3.1.1 (б). На нем приведена линия тренда. Из него видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно, к 2030г. они могут

уменьшиться до 550-560м<sup>3</sup>/с. У створа Кипчак сведения о среднегодовых расходов воды имеются за 1980-2013гг. За этот период они изменялись от 145м<sup>3</sup>/с (в 2001г.) до 1180м<sup>3</sup>/с (в 1992г.), 1090м<sup>3</sup>/с (в 1998г.) при норме стока равной 574м<sup>3</sup>/с. Изменения этих расходов за многолетний период этого створа приведены на рис. 3.1.2 (а). На нем приведена линия тренда. Из него видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно, к 2030г. они могут уменьшиться до 420-430м<sup>3</sup>/с.



а)



б)

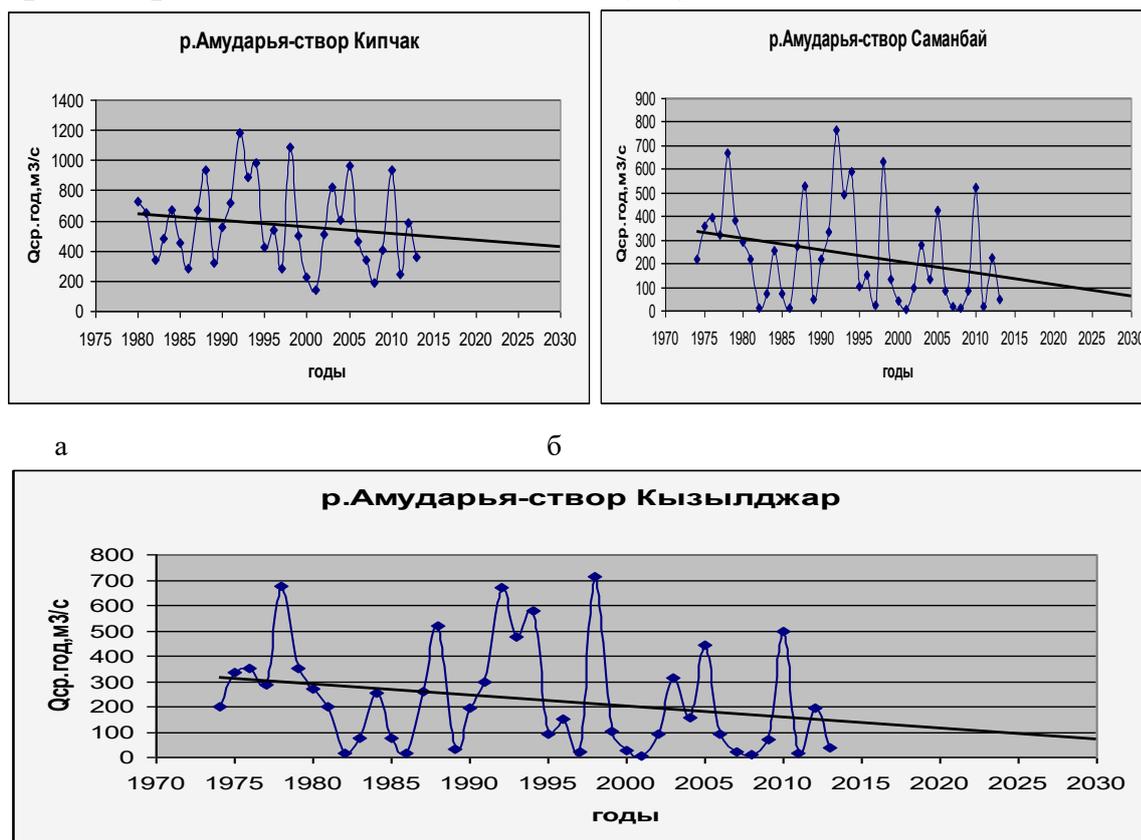
**Рисунок 3.1.3. Многолетние изменения среднегодовых расходов воды бассейна р.Амударья с проведением линии тренда: а) створ Атамурат (Керки), б) створ –теснина Тюямуюн**

У створа Саманбай сведения о среднегодовых расходов воды имеются за 1974-2013гг. За этот период они изменялись от 3,23 м<sup>3</sup>/с (в 2001г.) до 765 м<sup>3</sup>/с (в 1992г.), 671 м<sup>3</sup>/с (в 1978г.) при норме стока

равной 239 м<sup>3</sup>/с. Изменения этих расходов за многолетний период этого створа приведены на рис. 3.1.2 (б). На нем приведена линия тренда. Из него видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно, к 2030г. они могут уменьшиться до 85-90 м<sup>3</sup>/с.

У створа Кызылджар сведения о среднегодовых расходов воды имеются за 1974-2013гг. За этот период они изменялись от 2,72м<sup>3</sup>/с (в 2001г.) до 676 м<sup>3</sup>/с (в 1978г.), 712 м<sup>3</sup>/с (в 1998г.) при норме стока равной 230 м<sup>3</sup>/с.

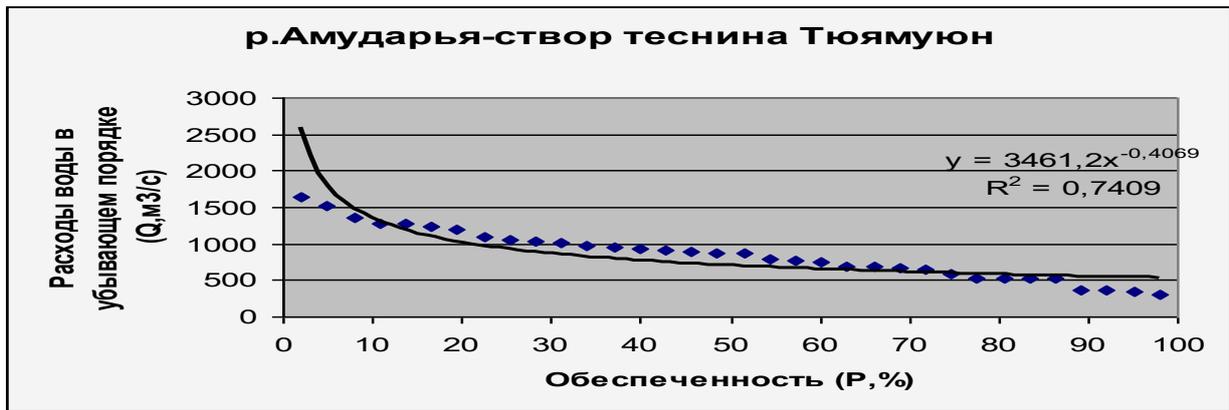
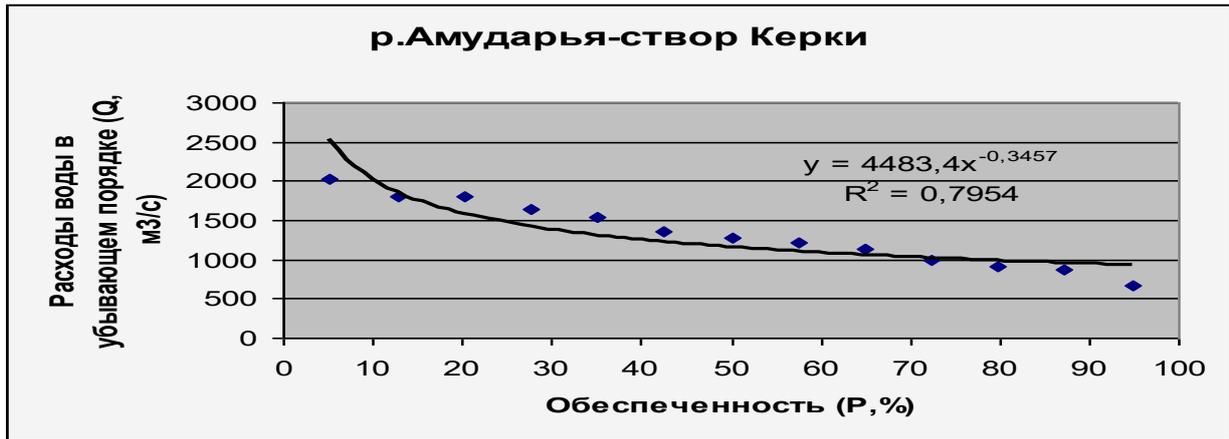
Изменения этих расходов за многолетний период этого створа приведены на рис. 3.1.2 (в). На нем приведена линия тренда. Из него видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно, к 2030г. они могут уменьшиться до 80-85 м<sup>3</sup>/с.



в

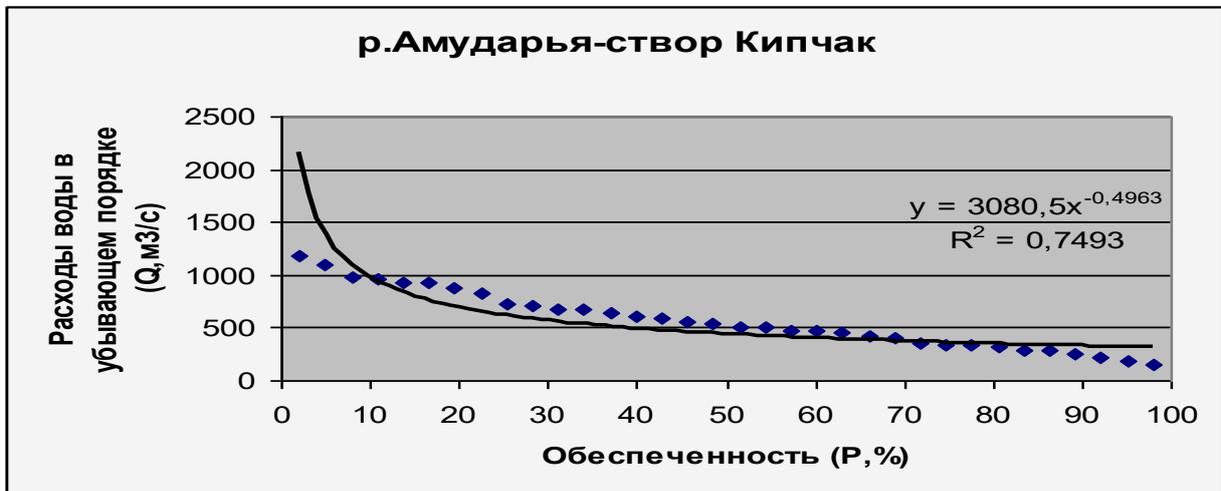
**Рисунок 3.1.2. Многолетние изменения среднегодовых расходов воды бассейна р.Амударьи с проведением линии тренда: а) створ Кипчак, б) створ Саманбай, в) створ Кызылджар**

а

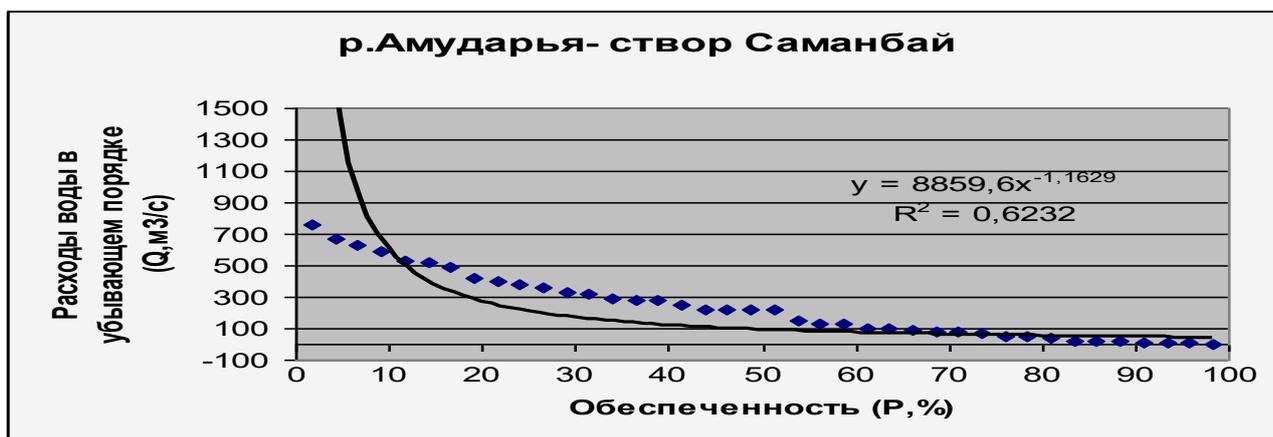


б

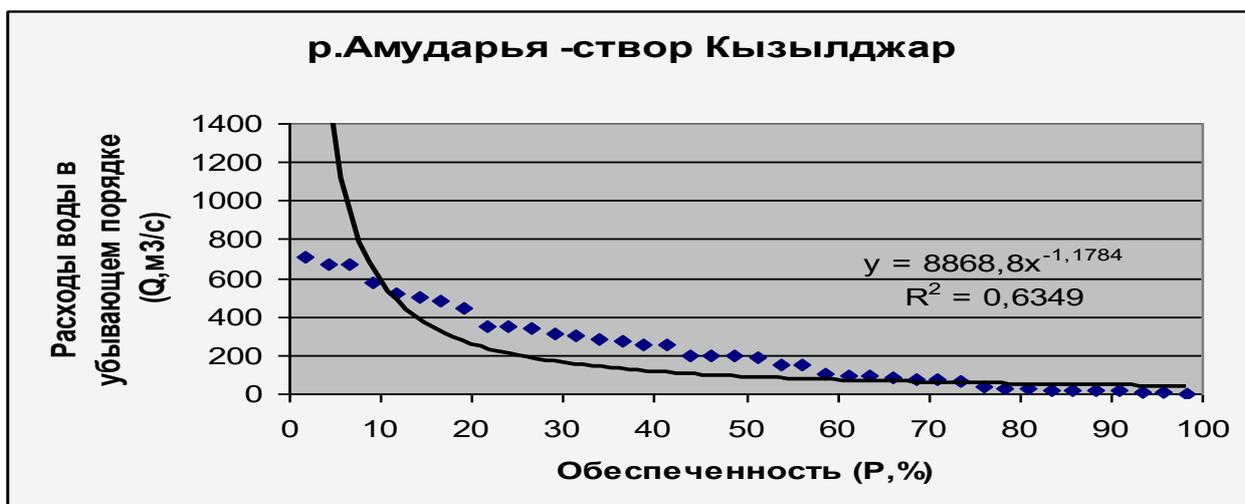
в



**Рисунок 3.1.3. Кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды бассейна р.Амударья у створов: а) Керки, б) теснина Тюямун, в) Кипчак**



а



б

**Рисунок 3.1.4. Кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды бассейна р.Амударьи у створов: а) Саманбай, б) Кызылджар**

Как видно из графиков, у створа Керки при обеспеченности 10% расходы воды равны  $1800\text{ м}^3/\text{с}$ , а при - обеспеченности 90% они уменьшаются до  $850\text{ м}^3/\text{с}$ . У створа теснина Тюямуюн, при обеспеченности 10% расходы воды равны  $1280\text{ м}^3/\text{с}$ , а при - обеспеченности 90% они уменьшаются до  $375\text{ м}^3/\text{с}$ . У створа Кипчак при обеспеченности 10% расходы воды равны  $960\text{ м}^3/\text{с}$ , а при - обеспеченности 90% они уменьшаются до  $245\text{ м}^3/\text{с}$ . У створа Саманбай при обеспеченности 10% расходы воды равны  $590\text{ м}^3/\text{с}$ , а при -обеспеченности 90% они уменьшаются до  $15\text{ м}^3/\text{с}$ . У створа Кызылджар при обеспеченности 10% расходы воды равны  $580\text{ м}^3/\text{с}$ , а при - обеспеченности 90% они уменьшаются до  $15\text{ м}^3/\text{с}$  (рис.3.1.3, 3.1.4).

Оценка доступных водных ресурсов по мнению В.Е.Чуба, в настоящее время, так на перспективу требует регионального подхода, поскольку непосредственно на территории Узбекистана, формируется всего около 8% водных ресурсов, основная зона формирования - это территория сопредельных государств. Чтобы адекватно оценить доступные водные ресурсы требуется большой объем информации с территорий соседних государств- метеорологические, гидрологические и гляциологические данные. Необходимо региональное сотрудничество для улучшения освещенности территории данными наблюдений (исторические ряды, восстановление рядов, использование цифровых моделей рельефа и т.д.), что позволяет более обоснованно применять модельные методы оценки для каждого бассейна.

Согласно мнению В.Е. Чуба, ожидаемые в будущем изменения климата также могут усилить недостаток воды. Оценка максимальной глубины маловодья на базе экстремальных климатических сценариев показывает, что сток в период вегетации в бассейне реки Амударьи в годы засухи может уменьшиться на 25-40%.

В засушливые годы ситуация с водными ресурсами приобретает критический характер. В годы экстремальных проявлений климатической изменчивости могут начаться значительные потери в сельскохозяйственном производстве и проблемы в обеспечении населения питьевой водой. Глобальное потепление будет и дальше способствовать увеличению числа экстремальных погодных условий в регионе, то есть периодов с засухами и высокими летними температурами, изменению в режиме формирования водных ресурсов, что может привести к дополнительным негативным последствиям в бассейне р. Амударьи и особенно в Приаралье.

Как показывают исследования, потепление в Центральной Азии сопровождается усилением экстремальности погоды, в частности увеличением числа сильных осадков.

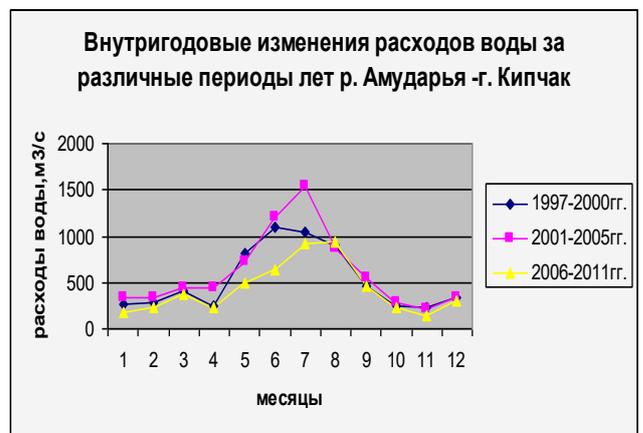
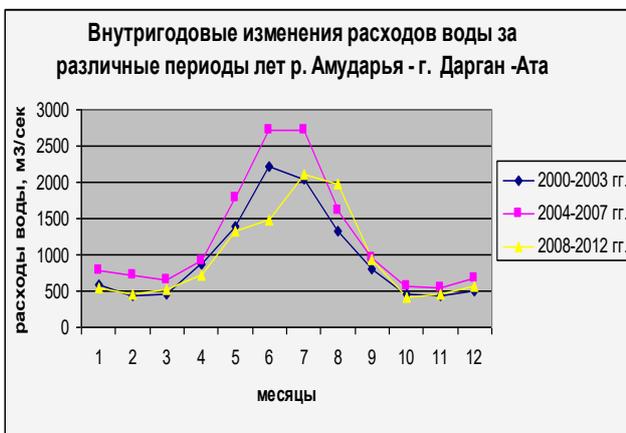
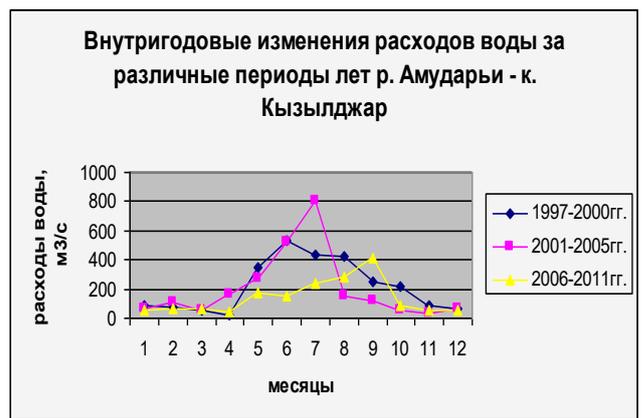
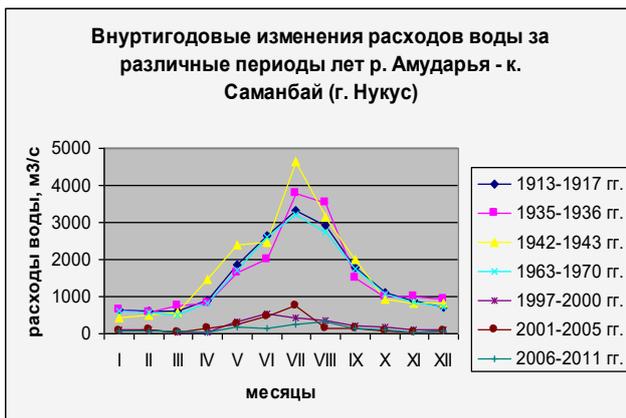
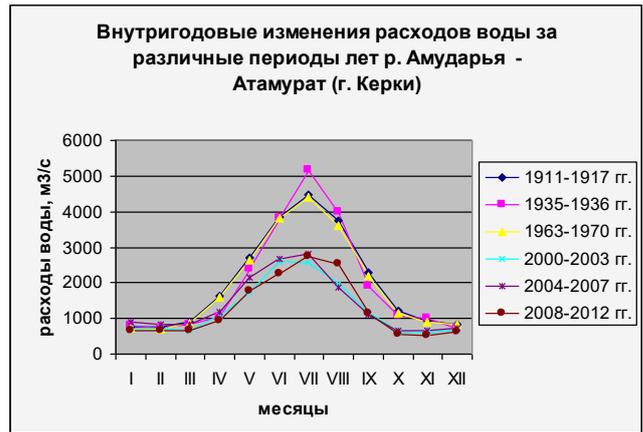
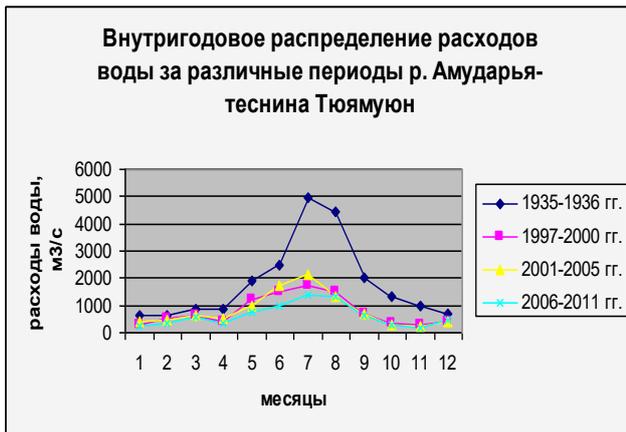
В настоящее время крайне трудно оценить сток в Аральское море по Амударье. В дельтовой части реки находятся два поста Кызылджар и Парлытау. Расстояние между ними 73 км. За последние 5 лет в Кызылджаре все годы фиксируется значительный сток, превышающий 100 м<sup>3</sup>/с. В Парлытау только в 1992 и 1993 годах от-

мечен сток с расходами в 234 и 59,3м<sup>3</sup>/с. Следовательно, в среднем в год за период 1992-2005 годов через створ прошло 20 м<sup>3</sup> /с и можно считать это стоком речных вод из Каракалпакстана в Аральское море.

При анализе изменения водного режима р.Амударьи во времени и по длине реки рассмотрены следующие характеристики: а) изменение среднемесячных расходов воды за различные периоды лет: 1997-2000 гг.; 2001-2005 гг.; 2006-2012 гг.; 2013-2019 гг.; б) зависимость осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды; в) зависимость среднемесячных расходов воды нижних створов от среднемесячных расходов воды верхних створов.

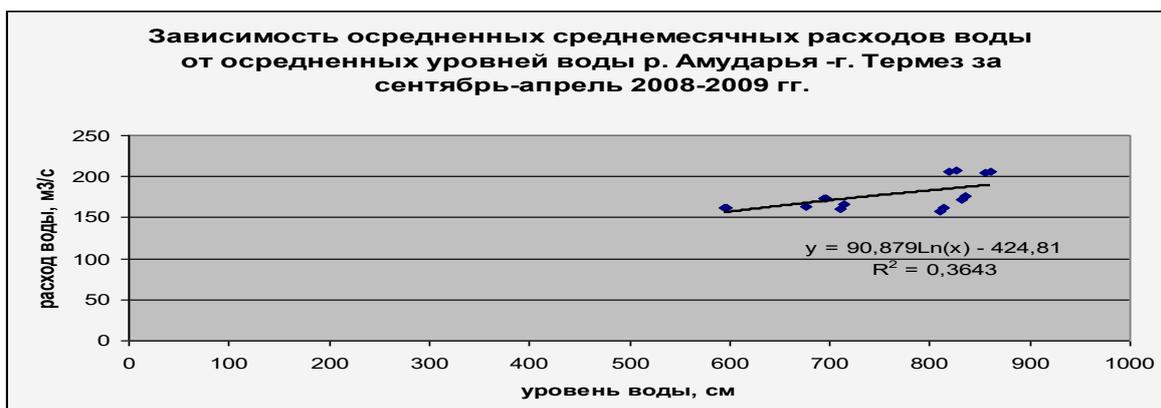
Внутригодовые изменения расходов воды за указанные периоды лет для створов Атамурат (г. Керки), теснина Тюямуюн, Дарганата, Саманбай (г. Нукус), Кипчак и Кызылджар приведены на рис. 3.7. Из графиков видно, что несмотря на некоторые отклонения водность р.Амударьи в 1913-1917 гг.,

1997-2000 гг. была выше, чем в более поздние периоды.



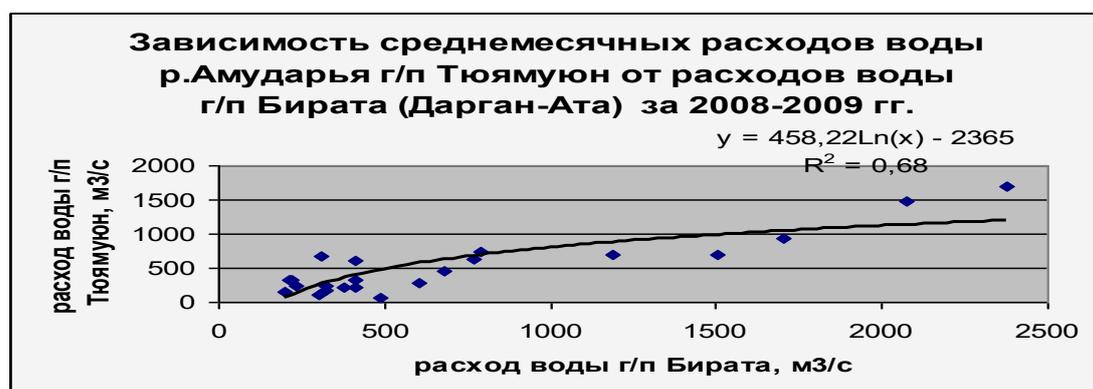
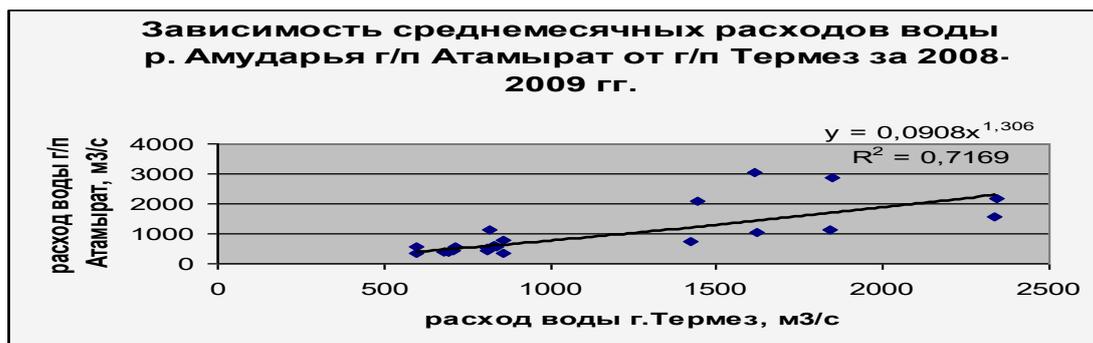
**Рисунок 3.1.5 Расходы воды реки Амударья за различные периоды лет в различных створах**

Зависимости осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды приведены на рис. 3.1.5. На всех приведенных случаях зависимости получились довольно тесные, коэффициент корреляции равен 0,90-0,97. Пользуясь этими зависимостями можно определить расходы воды на рассматриваемых створах при известных величинах уровней воды.



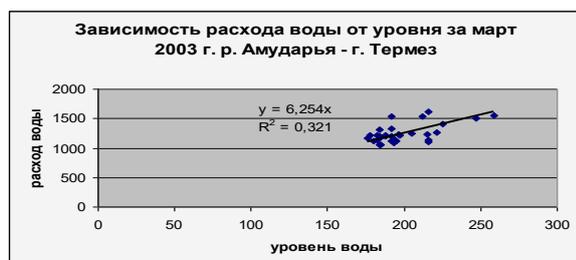
**Рисунок 3.1.6. Зависимости расходов воды от уровня р.Амударьи**

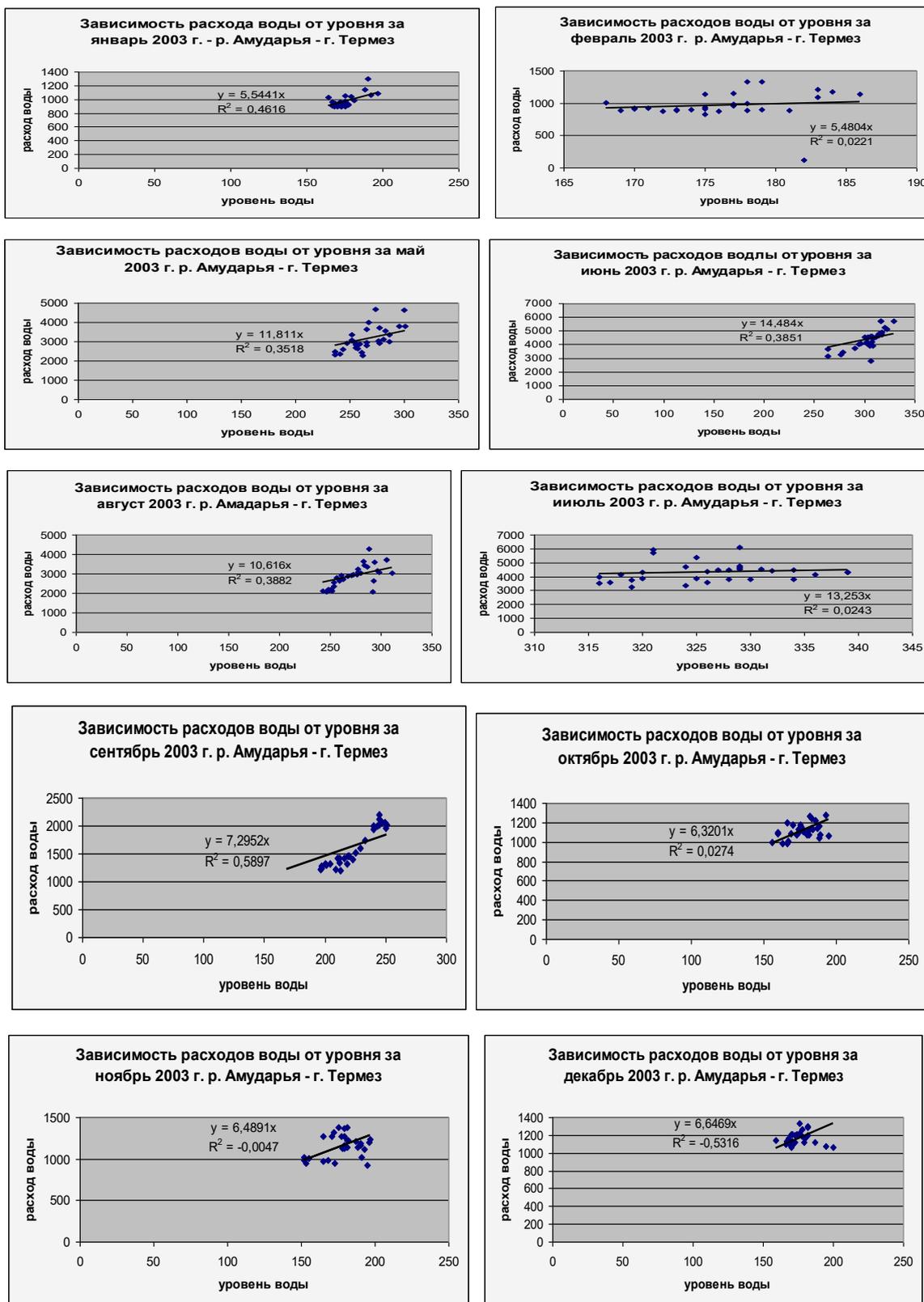
Пример зависимости среднемесячных расходов воды нижних створов от среднемесячных расходов воды верхних створов на примере створов Термез, Атамырат, приведены на рис. 3.1.6. Они получились довольно тесные, так как величина коэффициента корреляции равна 0,68-0,95.



**Рисунок 3.1.7 Пример зависимости расходов воды между створами р.Амударьи**

По створам р. Амударьи был проведен анализ зависимости расхода воды от уровня за различные месяцы, на рис. 3.1.7 приведен пример анализа расходов воды в створе Термез.





**Рисунок 3.1.8. Анализа зависимости расходов воды от уровня в створе Термез**

Фактическая водность р. Амударья в створе г/п Атамырат условный (выше водозабора в Гарагумдарью) составила 11,19 куб.

км, что на 19,7 % ниже ожидаемого (планируемого) объема БВО «Амударья».

В сложившейся водохозяйственной ситуации установленный лимит водозабора в бассейне реки Амударья был использован на 93,9 %, а суммарный водозабор составил 14,74 куб. км воды, в том числе ниже г/п Атамырат (начиная с водозабора в Гарагумдарью) - 12,13 куб. км.

### **Изменение минерализации и химического состава воды р.Амударьи перед Хорезмским оазисом и ниже орошаемой зоны Республики Каракалпакстан.**

Были проанализированы математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для створов г. Термез, теснина Тюямуюн, г. Кипчак, г. Нукус (кишл. Саманбай) к. Кзылджар (рис. 3.1.9, 3.1.10.).

В верховьях реки р. Амударьи у створа г. Термез среди анионов преобладает сульфатный ион, на втором месте - гидрокарбонатный ион, на третьем месте - содержание хлоридного иона. При этом, например, с ростом минерализации от 0,47 г/л до 1,1 г/л содержание сульфатного иона возрастает от 0,10 до 0,32 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,82.

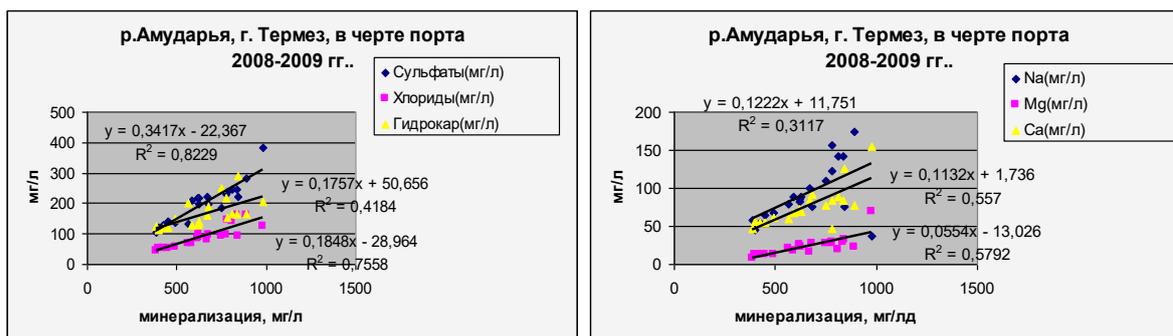
Среди катионов преобладает натрий, на втором месте - содержание иона кальция, на третьем – иона магния. При этом, с ростом минерализации от 0,47 до 1,1 г/л содержание иона магния возрастает от 0,18 до 0,48 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,58.

В низовьях реки у створа г.Нукус (кишл. Саманбай) среди анионов также преобладает сульфатный ион, на втором месте - хлоридный ион, на третьем месте - гидрокарбонатный ион.

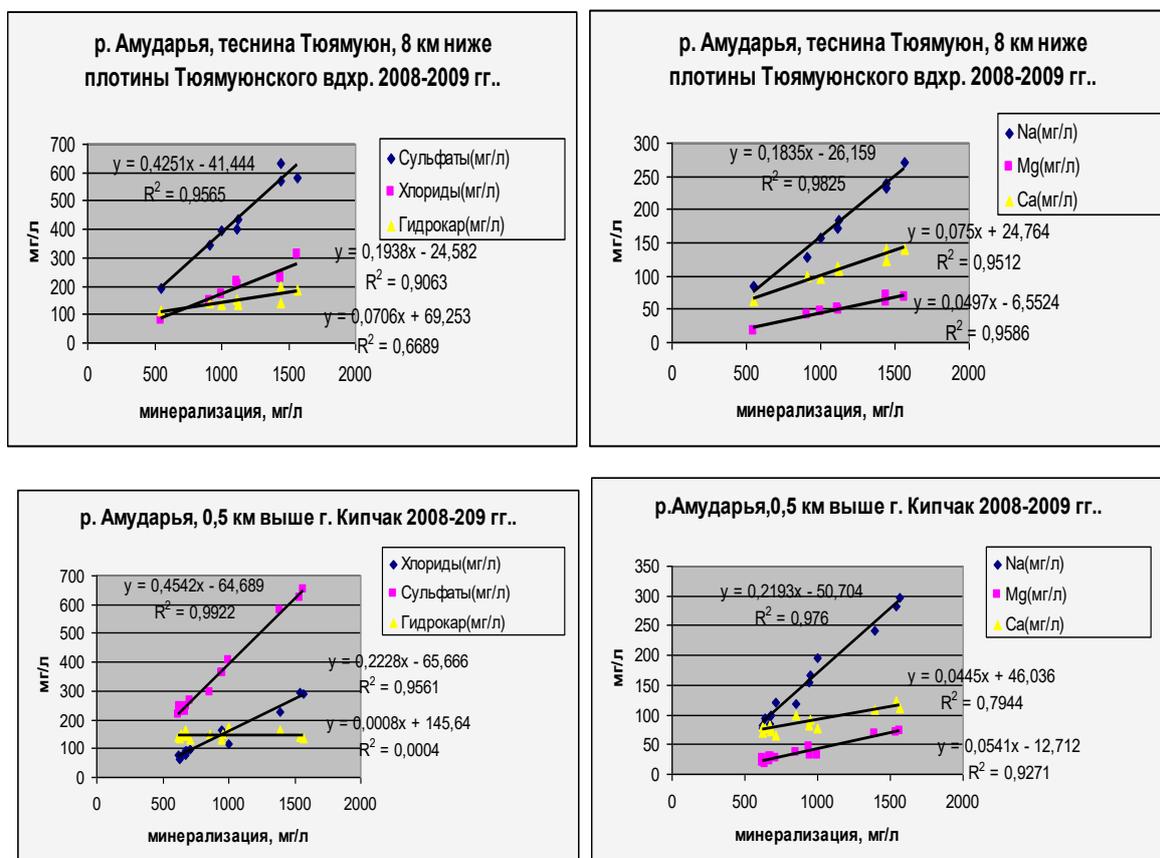
При этом, например, с ростом минерализации от 0,96 г/л до 3,3 г/л содержание сульфатного иона возрастает от 0,21г/л до 1,20 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,95. Среди катионов преобладает натрий, на втором месте - содержание иона кальция, на третьем – иона магния. При этом, например, с ростом минерализации от 0,96 г/л до 3,3 г/л содержание натрия возрастает от

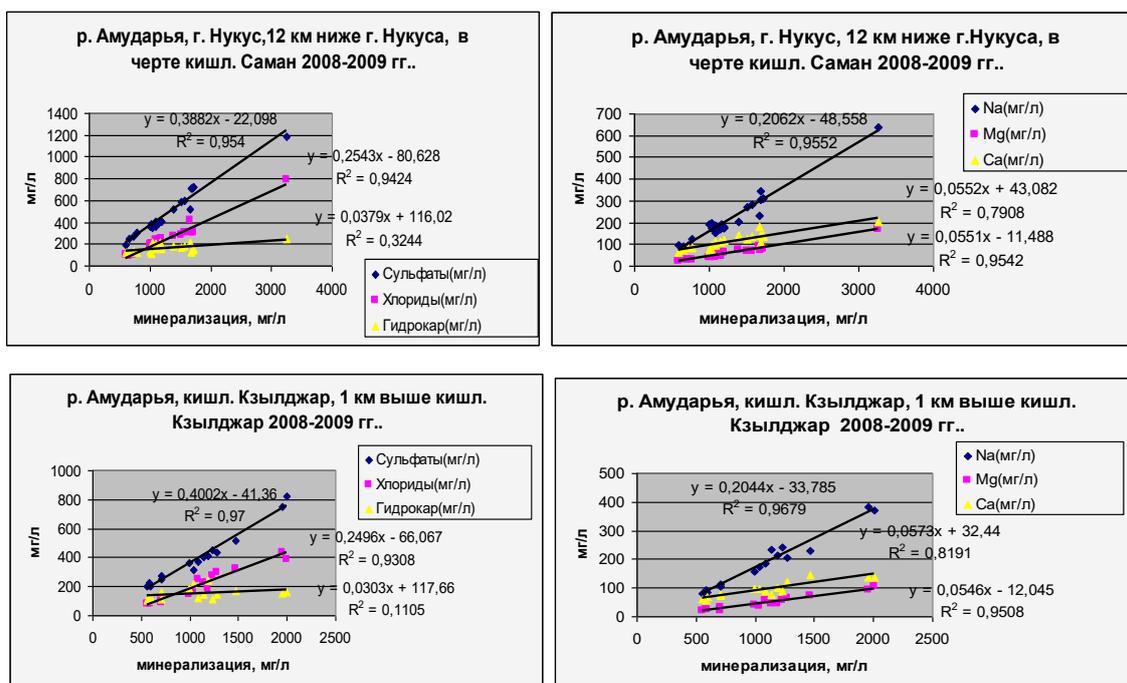
0,10 г/л до 0,63 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,96.

Таким образом видно, что при движении речной воды от верховий к низовьям преобладающий химический состав изменяется с гидрокарбонатно-сульфатного- кальциево – натриевого (ГС-КН) на хлоридно- сульфатный - магниевое – кальциево –натриевый (ХС-МКН).



**Рисунок 3.1.9. Графики зависимости содержания главных ионов (Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>) от величины минерализации р.Амударья – створ г.Термез**





**Рисунок 3.1.10. Графики зависимости содержания главных ионов (Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>) от величины минерализации на различных створах р. Амударьи.**

В данной реке у створа Саманбай минерализация воды с 1931-1940гг. к 2001-2011гг. увеличилась с 0,51 до 1,23 г/л, а химический состав воды изменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного – натриево-кальциевого (ГХС-НК) на сульфатно-хлоридный – магниево-кальциево-натриевый (СХ-МКН).

Интенсивный рост безвозвратного водопотребления на орошение и развитие земледелия на территории Центральной Азии, а также ряд острозасушливых лет привели к постоянному уменьшению притока речных вод в Аральское море, вплоть до полного прекращения стока в отдельные годы. В результате чего, начиная с 1960 г. до нынешнего времени уровень Арала упал на 20 м, объем и площадь моря сократились более чем в 3 раза, а соленость морской воды достигла 85-87 г/л. Началось опустынивание Приаралья, включая плодородные дельты Амударьи и Сырдарьи.

Интенсивное развитие сельского хозяйства в республиках Центральной Азии привело к необходимости увеличения водообеспеченности этих районов. Однако, как будет показано ниже, сток р. Амударьи в настоящее время полностью используется на орошение. В период 1991-2006 гг. нехватка оросительной воды для полива хлопчатника, риса и других сельскохозяйственных культур в

результате часто повторяющегося маловодья создает очень напряженную обстановку в условиях автономной республики.

Острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельтовой части Амударьи, в особенности территории северных районов республики. Отсутствие воды в осенний и вегетационный период приводит к невыполнению плана посева сельскохозяйственных культур, а также к значительному снижению урожая.

Учитывая вышесказанное, в период 1991-2006 гг. значительно возросла роль коллекторно-дренажных вод данного региона при решении существующих водохозяйственных проблем.

Гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что передвижения вниз по реке минерализация воды повышается, что негативно влияет на засоление почв. Подобные пробы проводились ежегодно по сезонам года в «приморских водоемах» Южного Приаралья.

В Амударьинской воде преобладают ионы  $\text{Cl}$  и  $\text{SO}_4$ , далее располагаются  $\text{Na}+\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{HCO}_3$ . При высокой минерализации воды наблюдается незначительное преобладание содержания  $\text{SO}_4$  над  $\text{Cl}$ . С ростом общей минерализации воды содержание таких основных ионов, как  $\text{Cl}$  и  $\text{SO}_4$  растет, а темпы роста ионов  $\text{Ca}$ ,  $\text{Na}+\text{K}$  и  $\text{Mg}$  ослабевают. Анализ результатов многолетних наблюдений показывает общий непрерывный рост амударьинской воды, что происходит вследствие больших водозаборов и снижения общей водоносности самой реки, и главным образом из-за сброса большого количества коллекторных вод почти по всей длине реки.

**Химический состав водоемов.** В водоемах Сарбаз и Междуречья, Муйнакском заливе также преобладают ионы  $\text{SO}_4$  и  $\text{Cl}$ , затем в следующей последовательности располагаются ионы  $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{HCO}_3$  и  $\text{K}$ . Минерализация воды в рассматриваемый нами период в Сарбазком заливе весной составила 8,6 г/л, выше ПДК в 7,6 раз, летом 2,06 г/л, осенью 1,23 г/л. В Муйнакском заливе весной – 16,15 г/л, что выше ПДК в 15,1 раз, летом 3,12 г/л, выше ПДК в 2,12 раз, осенью 1,3 г/л, в оз. Шегекуль в летний период – 730 мг/л, осенью – 683 мг/л. Жесткость воды, сумма ионов ( $\text{Ca}+\text{Mg}$ ) является одним из основных показателей химического состава воды, в рассматриваемых

нами водоемах и водотоках, а точнее в канале Кипчакдарья в исследуемый период она составила 8,5 – 19 мг экв/л (выше ПДК в 1,2 – 2,71 раза), причем в летний период она снижается, а к осени и весной повышается, в Междуречье - 5,9 – 7,2 мг экв/л, летом ниже, осенью больше, в Муйнакском заливе от 13,4 до 160 мг экв/л (выше ПДК в 1,91-22,85 раза), в весенний паводок больше 160 мг экв/л, летом 24 мг экв/л. В Сарбаском заливе 12,8 – 78 мг экв/л (выше в 1,82 -11,14 раз), осенью–12,8, летом-18,25, весной -78мг экв/л. В реке Амударье ее величина составляет 15,6 мг экв/л, (выше ПДК в 2,2 раз). Были изучены биоорганические компоненты в водоемах распределение которых неравномерно, что объясняется гидрологическими условиями, различием количества поступающих органических веществ на всем протяжении реки Амударьи. Для автотрофных растений важнейшим фактором становится наличие в воде так называемых биогенов–соединений фосфора, азота, кремния и ряда других элементов, используемых для построения тела.

Содержание биогенных элементов в исследуемых объектах неоднородно, а также специфично для отдельных слоев воды в течении годового цикла. В амударьинской воде концентрация аммонийного азота ( $\text{NH}_4$ ) составила 0,04 мг/л, нитратного азота ( $\text{NO}_3$ )–1,41 мг/л, нитритного азота ( $\text{NO}_2$ ) – 0,010 мг/л, неорганического фосфора в форме ( $\text{PO}_4$ )–0,002 мг/л. В озере Шегекуль содержание минерального азота  $\text{NH}_4$  в летний и осенний периоды составляло от 0,01-0,04мг/л, нитратного азота  $\text{NO}_3$ -2,31-3,0 мг/л, нитритного азота  $\text{NO}_2$ –0,002-0,003мг/л, содержание растворенного неорганического фосфора в виде  $\text{PO}_4$ –0,01-0,062 мг/л, в Сарбазском заливе содержание аммонийного азота составило весной- 0,02 мг/л, летом–0,06 мг/л, осенью – 0,09 мг/л, нитратного– весной–0,27 мг/л, летом и осенью–2,89 мг/л, нитритного весной 0,012 мг/л, летом и осенью–0,002 мг/л.

В Муйнакском заливе распределение аммонийного азота мозаично и его концентрация составляет весной и летом 0,03–0,07 мг/л, осенью 0,11–0,18 мг/л, нитратного азота весной–0,35 мг/л, летом его оказалось больше–6,32 мг/л, осенью его коцентрация составляла от 5,54–10,3 мг/л, содержание нитритов весной–0,013 мг/л, летом и

осенью—0,002 мг/л, фосфатов—весной и летом—0,04 мг/л, осенью—0,058 – 0,072 мг/л.

В рассматриваемых нами водоемах концентрация аммонийного азота не превышает ПДК, за исключением Муйнакского залива, где величина его превышает предельно допустимую в 0,03 раза. Концентрация нитратного азота ( $\text{NO}_3$ ) в реке Амударье выше ПДК в 1,62-2,82 раз, в Кипчакдарье в 9,3 раз, в Сарбазком заливе в 5,78 раз, в Муйнакском заливе в 20,6 раз, в озере Шегекуль в 4,62-6 раз. Концентрации растворимых фосфатов ( $\text{PO}_4$ ) обнаруживались в незначительных количествах и не превышают ПДК во всех исследуемых водоемах, однако величина их изменчива в годовом цикле и зависит от стока реки и внутри водоемных процессов, где фосфор постоянно находится в круговороте, который постоянно меняется в результате жизнедеятельности организмов.

При неустойчивом гидрологическом режиме и избыточном поступлении биогенных элементов, часто формируются неустойчивый кислородный режим. Содержание растворенного в воде кислорода в реке Амударье в период исследований составляло 11,49–12,80 мг  $\text{O}_2$ /л, 103-117% насыщения, в Кипчакдарье 10–11,0 мг  $\text{O}_2$ /л, или 122-121% насыщения, в Сарбазком заливе 9,6–10,10 мг  $\text{O}_2$ /л или 114–111% насыщения, в Муйнакском заливе—7,3 –9,7мг  $\text{O}_2$ /л или 77,9–108,3% насыщения, в озере Шегекуль его концентрация составляла 10,2–10,9 мг  $\text{O}_2$ /л или 126–121,1% насыщения.

В последние годы химический состав воды реки Амударьи определяется на пяти створах: Термез, теснина Туямуюн ниже плотины, 0,5 км выше г.Кипчак, г. Нукус в черте кишл. Саманбай, 1 км выше кишл. Кызылжар (табл. 3.1.3). Из нее видно, что минерализация воды в реке Амударья 2018г. У г. Термез была равна 0,96 г/л, к теснине Туямуюн она повысилась 1,02 г/л, к г. Кипчак она возросла до 1,05 г/л, у кишлака Саманбай она увеличилась до 1,07 г/л и кишлака Кызылжар она возросла до 1,3 г/л.

Таблица 3.1.3.

Характеристика загрязнения поверхностных вод по постам за 2017-2018 гг.  
(данные Узгидромета)

Водный объект (пункт, категория, створ)	Преобладающие загрязняющие вещества(показатели загрязнения)	2017 год			2018 год
		средняя концент.	максим. концент.	средняя концент.	максим. концент.
1	2	4	5	7	8
р.Амударья, г.Термез в черте порта	Взвешенные в-ва, мг/л	587,1	1 605,0	283,8	1 220,0
	кислород, мгО <sub>2</sub> /л	10,04	6,72	9,25	7,61
	Минерализация, мг/л	632,0	975,4	961,5	1 918,0
	ХПК, мгО/л	10,57	13,50	9,58	13,40
	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	2,42	5,41	1,26	2,90
	Азот аммонийный, мг/л	0,02	0,13	0,07	0,37
	Азот нитритный, мг/л	0,008	0,022	0,007	0,039
	Азот нитратный, мг/л	0,84	2,16	0,47	1,49
	Железо, мг/л	0,01	0,03	0,00	0,03
	Медь, мкг/л	2,0	4,3	2,1	4,4
	Цинк, мкг/л	5,5	16,8	7,1	17,2
	Хром VI, мкг/л	0,3	1,4	0,4	1,3
	Мышьяк, мкг/л	0	0	0	0
	Фенолы, мг/л	0,001	0,003	0,003	0,006
	Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,20	0,02	0,22
	СПАВ, мг/л	0	0	0	0
Фтор, мг/л	0,37	0,77	0,41	0,66	
ДДТ, мкг/л	0	0	0	0	
Альфа-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0	
Гамма-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0	
р.Амударья, теснина Тюямуюн	Взвешенные в-ва, мг/л	68,8	120,0	459,3	1 260,0
	кислород, мгО <sub>2</sub> /л	11,35	10,56	10,22	8,43

ниже плотины	Минерализация, мг/л	804,2	1 033,5	1 024,3	1 737,0
	ХПК, мгО/л	14,68	17,50	15,53	20,10
	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	1,79	2,34	1,49	1,79
	Азот аммонийный, мг/л	0,01	0,02	0,12	0,37
	Азот нитритный, мг/л	0,002	0,004	0,011	0,040
	Азот нитратный, мг/л	0,20	0,28	0,28	0,64
	Железо, мг/л	0	0	0,01	0,02
	Медь, мкг/л	1,3	2,00	1,6	2,0
	Цинк, мкг/л	3,4	7,70	6,1	10,1
	Хром VI, мкг/л	0,03	0,10	0	0
	Мышьяк, мкг/л	0,00	0,00	0	0
	Фенолы, мг/л	0,004	0,006	0,007	0,010
	Нефтепродукты, мг/л	0,01	0,03	0,03	0,10
	СПАВ, мг/л	0	0	0	0
	Фтор, мг/л	0,42	0,53	0,50	0,59
	ДДТ, мкг/л	0	0	0	0
	Альфа-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0
	Гамма-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0
р.Амударья, г.Кипчак	Взвешенные в-ва, мг/л	740,0	1 953,0	169,3	202,0
0,5 км выше г. Кипчак	кислород, мгО <sub>2</sub> /л	10,23	8,87	10,05	7,57
	Минерализация, мг/л	937,1	1 367,0	1 051,7	1 621,0
1	2	4	5	7	8
	ХПК, мгО/л	10,89	12,80	14,55	22,60
	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	2,63	6,73	1,47	2,18
	Азот аммонийный, мг/л	0,00	0,01	0,02	0,05
	Азот нитритный, мг/л	0,002	0,006	0,003	0,015
	Азот нитратный, мг/л	0,78	1,61	0,32	0,71
	Железо, мг/л	0,00	0,01	0,00	0,01
	Медь, мкг/л	1,0	2,3	1,3	3,0
	Цинк, мкг/л	4,4	6,7	8,1	13,5

	Хром VI, мкг/л	0,03	0,10	0,17	1,00
	Мышьяк, мкг/л	0,00	0,00	0,00	0,00
	Фенолы, мг/л	0,001	0,005	0,003	0,007
	Нефтепродукты, мг/л	0	0	0,01	0,05
	СПАВ, мг/л	0	0	0	0
	Фтор, мг/л	0,36	0,49	0,51	0,66
	ДДТ, мкг/л	0	0	0	0
	Альфа-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0
	Гамма-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0
р.Амударья, г.Нукус	Взвешенные в-ва, мг/л	330,5	1 690,0	41,9	126,0
в черте кишл. Саманбай	кислород, мгО <sub>2</sub> /л	9,35	6,41	9,98	7,54
	Минерализация, мг/л	986,7	1 478,6	1 069,8	1 420,0
	ХПК, мг О/л	13,22	18,40	16,29	20,80
	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	2,43	6,58	1,56	2,31
	Азот аммонийный, мг/л	0,01	0,03	0,01	0,05
	Азот нитритный, мг/л	0,007	0,034	0,003	0,024
	Азот нитратный, мг/л	0,51	1,58	0,18	0,53
	Железо, мг/л	0,01	0,04	0,01	0,04
	Медь, мкг/л	1,5	4,9	1,9	3,5
	Цинк, мкг/л	5,7	13,7	11,2	16,6
	Хром VI, мкг/л	0,16	1,70	0,41	1,50
	Мышьяк, мкг/л	0	0	0	0
	Фенолы, мг/л	0,001	0,005	0,004	0,008
	Нефтепродукты, мг/л	0,0	0,05	0,04	0,20
	СПАВ, мг/л	0	0	0	0
	Фтор, мг/л	0,42	0,54	0,47	0,63
	ДДТ, мкг/л	0	0	0	0
	Альфа-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0
	Гамма-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0
р.Амударья,	Взвешенные в-ва, мг/л	487,7	2 196,0	7,6	18,0

кишл.Кзылджар	кислород, мгО <sub>2</sub> /л	8,64	6,96	10,35	7,98
1 км выше	Минерализация, мг/л	1 050,1	1 848,6	1 297,6	1 722,0
кишл.Кзылджар	ХПК, мг О/л	12,23	15,50	16,55	19,50
	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	1,61	4,89	1,52	2,49
	Азот аммонийный, мг/л	0,01	0,03	0,01	0,03
	Азот нитритный, мг/л	0,002	0,006	0,013	0,104
	Азот нитратный, мг/л	0,55	1,36	0,15	0,29
	Железо, мг/л	0,01	0,01	0,01	0,05
	Медь, мкг/л	1,3	3,7	1,9	3,1
	Цинк, мкг/л	5,5	8,3	14,2	22,7
	Хром VI, мкг/л	0,1	0,3	0,5	1,4
1	2	4	5	7	8
	Мышьяк, мкг/л	0	0	0	0
	Фенолы, мг/л	0,001	0,002	0,002	0,01
	Нефтепродукты, мг/л	0	0,02	0,01	0,06
	СПАВ, мг/л	0	0	0	0
	Фтор, мг/л	0,42	0,60	0,47	0,58
	ДДТ, мкг/л	0	0	0	0
	Альфа-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0,01
	Гамма-ГХЦГ, мкг/л	0	0	0	0

### 3.2. Гидрологический режим крупных каналов

Для изучения гидрологического режима были выбраны системы трех каналов Кызкеткен, Суенли и Пахтаарна – Найманской системы каналов, а также в целом по Республике Каракалпакстан:

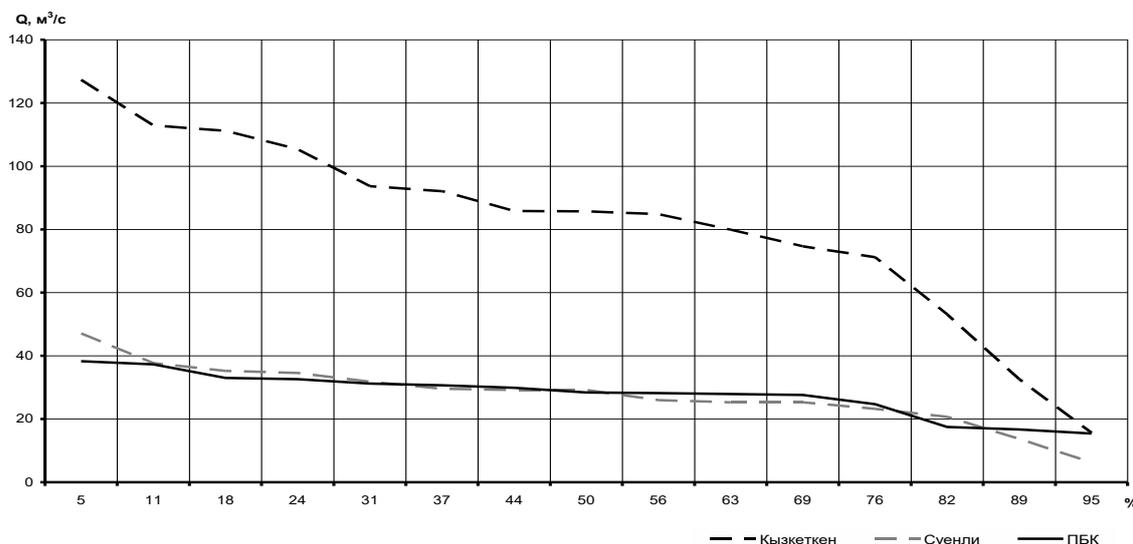
1. канал Кызкеткен обслуживающий который территорию Нукусский, Кегейлийский, Чимбайский, Караузьякский (частично) и Тахтакупырские районы.

2. канал Суенли обслуживающий который территорию Ходжейлийский, Шуманайский, Канлыкульский, Кунградский и Муйнакские районы.

3. система канала Пахтаарна – Найман обслуживающий территорию Туткульский, Берунийский и Элликалинские районы.

Имея данные многолетних статистических материалов за период 2001 – 2015 гг. для каждой системы каналов Кызкеткен, Суенли и Пахтаарна-Найман были составлены кривые обеспеченности 5, 50 и 95% расхода воды и были установлены следующие годы по степени водообеспеченности: 2010 год – многоводный; 2009 год – средней обеспеченности и 2008 год маловодный.

Далее на рис. 3.2.1 приведены график изменения расходов воды по каналам в годы различной водообеспеченности.



**Рисунок 3.2.1. Кривая обеспеченности водозабора по каналам Кызкеткен, Суенли и ПБК за период 2001 – 2015 гг.**

В период вегетации, когда идет максимальный водозабор из реки на орошение минерализация коллекторных вод в значительной

степени снижается. Второй подъем минерализации коллекторных вод соответствует периоду проведения промывных поливов. Опресняющее действие промывки засоленных земель соответствует ноябрю и декабрю месяцам.

### **3.3. Гидрологический и гидрохимический режим магистральных коллекторов**

Острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельтовой части Амударьи, особенно территории северных районов республики. Выше изложенные факты указывают на необходимость рационального и эффективного использования имеющихся водных ресурсов и вынуждают изыскивать дополнительные источники воды, пригодные для орошения.

В этом плане большой практический интерес вызывают коллекторно-дренажные воды республики, вытекающие по крупным коллекторам из орошаемой зоны, и бесполезно накапливающиеся в различных пустынных понижениях и озерах. Суммарный объем этих вод в последние годы достиг 1,99-2,24 км<sup>3</sup>, часть этих вод, с учетом разработанных технологий, можно повторно использовать в сельском хозяйстве.

Во многих районах формирование водно-солевого режима коллекторных вод зависит от технического состояния коллекторно-дренажных вод. На большей части орошаемой территории в связи с некачественным проведением ремонтно-восстановительных работ образовались застойные зоны грунтовых вод, что уменьшает объем возвратных вод и соответственно способствует увеличению их минерализации.

Если несколько десятков лет назад в речных бассейнах текли только речные воды, то в настоящее время в пределах орошаемой зоны бассейнов формируются и коллекторно-дренажные воды. Величина этих вод довольно значительна так, только в пределах Узбекистана их суммарный объем за год составляет около 20-22 км<sup>3</sup>, а по бассейну Аральского моря -30 -31 км<sup>3</sup>.

Из общего стока коллекторно-дренажных вод (КДВ) в реки отводится от 46 до 51%, из них на орошение используется около 3%, в основном, в Самаркандской, Ташкентской, Сырдарьинской, Андижанской, Наманганской, Джизакской, Ферганской и Навоийской

областях. Остальная часть дренажных вод, примерно 50%, отводится за пределы области – в естественные понижения. Наибольшие объемы КДВ регистрируются в Республике Каракалпакстан, Ферганской долине, Хорезмской, Сырдарьинской и Бухарской областях.

В целом о качестве КДВ судить трудно, так как систематические наблюдения по ним ведутся только выборочно и, в основном, по минерализации. Определение загрязнения по другим ингредиентам практически не ведутся. Но химизация сельскохозяйственного производства, наличие фактов сброса в коллектора, сточных вод и т.п. свидетельствуют о том, что дренажные воды загрязнены остаточными количествами пестицидов, минеральными удобрениями и другими загрязняющими веществами.

### **Современный химический состав коллекторно-дренажных вод**

О химическом составе коллекторно-дренажных вод в магистральных каналах судили по данным Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (ККГМЭ) (табл. 3.3.1.).

В коллекторе КС-1 минерализация воды изменялась в пределах 3,89-4,86 г/л, в коллекторе КС-3 от 4,03 до 6,22 г/л, в КС-4 от 2,28 до 3,27 г/л; в Кунградском коллекторном сбросе (ККС) от 2,93 до 3,85 г/л; в Главном левобережном коллекторе (ГЛК) от 3,5 до 4,3 г/л; в Правой ветке ККС от 2,70 до 4,94 г/л и в Устюртском коллекторе от 2,27 до 2,82 г/л. Преобладающий химический состав воды в коллекторах хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН).

### **Гидрохимическое районирование коллекторно-дренажных вод**

В последние годы гидрохимическое состояние водных ресурсов Республики Узбекистан, отражено на различных картах «Экологического атласа Узбекистана» (НУУ, 2007) и на картах «Охрана окружающей среды Узбекистана» (UNDP, Госкомприроды РУз, 2008). Так, например, в первом атласе имеются следующие карты: «Гидрохимическая карта основных месторождений грунтовых вод» (А.А.Мавлонов, В.М.Дубинский, М.А.Лебедева), «Гидроэкологическая карта Узбекистана» (С.Р.Саидова, Э.Ю.Сафаров, Н.Р.Якубова), «Геоэкологическая карта» (на основе

пластики рельефа) (И.Н.Степанов, Н.И.Сабитова, А.А.Рафиков, У.К.Абдуназаров).

Во втором атласе, авторами которого являются специалисты многих организации также приведены несколько карт гидроэкологического направления: «Качество питьевой воды», «Индекс загрязнения поверхностных вод и минерализация подземных вод (по всем областям РУз), «Качество поверхностных вод», «Гидрохимический режим рек».

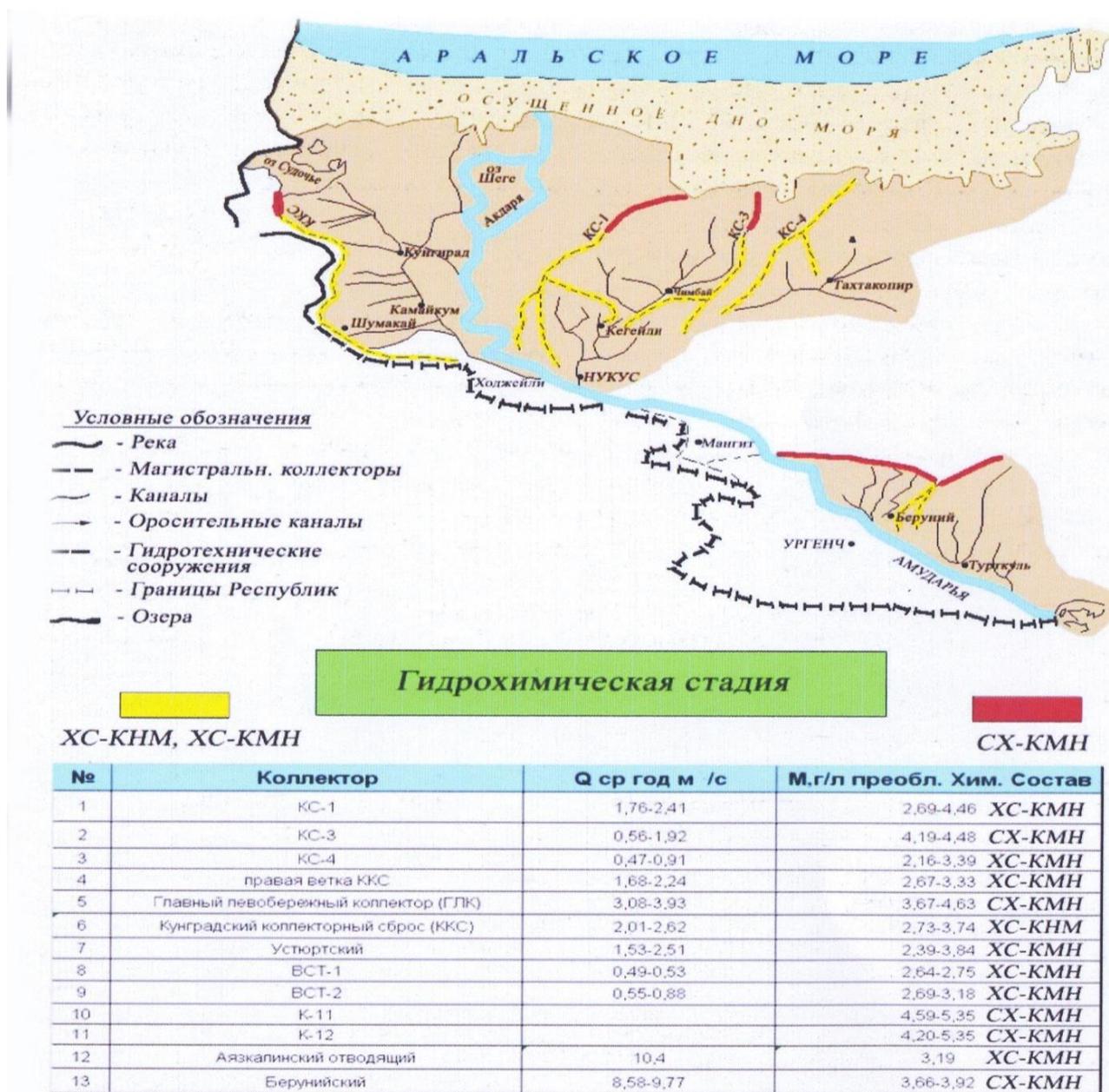
Однако в этих атласах практически не освещено качество коллекторно-дренажных вод, в том числе и на территории Республики Каракалпакстан. В связи с этим нами была составлена карта «Гидрохимическое районирование коллекторно-дренажных вод Республика Каракалпакстан».

За основу районирования был взят бассейновый метод согласно которому вся орошаемая территория Республика Каракалпакстан была разбита на различные районы, представленные дренирующей системой того или иного крупного магистрального коллектора, характеризующие его бассейны.

Были выделены следующие бассейны коллекторов: 1) КС-1; 2) КС-3; 3) КС-4; 4) Кунградский коллекторный сброс (ККС), включающий в себя Главный левобережный коллектор (ГЛК) и Правую ветку ККС, 5) Устюртский, 6) Кызылкумский, 7) Берунийский, ГЮКК 8) Восточный, 9) Аязкаллинский отводящий, 10) Правомангитский, 11) Темп-Джилъванский, 12) КС-5.

На карте приведены данные о среднегодовых расходах воды, величине минерализации и преобладающем химическом составе.

Данную карту можно использовать в практических целях, при оценке ирригационного качества коллекторно-дренажных вод в том или ином выделенном бассейне.



**Рисунок 3.3.1** Гидрохимическое районирование коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан

Таблица 3.3.1

## Химический состав воды магистральных коллекторов Республики Каракалпакстан в 2019 г.

Дата отбора пробы	Форма выражения анализа	Содержание главных ионов						Минерализация, в г/л
		НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Сl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Коллектор КС-1								
январь	г/л мг-экв	0,421	1,155	1,414	0,253	0,032	1,234	4,865
февраль	г/л мг-экв	0,391 6,636	1,105 32,105	1,370 28,535	0,273 13,639	0,200 16,440	0,856 37,197	4,491
март	г/л мг-экв	0,404 6,636	0,825 23,265	1,292 26,924	0,280 13,977	0,148 12,166	0,706 30,682	3,891
2. Коллектор КС-3								
январь	г/л мг-экв	0,468 7,403	1,534 43,273	2,008 41,833	0,333 16,633	0,316 25,975	1,154 50,168	6,221
февраль	г/л мг-экв	0,405 7,403	0,858 24,008	1,709 35,611	0,260 12,974	0,148 12,165	0,963 41,882	4,584
март	г/л мг-экв	0,390 6,403	0,858 24,196	1,330 27,701	0,200 9,980	0,088 7,234	0,945 41,086	4,028
3. Коллектор КС-4								
январь	г/л мг-экв	0,381 6,303	0,742 20,938	0,999 20,819	0,200 9,980	0,096 7,891	0,694 30,189	3,272
февраль	г/л мг-экв	0,366 6,036	0,610 17,216	0,886 18,458	0,227 11,311	0,128 10,528	0,457 19,871	2,985
март	г/л мг-экв	0,378 6,202	0,396 11,167	0,784 16,333	0,220 10,976	0,120 9,864	0,296 12,862	2,280

4. Кунградский коллекторный сброс (ККС)								
январь	Г/Л	0,270	0,594	0,720	0,267	0,100	0,337	2,932
	МГ-ЭКВ	4,435	16,751	15,000	13,307	8,220	14,659	
февраль	Г/Л	0,411	0,759	1,217	0,213	0,032	0,940	3,849
	МГ-ЭКВ	6,736	21,404	25,354	9,980	2,630	40,884	
март	Г/Л	0,372	0,718	1,314	0,270	0,228	0,565	3,676
	МГ-ЭКВ	6,153	15,380	27,375	13,473	10,850	24,585	
5. Главный Левобережный коллектор (ГЛК)								
январь	Г/Л	0,301	0,676	1,283	0,227	0,096	0,726	3,493
	МГ-ЭКВ	4,935	19,077	26,736	11,311	7,891	31,546	
февраль	Г/Л	0,417	0,841	1,460	0,213	0,032	1,097	4,315
	МГ-ЭКВ	6,836	23,730	30,424	10,645	2,630	47,714	
март	Г/Л	0,366	0,743	1,149	0,220	0,132	0,668	3,514
	МГ-ЭКВ	6,003	20,939	23,927	10,978	10,850	29,040	
6. Правая ветка ККС								
январь	Г/Л	0,242	0,544	0,972	0,247	0,112	0,416	2,705
	МГ-ЭКВ	3,968	15,355	20,257	12,309	9,206	18,065	
февраль	Г/Л	0,461	0,990	1,672	0,287	0,124	1,054	4,943
	МГ-ЭКВ	7,570	27,918	34,826	14,305	10,193	45,817	
март	Г/Л	0,400	1,114	1,558	0,260	0,198	0,947	4,740
	МГ-ЭКВ	6,553	31,408	32,448	12,974	16,276	41,159	
7. Устюртский								
Январь	Г/Л	0,366	0,478	0,981	0,207	0,072	0,545	2,821
	МГ-ЭКВ	6,002	13,494	20,444	10,313	5,918	23,710	
февраль	Г/Л	0,345	0,421	0,942	0,220	0,150	0,328	2,548
	МГ-ЭКВ	5,652	11,865	19,625	10,978	12,330	13,834	
март	Г/Л	0,305	0,396	0,607	0,260	0,368	0,213	2,272
	МГ-ЭКВ	5,002	11,167	12,639	12,974	6,576	9,258	

### **3.3.1 Характер формирования гидроэкологического и гидрохимического режимов коллекторов за различные по водности годы**

Многие факторы как величина дренажного стока и изменение минерализации дренажного стока, положение уровня грунтовых вод, засоление почв и урожайность сельскохозяйственных культур зависит от водообеспеченности территории.

В многоводные годы, как правило, одновременно с увеличением водозабора в целом по системе или по Республике Каракалпакстан возрастает абсолютная величина дренажного стока (рис.3.3.1.1). Максимальная величина дренажного стока соответствует максимальному водозабору, эти величины наблюдаются в мае и в сентябре. В маловодные годы значение дренажного стока сокращается, и в отдельные годы равняются нулю. В годы средней водообеспеченности этот показатель приобретает промежуточный характер, при этом максимальные величины также приходятся на май – сентябрь. Таким образом на данных графиках было показано, что изменение минерализации коллекторных вод также целиком и полностью зависит от водообеспеченности года.

Формирование дренажного стока на орошаемых землях зависит от многих факторов, а именно:

1. от размера водозабора (брутто и нетто);
2. потерь воды, т.е. от значений КПД оросительной системы;
3. от технического состояния коллекторов и дрен;
4. от значения КЗИ;
5. от вида высеваемых культур;
6. от механического состава почвогрунтов.

Расчет формирования дренажного стока производился на примере крупных коллекторов КС-1, КС-3, КС-4, ККС и ГЮКК.

В период вегетации, когда идет максимальный водозабор из реки на орошение минерализация коллекторных вод в значительной степени снижается. Второй подъем минерализации коллекторных вод соответствует периоду проведения промывных поливов. Опресняющее действие промывки засоленных земель соответствует ноябрю и декабрю месяцам.

**Характер формирования расходов и минерализации коллекторов в многоводные годы.** *Коллектор ГЮКК.* Самой крупной системой каналов южных районов является Пахтаарна – Найманская система которая обслуживает Турткульский, Берунийский и Элликалинский районы в многоводные годы величина среднегодового расхода воды составляет 130,0 – 142,2 м<sup>3</sup>/с. При этом среднегодовая величина дренажного стока ГЮКК составляет 23,8 м<sup>3</sup>/с и это составляет порядка 16,7% от водозабора. В период промывных поливов его величина достигает 35 – 62,3%. В отдельные месяцы, декабрь месяц, почти 84,7% воды транзитом сбрасывается в коллектор ГЮКК.

Минерализация коллекторных вод в течение всего вегетационного периода более или менее стабильная и колеблется от 2,0 до 3,0 г/л. Величина среднего уровня подвешенного к данному коллектору относительно стабильна и колеблется от 154 до 194 см от поверхности земли.

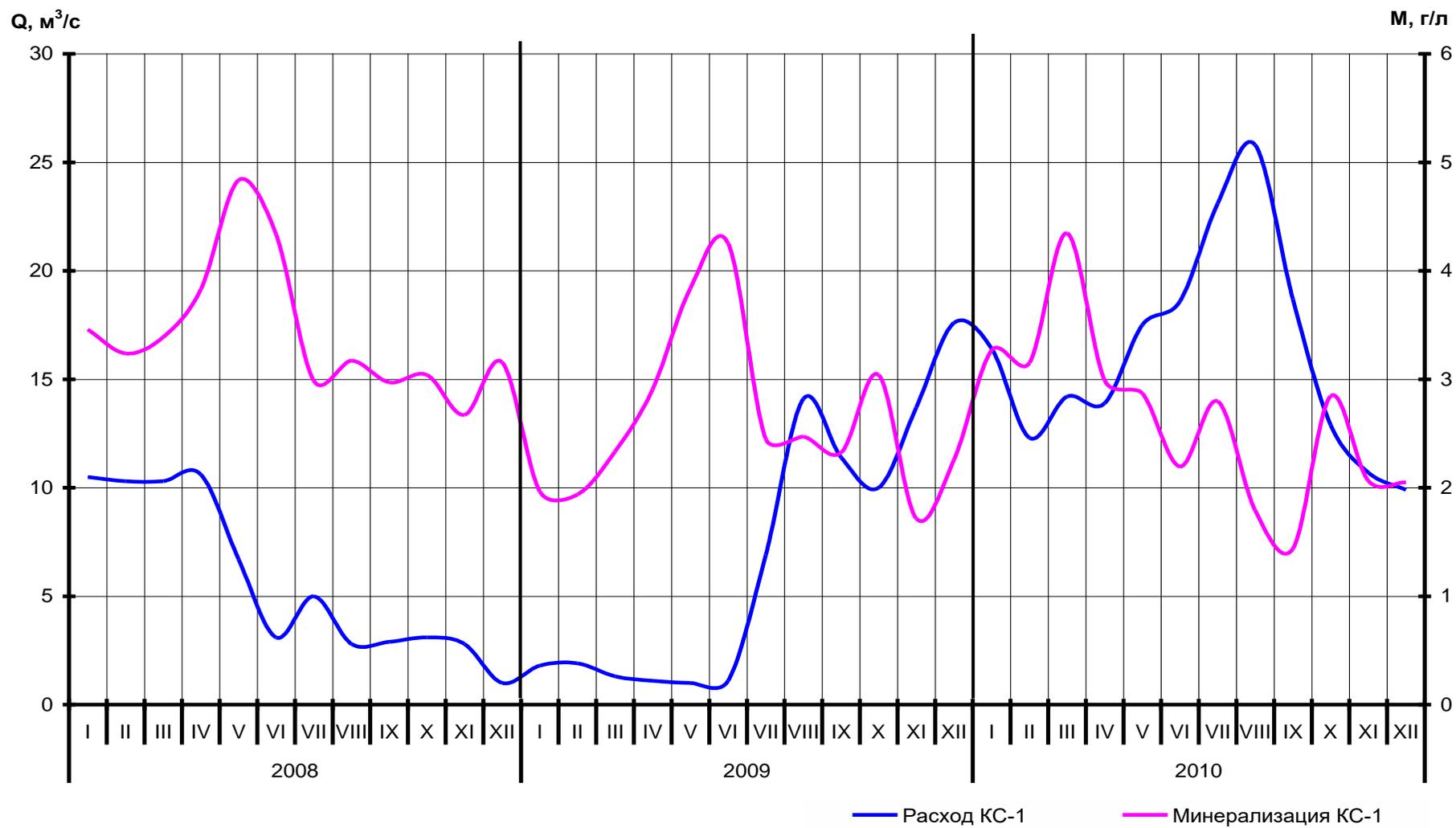
*Коллектор КС-1.* В многоводные годы величина водозабора в систему канала Кызкеткен составляет 111,7 м<sup>3</sup>/с. Максимальная величина водозабора в систему приходится на июль месяц и он равен 287,6 м<sup>3</sup>/с. Среднегодовая величина расхода воды по коллектору КС-1 за многоводные годы составляет 16,2 м<sup>3</sup>/с, что составляет 14,5% от общего водозабора. Минерализация коллекторно-дренажных вод колеблется от 1,438 до 4,347 г/л. При этом средняя величина уровня грунтовых вод равна 210 см.

*Коллектор КС-3.* В многоводные годы в период прохождения максимальных величин расхода воды соответствует летним месяцам. В остальные месяцы она колеблется от 3,5 до 7,0 м<sup>3</sup>/с. Минерализация коллекторной воды довольно высокая и с января по май месяцы (промывка, влагозарядка) достигает до 5,569 г/л.

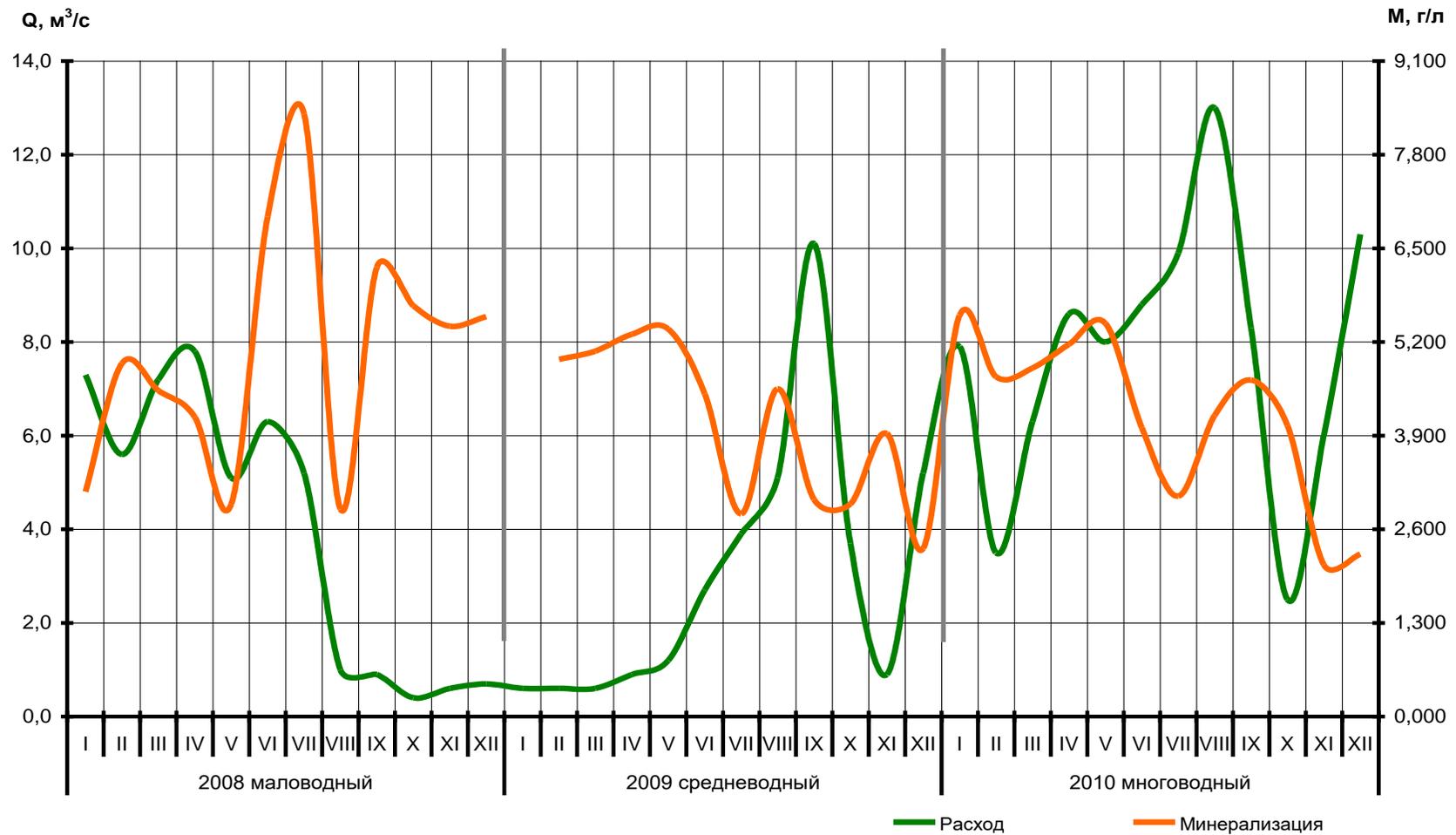
*Коллектор КС-4.* Рассматриваемая система коллектора расположена в зоне бывшего рисосеяния, и хотя в настоящее время площадь рисосеяния в этой зоне не превышает 3 – 4 тыс. га, в 1975-80 года здесь были сосредоточены три рисовых хозяйства с общей площадью порядка 35 – 40 тыс. га. Поэтому почвогрунты здесь значительно опреснены и минерализация воды в коллекторе в многоводные годы колеблется от 1,680 до 3,596 г/л.

*Коллектор ККС.* Площадь, подвешенная к системе данного коллектора обслуживается системой каналов Суенли. Максимальный расход воды в многоводные годы по данной системе приходится на летние месяцы и колеблется от 79 до 90 м<sup>3</sup>/с, максимальный расход коллектора также соответствует этим месяцам. Среднемесячный расход воды системы канала Суенли равен 35,2 м<sup>3</sup>/с, а коллектора ККС 17,9 м<sup>3</sup>/с и это составляет 50,9%. Минерализация коллекторной воды не превышает 4,0 г/л, а уровень грунтовых вод находится в среднем в пределах 204 см от поверхности земли.

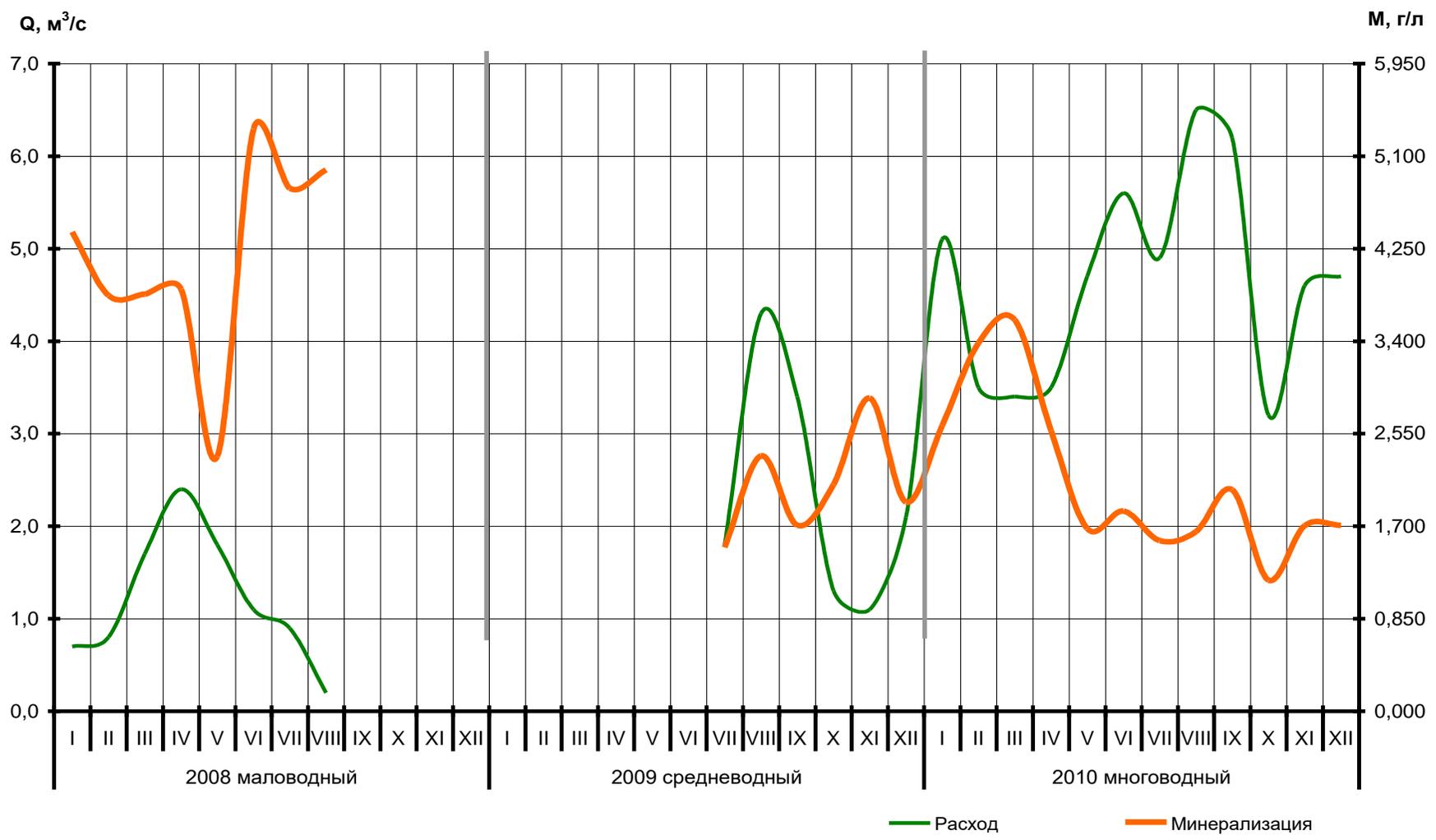
Основные показатели по всем системам каналов и коллекторов в многоводные годы приведены на рис. 3.3.1.1 – 3.3.1.5.



**Рисунок 3.3.1.1 – График колебания расхода и минерализации воды коллектора КС- 1 за характерные годы**



**Рисунок 3.3.1.2 – График колебания расхода и минерализации воды коллектора КС- 3 за характерные годы**



**Рисунок 3.3.1.3 – График колебания расхода и минерализации воды коллектора КС- 4 за характерные годы**

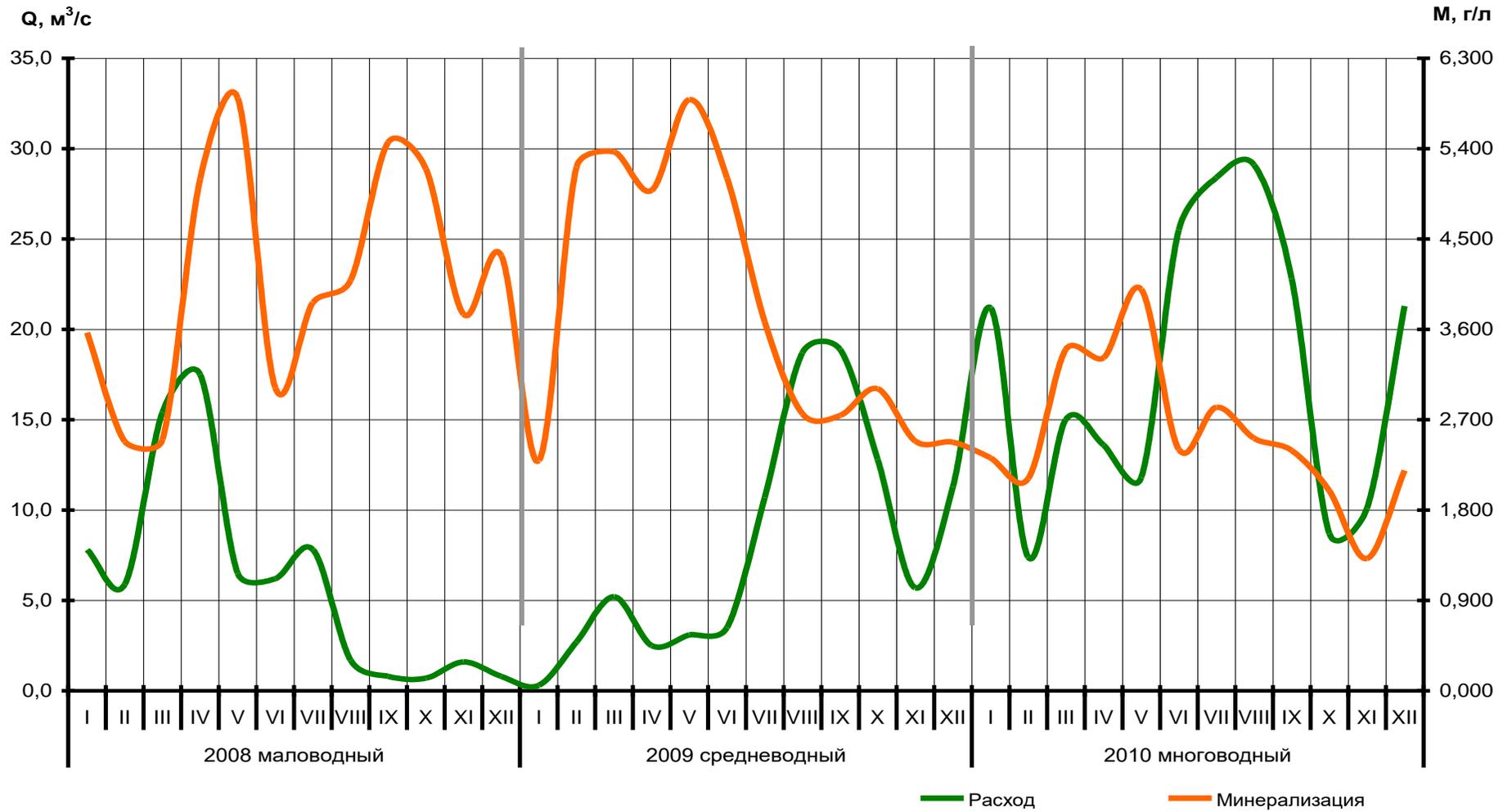


Рисунок 3.3.1.4 – График колебания расхода и минерализации воды коллектора ККС за характерные годы

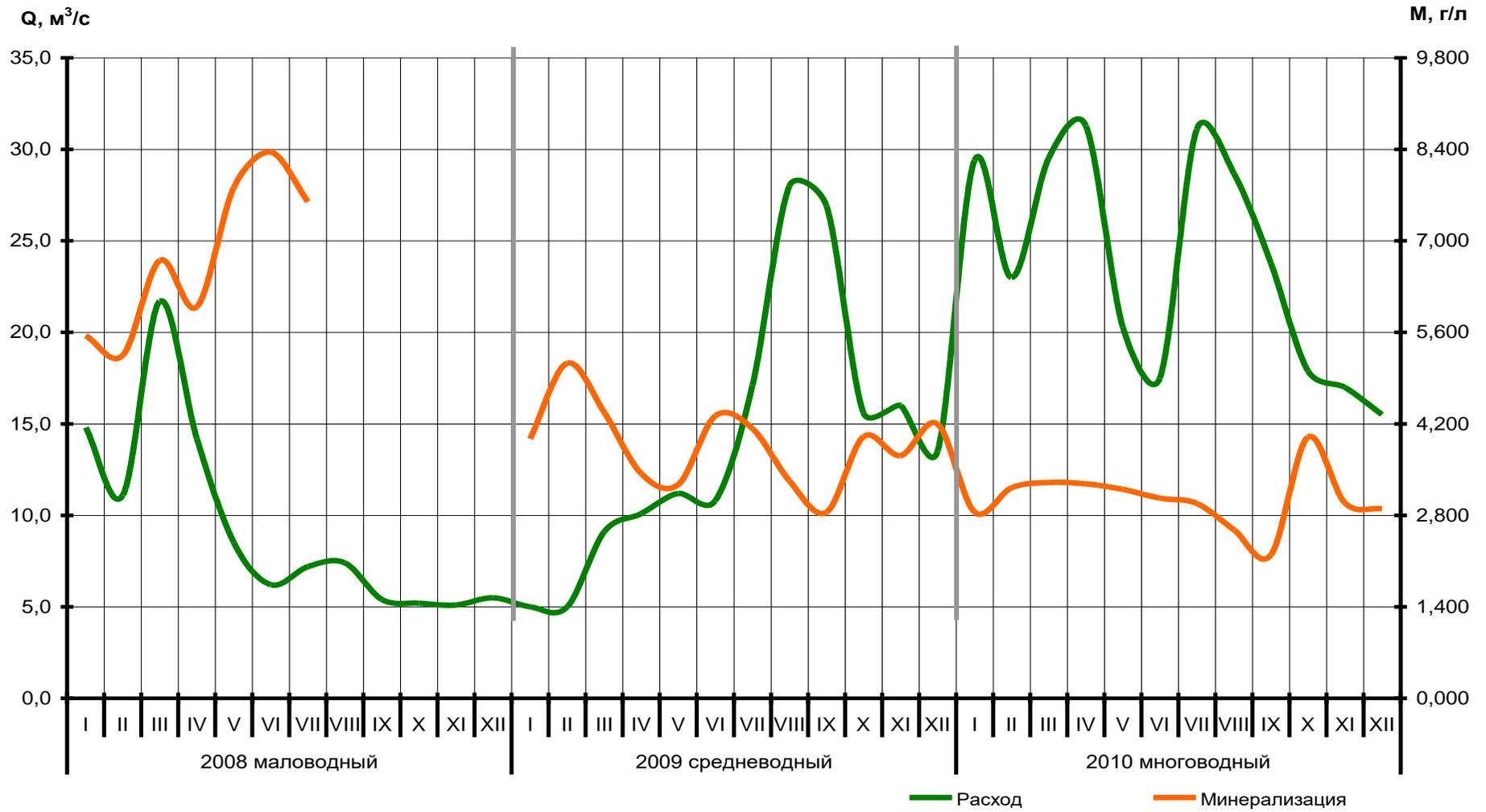


Рисунок 3.3.1.5 – График колебания расхода и минерализации воды коллектора ГЮКК за характерные год

**Характер формирования расходов и минерализации коллекторов в средневодные годы.** *Коллектор ГЮКК.* Среднегодовой расход Пахтаарна – Найманской системы в выбранном средневодном 2009 году составил 123,1 м<sup>3</sup>/с. При этом среднегодовая величина дренажного стока ГЮКК составляет 14,0 м<sup>3</sup>/с и это составляет порядка 11,4% от водозабора. В период промывных поливов его величина превышает 100% предел.

Минерализация коллекторных вод колеблется от 2,85 до 5,13 г/л. Относительно низкая минерализация наблюдалась в сентябре месяце, когда почва после поливов относительно опреснена, а максимальная величина минерализации почвы наблюдалась в феврале месяце, когда была проведена промывка земель. Величина среднего уровня грунтовых вод, площадей подвешенных к данному коллектору колеблется от 162 до 241 см от поверхности земли.

*Коллектор КС-1.* В средневодные годы величина водозабора в систему канала Кызкеткен составляет 85,0 м<sup>3</sup>/с. Максимальная величина водозабора в систему приходится на июль месяц и он равен 240,9 м<sup>3</sup>/с. Среднегодовая величина расхода воды по коллектору КС-1 за этот период составляет 6,8 м<sup>3</sup>/с, что составляет 8% от общего водозабора. Минерализация коллекторно-дренажных вод колеблется от 1,715 до 4,253 г/л. Среднегодовая величина уровня грунтовых вод равна 296 см.

*Коллектор КС-3.* В годы средней водообеспеченности период прохождения максимальных величин расхода воды соответствует летним месяцам. Величина среднегодового коллекторного стока равна 3,2 м<sup>3</sup>/с. Минерализация коллекторной воды не зависимо от водности года довольно высокая и достигает до 5,380 г/л. Уровень грунтовых вод на подвешенной к коллектору площади равна 291 см, в начале года уровень грунтовых вод снижался до 356 см, данное явление следствие влияния предыдущего маловодного года.

*Коллектор КС-4.* Среднегодовой расход воды данного коллектора равен 2,3 м<sup>3</sup>/с, что составляет всего 0,8% от водозабора. Минерализация коллекторных вод не высокая и

колеблется в пределах 1,506 до 2,878 г/л. Уровень грунтовых вод на подвешенной территории в среднегодовой значении равен 301 см, здесь также оказал влияние предшествующий критически маловодный 2008 год.

*Коллектор ККС.* Среднегодовой расход воды системы канала Суенли в средневодный 2009 год составил 25,3 м<sup>3</sup>/с. Среднемесячный расход воды коллектора ККС равен 8,0 м<sup>3</sup>/с и это составляет 31,4% от водозабора. Минерализация коллекторной воды в период промывки влагозарядки повышается до 5,9 г/л, а уровень грунтовых вод находится в среднем в пределах 303 см от поверхности земли.

**Характер формирования расходов и минерализации коллекторов в маловодные годы.** В связи со снижением водности реки Амударьи в течение последних 10 лет, участилось наступление ряда маловодных лет. Только за период 2000 – 2016 гг. только 2 года 2005 и 2010 были многоводными, а остальные годы средней водообеспеченности и маловодные.

В маловодные годы большинство коллекторов работают при минимальных расходах, а в отдельные месяца вообще на нулевом режиме. В принципе в маловодные годы обычно объема поданной воды не хватает даже для покрытия потребностей орошения сельскохозяйственных культур. При этом исключается возможность прямого сброса воды в коллектор, так как весь объем используется для орошения.

Обычно в маловодные годы в коллектора поступает дренированная вода из грунтовых вод.

Во многих расчетах в целях установления объема коллекторных вод формируемых чисто из дренажной воды берется объем стока в маловодные годы. По нашим расчетам за многолетний период, маловодным оказался 2008 год.

*Коллектор ГЮКК.* В основных проектных параметрах коллектора ГЮКК предусмотрен пропуск 25,0 м<sup>3</sup>/с, фактическая же величина среднегодового расхода в маловодный 2008 год равна 9,4 м<sup>3</sup>/с. В отдельные месяцы маловодного периода среднемесячные значения опускаются до 5,2 – 5,5 м<sup>3</sup>/с. В сентябре

наблюдался случай когда весь объем поданной воды  $5,6 \text{ м}^3/\text{с}$  был сброшен в коллектор (почти 92,9%).

С января по май месяц величина дренажного стока сильно увеличивается за счет остаточной воды, которая была подана в систему за период промывных поливов.

*Коллектор КС-1.* Согласно проекта коллектор КС-1 рассчитан на расход  $40 \text{ м}^3/\text{с}$ . Фактический расход воды по состоянию на маловодный 2008 год, среднегодовое значение равно  $5,8 \text{ м}^3/\text{с}$ . Процентное соотношение в среднегодовом значении составляет 8,3% от общего водозабора в систему. Уровень грунтовых вод в целом по системе опускался до 250 см.

*Коллектор КС-3.* Согласно проекта реконструкции коллектор рассчитан на расход  $12,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Изменение расхода воды за вегетационный период маловодного года составляет  $4,0 \text{ м}^3/\text{с}$ . В среднем за вегетационный период процентное соотношение за вневегетационный период составляет 12,3% от водозабора по системе канала Кызкеткен.

В связи с относительно высоким КЗИ минерализация коллекторного стока колеблется от 2,882 г/л до 6,239 г/л. Уровень грунтовых вод в маловодные годы опускается до 255 см (среднегодовая величина).

*Коллектор КС-4.* Как уже было оговорено выше рассматриваемая система коллектора расположена в зоне бывшего рисосеяния и почвогрунты здесь значительно опреснены, не смотря на это обстоятельство минерализация воды в коллекторе в маловодные годы колеблется от 2,341 до 5,348 г/л. Уровень грунтовых в маловодные годы в зоне обслуживания коллектора опускается в отдельные месяцы ниже 350 см рубежа.

*Коллектор ККС.* Среднегодовое значение расхода воды канала Суенли в маловодные годы равно  $9,2 \text{ м}^3/\text{с}$ , среднегодовой расход коллектора равен  $6,1 \text{ м}^3/\text{с}$ , что составляет порядка 66% от водозабора. Минерализация коллекторной воды колеблется в пределах 2,483 – 5,464 г/л, а уровень грунтовых вод находится в среднем в пределах 256,5 см от поверхности земли.

### 3.4. Математические подходы к формированию коллекторных вод

Динамика коллекторных вод, как основной мелиоративный показатель зависит от следующих факторов:

- техническое состояние, то есть работоспособность коллекторов и дрен;
- вода обеспеченность года;
- уровень использования воды;
- наличие в системе рисовых плантаций.

В общем виде коллекторно-дренажные воды состоят из двух составляющих:

$$D_k = \sum D + \sum C_{\bar{o}}$$

где:  $\sum D$  - суммарный дренажный сток;

где:  $\sum C_{\bar{o}}$  - суммарный поверхностный сброс.

Величина  $\sum D$  формируется из фильтрационных потерь во всех звеньях каналов, инфильтрации из орошаемых полей за счет подземного притока и т.д.

При технически совершенных системах величина  $\sum D_k$  будет равна:

$$\sum D_k = D_{m/x}^1 + D_{m/x}^2 + D_{\bar{o}/x} + D_{on} + D_{oc} + D_{np}$$

где:  $D_{m/x}^1 + D_{m/x}^2 + D_{\bar{o}/x}$  - доля коллекторных вод, формируемых из магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов. (Икрамов Р.К).  $D_{on}$  - инфильтрационные воды из орошаемых полей;  $D_{oc}$  - атмосферные осадки;  $D_{np}$  - подземный приток.

В условиях Республики Каракалпакстан  $D_{oc}$  и  $D_{np}$  составляют незначительную величину. В формировании коллекторного стока значительную долю составляет  $\sum C_{\bar{o}}$  величина которого состоит из:

$$\sum C_{\bar{o}} = C_m + C_{\bar{o}} + C_{\bar{o}.p.}$$

где:  $C_m$  - технические потери;

$C_{\bar{o}}$  - эксплуатационные потери;

$C_{\bar{o}.p.}$  - сбросы из рисовых чеков.

Определение величины  $\sum C_o$  прямым замером для больших территории не представляется возможным, и их величину можно определить гидрохимическим методом:

$$\alpha = \frac{M_{cp} - M_{уст}}{M_{cp} - M_{сбр}} = \frac{Q_{сбр}}{Q_{уст}}$$

где:  $Q_{сбр}$  - величина сбросных вод в общем дренажном стоке,  $m^3/c$ ;

$M_{уст}$  - минерализация воды, замеренная в устье коллектора г/л;

$M_{сбр}$  - минерализация сбросной (оросительной) воды, г/л;

$M_{cp}$  - минерализация грунтовых вод, г/л;

### Расчет величины минерализации коллекторных вод.

Известно, что между дренажным стоком и его минерализацией существует обратная связь, т.е. в условиях многоводья минерализация уменьшается за счет питания пресной водой, а в маловодье наоборот минерализация повышается.

Для расчета прогноза минерализации коллекторно-дренажного стока Якубов Х.И. и др. предлагают следующую формулу:

Первая схема - однослойные и двухслойные пласты с незасоленными грунтами:

$$\tilde{N} = \tilde{N}^0 \dot{a}^{-\frac{D'}{mn10000}} + \tilde{N}_0 \dot{a}^{-\frac{D'}{mn10000}}$$

где:

$\tilde{N}$  - прогнозная минерализация дренажного стока;

$\tilde{N}^0$  - начальная концентрация солей в водоносном пласте, г/л;

$m$  - соответственно активная пористость и мощность водоносного пласта;

$D$  - прогнозный дренажный сток за год,  $m^3/га$ ;

$\overline{C}_0$  - средневзвешенная концентрация солей, поступающих в водоносный пласт, как инфильтрация водой, так и с подземным притоком, г/л.

$$\overline{C}_0 = \frac{C_{ид.} \cdot (1 - \eta) \hat{A}_{ид.} + \tilde{N}_{ид.} \cdot \hat{A}_{ид.} \pm \tilde{N}_i \cdot D}{(1 - \eta) \hat{A}_{ид.} + \hat{A}_{ид.} + \hat{A}_{ин.} \pm D - \hat{E}_{\tilde{N}oi}}$$

Здесь:  $C_{ор.}$  - минерализация оросительной воды, г/л;  $\eta$  - коэффициент полезного действия оросительной сети;  $B_{ор.}$  -

водоподача нетто,  $\pm P$  – подземный приток (+) или отток (-);  $C_{\text{п}}$  – минерализация подземных вод, поступающих в каптируемый слой за счет питания, г/л;

$A_{\text{ос.}}$  – атмосферные осадки, м<sup>3</sup>/га;

$I$  – суммарное испарение, м<sup>3</sup>/га.

Когда минерализация оросительной воды меняется из года в год, минерализацию дренажного стока на любой год можно найти

по формуле: 
$$\tilde{N} = \tilde{N}_0 \tilde{a}^{-Bt+(1-e^{Bt})} \sum_{i=1}^t C_i e^{B(T-T_i+1)}$$
 Когда 
$$B = \frac{D}{nm10000}$$

Где:  $C_i$  – средневзвешенная минерализация воды, поступающая в пласт, как с инфильтрацией, так и с подземным питанием,  $i$  – года.

Вторая схема: однослойный или двухслойный пласт с засоленной зоной аэрации, плохо водопроницаемыми покровными отложениями:

$$\tilde{N}_1 = \tilde{N}_0 \tilde{a}^{-Bt} + \frac{B \cdot S_0 \cdot (e^{-Bt} - e^{Bt})}{(\beta - \beta_1)}$$

$$\beta = \frac{D}{nm10000}; \beta_1 = \frac{D}{cn10000} \quad \beta = \frac{D}{nm10000}; \beta_1 = \frac{D}{cn10000}$$

Где:  $\alpha$  – коэффициент солеотдачи по Волобуеву;

$n$  – мощность покровного мелкозема или зоны аэрации;

$S_0$  – исходная концентрация солей в покровном мелкоземе.

При реконструкции гидромелиоративных систем на засоленных землях, при наличии поверхностных сбросов проектную минерализацию коллекторных вод можно определить по зависимости (Рахимбаев Ф.М., Гасанова Г., 1986 г.):

а) на переустроенных землях:

$$\dot{I}_e^i = (D_i \dot{I}_{i\partial} \cdot \frac{\ddot{I}}{A + \ddot{I}_i - \dot{O}_\partial} + \bar{N}_i \dot{I}_{i\partial}) \cdot \frac{1}{D + \bar{N}_i}$$

б) на староорошаемых землях:

$$\dot{I}_e = (D_n \dot{I}_{\partial\partial} + \bar{N}_n \dot{I}_{i\partial} \cdot \frac{1}{D + \bar{N}_i}); \ddot{a} / \ddot{e} \quad \text{Где:}$$

$D_i$  – проектный удельный дренажный сток на землях комплексного переустройства, м<sup>3</sup>/га;

$\bar{N}_i$  – проектный объем сбросных вод, м<sup>3</sup>/га;

- $D_c$  - удельный дренажный сток на староорошаемых землях;
- $M_{ад}^1$  - средневзвешенная минерализация грунтовых вод на староорошаемых землях, г/л;
- $\tilde{N}_i$  - удельный поверхностный сброс на староорошаемых землях, м<sup>3</sup>/га;
- $\dot{i}_i$  - удельный водозабор (брутто) на переустроенных землях, м<sup>3</sup>/га;
- $\dot{O}_o$  - испарение и транспирация почвенной влаги и грунтовых вод на комплексный гектар валовой площади, м<sup>3</sup>/га.

### 3.4.1. Прогноз минерализации речных вод на 2030г.

Прогноз изменения водности рассматриваемых рек, минерализации речных вод на створах, замыкающих выбранные ирригационные районы, а также преобладающее мелиоративное состояние орошаемых почв в оазисах на уровень 2030гг. выполнен бассейновым ландшафтно-галогеохимическим методом по И.Н.Степанову и Э.И.Чембарисову (1978), позже дополненного Э.И.Чембарисовым и др. (2013).

В настоящее время в связи с обострением использования стока трансграничных рек Амударьи и Сырдарьи возросла необходимость применения и использования различных методов оценки использования стока и его качества по длине рек ниже территории различных государств. Как было отмечено, для расчета перспективной интегральной среднегодовой величины минерализации в замыкающих створах рек применяется следующая рабочая формула:

$$M_{ор} = M_{нач} + a F_{эф}, \quad (2.1.)$$

где  $M_{ор}$  и  $M_{нач}$  — минерализация речной воды ниже и выше орошаемой площади в бассейне или ирригационном районе;

$F_{эф}$  — эффективная, т. е. дренируемая рекой часть орошаемой площади (в условиях Средней Азии это, в первую очередь, площади, занятые хлопчатником, рисовниками и т. д.),

$a$  — коэффициент, учитывающий в интегральной форме солеотдачу в различной степени засоленных орошаемых почв (с присутствием им грунтовыми водами), модуль коллекторного стока и расходы воды в реке.

При проведении расчетов будущей минерализации речных вод величины коэффициента «а» следует определять из таблицы (табл.3.4.1.1.).

Эта формула была одобрена проектировщиками, а сам метод расчета, основанный на взаимосвязи минерализации речной воды с величиной орошаемой площади различного засоления при одновременном учете минерализации грунтовых вод (формирование минерализации речных вод в орошаемой зоне рассматривается площадным способом за пределами русла) под названием бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода был использован в практике. Полученные расчетные величины мало отличаются от прогнозов, выполненных другими методами, особенно там, где влияние орошаемых площадей проявляется сильнее.

Таблица 3.4.1.1.

**Ориентировочные значение интегрального ландшафтно-геохимического показателя «а» в зависимости от расчетных величин: начальных расходов воды, степени засоления, эффективно орошаемой территории (преимущественно для земель сульфатного и хлоридно- сульфатного засоления)**

начальный расход воды в реках, оросителях, коллекторах, м <sup>3</sup> /с	Засоление почв и пород				
	незасоленные	слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные	солончаки
1	0,161	0,6385	0,95	1,9	4,16
5	0,031	0,077	0,18	0,37	0,78
10	0,016	0,038	0,095	0,20	0,42
15	0,011	0,026	0,065	0,13	0,26
20	0,0079	0,019	0,048	0,094	0,20
30	0,0053	0,013	0,032	0,064	0,13
40	0,0040	0,0095	0,025	0,048	0,10
50	0,0032	0,0076	0,019	0,038	0,08
60	0,0026	0,0064	0,016	0,032	0,067
70	0,0023	0,0054	0,014	0,027	0,057
80	0,0020	0,0048	0,012	0,024	0,049
100	0,0016	0,0038	0,0095	0,019	0,040
120	0,0013	0,0032	0,0080	0,016	0,033
150	0,0011	0,0025	0,0064	0,013	0,026
200	0,0008	0,0019	0,0048	0,0095	0,020

250	0,00063	0,0015	0,0038	0,0076	0,016
300	0,00053	0,0013	0,0032	0,0064	0,013
400	0,00040	0,00095	0,0025	0,0048	0,010
500	0,00032	0,00076	0,0019	0,0038	0,008
600	0,00026	0,00064	0,0016	0,0032	0,0067
700	0,00023	0,00055	0,0014	0,0027	0,0057
800	0,00020	0,00048	0,0012	0,0024	0,0049
900	0,00018	0,00042	0,0011	0,0021	0,0044
1000	0,00016	0,00038	0,00095	0,0019	0,0040
1100	0,00014	0,00035	0,00087	0,0017	0,0036
1200-1300	0,00013	0,00031	0,00077	0,0016	0,0031
1400-1500	0,00011	0,00026	0,00066	0,0014	0,0027
1600-1700	0,00010	0,00023	0,00058	0,0012	0,0024
1800-1900	0,000086	0,00021	0,00052	0,0011	0,0022
2000	0,000080	0,00019	0,00048	0,00095	0,0020

В принципе расчеты ожидаемой минерализации коллекторных вод в ирригационных районах могут быть выполнены по формуле (2.1). При расчетах вначале необходимо установить период работы того или иного коллектора, затем определить величину коэффициента солеотдачи «а» для определенного периода (используя приведенную таблицу), зная величины орошаемых площадей в перспективе, можно определить ожидаемую минерализацию коллекторных вод. Об изменении химического состава речных и коллекторно-дренажных вод в перспективе судили по современным графикам зависимости содержания главных ионов от величины минерализации.

Ожидаемое мелиоративное состояние орошаемых почв (агроландшафтов) и изменение водности рек в перспективе и прогноз минерализации речных вод в замыкающих створах на уровень 2030г.

**Таблица 3.4.1.2.**  
**Изменение среднегодовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) в реке Амударья, осредненные за различные периоды лет**

Годы	р.Амударья-с.Керки	Годы	р.Амударья-с.Саманбай	Годы	Р.Амударья - Тюямуюн
1911-1917	2007,5	1913-1917	1497	1935-1936	1819,75
1935-1936	1956,58	1935-1936	1516,66	1997-2000	797,77
1963-1970	1949,75	1942-1943	1683,3	2001-2005	819,99
2000-2003	1262,25	1963-1970	1430,5	2006-2010	678,54
2004-2007	1373,167	1997-2000	207,83	2011-2013	598,51
2008-2012	1257,83	2001-2005	186,83		
		2006-2010	143,55		
		2011-2013	97,54417		

За начальный расход воды  $Q_{\text{нач}}$  – примем среднее значение среднегодовых расходов воды у створа Тюямуюн за 2001-2013гг., он равен 698 м<sup>3</sup>/с.

В 2009-2011гг. величина орошаемой площади в оазисе увеличивается до 500 тыс.га., годовой водозабор изменился в пределах 5,8-6,5 км<sup>3</sup>/год, протяженность коллекторно-дренажной сети превышая тыс.км.

В 2020г. из обследованных 362,6 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 158,8 тыс.га (30,9%), средnezасоленные 183,6 тыс.га (35,7%) и сильнозасоленные 20,05 тыс.га (3,9%).

В качестве начального створа, расположенного выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан выбран створ Саманбай (г.Нукус).

О многолетнем изменении водности р.Амударьи на данном сборе судили по динамике расходов воды за 1963-2013гг., ранжированным по отдельным годам.Из нее видно, что в 1963-1970гг. среднемноголетний расход воды здесь был равен 1430 м<sup>3</sup>/с, а с 1977г. постоянно уменьшался и в 2011-2013гг был равен только 100 м<sup>3</sup>/с.

Рассчитываем ожидаемую величину минерализации воды ( $M_{зам}$ ) воды в р. Амударье ниже орошаемых земель данного региона на уровне 2030г. За начальный расход воды  $Q_{нач}$  – примем среднее значение среднегодовых расходов воды у створа Саманбай за 2001-2013гг., он равен 143 м<sup>3</sup>/с.

Как уже было отмечено, величина орошаемой площади в Республике Каркалпакстан равна 514,6 тыс.га, согласно экспертным оценкам к 2030г. она изменится незначительно, причем преобладающая степень засоления орошаемых земель не изменится и останется средnezасоленной. Для определенного начального расхода ( $Q_{нач}$ ) и преобладающей степени засоления величина показателя «а» оказалось равна 0,0064. По выполненным расчетам начальная минерализация ( $M_{нач}$ ) для данного оазиса равна 1,10 г/л.

В итоге согласно бассейновому ландшафтно-галогеохимическому методу и его расчетной формуле имеем:

$$M_{зам2030} = 0,0064 * F_{эф} + 1,10.$$

Так как основной отвод коллекторно-дренажных вод с орошаемой территории Республики Каракалпакстан производится от реки в сторону имеющих озер и заливов Аральского моря (коллектора ККС, КС-2, КС-3, КС-4, ГЮК), то величина эффективной орошаемой площади ( $F_{эф}$ ) оказалась здесь незначительной и равной 150 тыс.га.

В итоге получаем, что к 2030 г. минерализация воды р.Амударьи ниже орошаемых земель Республики Каракалпакстан увеличится до:

$$M_{\text{зам}2030} = 0,0064 * 150 + 1,10 = 0,96 + 1,10 = 2,06 \text{ г/л.}$$

Проведенные расчеты следует считать ориентировочными в будущем при наличии необходимых данных их нужно проверить при помощи метода водно-солевого баланса.

### 3.4.2. Прогноз формирования коллекторных вод в пределах дельты реки Амударьи<sup>3</sup>

При разработке прогнозных проработок для коллекторных вод на ближайшие годы и на перспективу для условий дельты необходимо учитывать следующее:

1. Снижение водообеспеченности региона, то есть ожидается сокращение поступления речного стока на единицу площади.
2. Ожидается сокращение объема коллекторных вод, что, в свою очередь, приводит к повышению их минерализации.
3. В результате осуществления водосберегающих мероприятий ожидается повышение КПД каналов различных звеньев.
4. Ожидается снижение уровня грунтовых вод, особенно в маловодные годы.

Для прогноза изменения коллекторного стока и их минерализации на перспективу были приняты следующие параметры:

$D^{cp}$  - среднегодовой дренажный сток;

$D_0^{cp,t}$  - 0,175 л/с га;

$O_p^i$  - 5,8 тыс. м<sup>3</sup>/га (с учетом дальнейшего снижения уровня грунтовых вод);

$O_p^0$  - 8,0 тыс. м<sup>3</sup>/га;  $\eta_i$  - 0,72;  $\eta_0$  - 0,58;  $\xi$  - 0,59;  $E_0^{\bar{a}}$  - 920 мм или 92,0 м<sup>3</sup>/га;

$Z_0^{cp,i}$  - 2,0 м;  $Z_i^{cp,\bar{a}}$  - 1,70 м;  $Z_k$  - 2,5 м;  $\eta_i^0$  - 0,88;  $d_2^{III}, d_1^{II}$  - 8% от  $O_p^i$  и  $O_p^0$ .

---

<sup>3</sup> Курбанбаев С.Е., Хожамуратова Р.Т. (2017).

В настоящее время очевидным становится тот факт, что в целом по Республике Каракалпакстан в течение ближайших 20 - 25 лет для освоения новых земель нет необходимости, так как за этот период при существующем наличии водных ресурсов доводить площади даже до 500,0 тыс.га не представляется возможным.

При низких урожаях сельскохозяйственных культур расширение площадей орошаемых земель невыгодно не только с точки зрения нехватки водных ресурсов, но и в экономическом отношении.

Общая стратегия сельскохозяйственного производства в ближайшие 15 - 20 лет должна быть направлена на увеличение производства сельскохозяйственной продукции. Это должно осуществляться не путем увеличения площадей орошаемых земель, а путем повышения урожайности хлопка, пшеницы и других сельскохозяйственных культур.

На основании вышеизложенного был произведен расчет с учетом следующих факторов:

1. Установление размера площадей орошаемых земель и структуры посевных площадей с учетом ожидаемых водных ресурсов, т.е. установление возможного ожидаемого объема водозабора в пределах 67 - 70% обеспеченности и на этой основе установить площади орошаемых земель и возможные объемы коллекторного стока.

2. Установление объема сельскохозяйственной продукции должно осуществляться путем повышения урожайности сельскохозяйственных культур, допуская при этом в начальном периоде значительное снижение площадей посевов относительно 500,0 тыс. га.

На основе фактического материала были составлены эмпирические и теоретические кривые обеспеченности годового объема водозабора за период 1990 - 2012 гг. и определены соответствующие объемы водозабора для различной водообеспеченности (табл. 3.4.2.1).

**Таблица 3.4.2.1**

**Обеспеченность годового объема водозабора с 1990 до 2012 годов по Республике Каракалпакстан**

Показатель	Обеспеченность, %						
	10	30	50	60	70	90	99
Водозабор, млн. м <sup>3</sup>	9000	8150	7500	7050	6055	5900	4920

Как видно из данных табл. 3.4.2.1, при обеспеченности 65 - 70% величина годового водозабора соответствует 6400 - 7200 млн. м<sup>3</sup> в год. С учетом этих факторов в расчетах были приняты варианты поддержания всех структур сельскохозяйственного производства на существующем уровне со значительным сокращением площадей в начальном периоде, особенно посевов риса. Хлопчатник, как стратегическое сырье, требует сохранения его площадей, и их постепенное их увеличение с добавлением по 5 - 8 тыс. га каждый год и в 2020 году довести площадь посевов этой культуры до 160,0 тыс. га. При этом площади посевов риса предлагается поддерживать на уровне 30,0 тыс. га, а площадь пшеницы 67,0 - 70,0 тыс. га (табл. 3.4.2.2).

**Таблица 3.4.2.2**

**Предлагаемые площади орошаемых земель в разрезе культур по Республике Каракалпакстан на ближайшее время и на перспективу тыс.га.**

№	Показатели	Годы				
		2008*	2010**	2015	2020	Перспектива
1	Орошаемая площадь	504,5	515,05	515,0	515,0	520,0
2	в т.ч. - хлопчатник	95,1	100,9	120,0	160,0	180,0
3	- рис	4,6	27,7	28,0	30,0	40,0
4	- пшеница	64,8	65,9	65,0	67,0	70,0
5	- люцерна	16,0	18,0	20,0	35,0	40,0
6	- др. культуры	324,0	302,55	282,0	223,0	190,0

\* - маловодный; \*\* - многоводный

В этом варианте также предусматривается увеличение площадей люцерны до 35,0 тыс. га как севооборотной культуры и в целях увеличения кормовой базы для животноводства. Также предусматривается значительное сокращение объема воды, необходимого для промывки и влагозарядковых поливов. Это будет достигнуто путем реконструкции коллекторов и тем самым

улучшением мелиоративного состояния орошаемых земель (табл. 3.4.2.3).

**Таблица 3.4.2.3**

**Расчетные объемы водозабора и дренажного стока по Республике Каракалпакстан на ближайшее время и на перспективу**

№	Показатели	Фактические		Прогноз (средней водности)		
		2008*	2010**	2015	2020	Перспектив а
1	Орошаемая пл. тыс. га	504,5	515,05	515,0	515,0	520,0
2	Водозабор за вегетац. период, млн. м <sup>3</sup>	1994,49	6596,6	6165,7	6236,9	6344,0
3	Водозабор за не вегетац. период, млн. м <sup>3</sup>	742,3	1793,9	1310,0	1230,0	1210,0
4	Суммарный водозабор, млн. м <sup>3</sup>	2736,8	8390,5	7475,7	7466,9	7554,0
5	Дренажный сток, млн. м <sup>3</sup>	1100,1	2833,0	1642,0	1482,0	1256,0

\* - маловодный; \*\* - многоводный

На перспективу за исключением отдельных многоводных лет величина дренажного стока может колебаться в пределах от 550 млн. м<sup>3</sup> в маловодные годы и до 1500 млн. м<sup>3</sup> в год в многоводные. Средняя величина может колебаться в пределах 750 - 1200 млн. м<sup>3</sup> в год.

### **3.5. Современное состояние проблемы Аральского моря**

В мире проблемы загрязнения окружающей среды, вопросы экологической безопасности населения и территорий приобретают всё большую актуальность. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 24% заболеваний и 23% смертей на планете вызваны вредным воздействием факторов окружающей среды, которые можно предотвратить. «В мире неблагоприятные экзогенные условия ежегодно уносят более 13 миллионов жизней и являются причиной каждого третьего заболевания у детей младше пяти лет».

После приобретения независимости в нашей стране огромное внимание уделяется социально-экономическим и экологическим вопросам, в том числе модернизации здравоохранения. В частности, правительством Республики Узбекистан приняты ряд указов и постановлений об улучшении качества жизни и

показателей здоровья населения, что в свою очередь обеспечит значительный подъем жизненного уровня населения, улучшит экологическую ситуацию в стране.

В структуре заболеваемости и продолжительности жизни в глобальном, региональном и местном масштабе обусловлены территориальной изменчивостью воздействия вредных природных и социально-экономических факторов на здоровье населения. Современная направленность проблемы «среда-здоровье» обусловлена не только природными условиями, но и экологическими факторами, а также необходимостью выявления причинно-следственных связей между окружающей средой и заболеваемостью населения, составления карт, отражающих медико-географическую ситуацию в мире и на конкретных территориях, разработки медико-географических прогнозов для стран и их регионов и в конечном итоге, требованиями учета пространственной дифференциации заболеваемости населения в совершенствовании системы медицинского обслуживания.

**Проблемы Аральского моря.** Интенсивный рост безвозвратного водопотребления на орошение и развитие земледелия на территории Центральной Азии, а также ряд острозасушливых лет привели к постоянному уменьшению притока речных вод в Аральское море, вплоть до полного прекращения стока в отдельные годы. В результате чего, начиная с 1960 г. до нынешнего времени уровень Арала упал на 20 м, объем и площадь моря сократились более чем в 3 раза, а соленость морской воды достигла 95-110 г/л. Началось опустынивание Приаралья, включая плодородные дельты Амударьи и Сырдарьи. Для изучения состояния агроландшафтов по низовьям р. Амударья во время командировок были использованы для анализа и дальнейшей работы данные ГИС-центров Нукусского и Ургенчского Университета.

В настоящее время произошло почти полное высыхание Аральского моря в связи с влиянием антропогенного фактора. С начала 1960-х годов в результате резкого сокращения притока

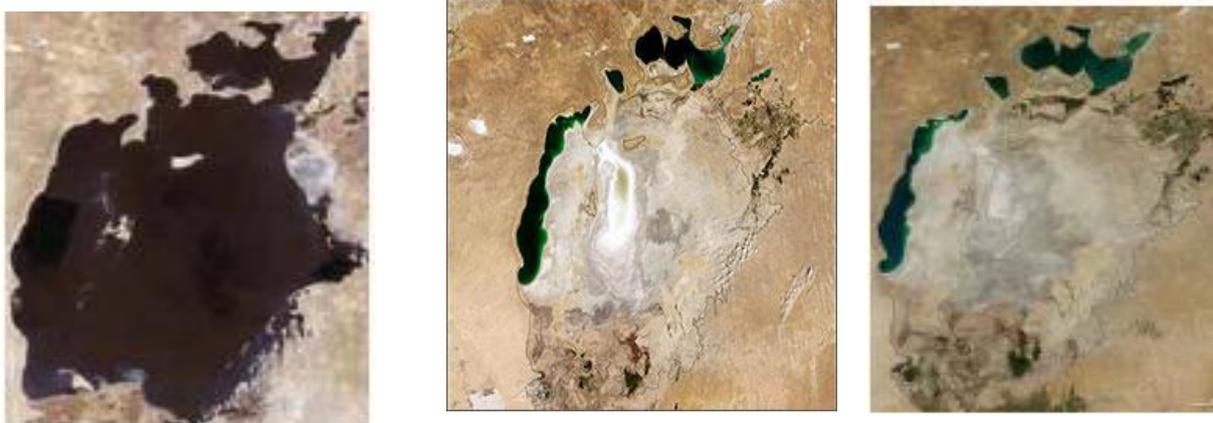
речной воды началось и в дальнейшем пошло ускоренными темпами обмеление и осолонение этого уникального водоема.

В 1960 морской уровень был 53,2 м., тогда началось его быстрое и постоянное понижение. Морской уровень в 1970г. был 1,9 м. ниже и к 1993, он достиг наиболее низкого уровня 38,0 м. Понижение уровня Аральского моря, сопровождаемое сокращением его объема и площади, когда уровень был 53,2 м., площадь водной поверхности Аральского моря была 66,1 тысяч км<sup>2</sup>, и объем был 1964 кв. км. Так, в 1975г. объем моря, составлял 820 км<sup>3</sup>, его акватория – 56,7 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина 13 м, длина береговой линии более 4,5 тыс. км, средняя величина минерализации около 9 г/л. Но и в это время Арал усыхал, так как в 1960 г. объем моря был равен 1062 км<sup>2</sup>, акватория – 66,1 тыс. км<sup>2</sup>.

К январю 1994г., уровень упал к 38,0 м., объем уменьшился до 390 км<sup>3</sup>, и площадь уменьшилась до 38,3 тыс. км<sup>2</sup>. По сравнению с 1960, к 1 января 1998, морской уровень стал на 13,2 м ниже, объем уменьшился на 62,5 % и площадь - на 40,5 %. В 1960г. 37,9 км<sup>3</sup> воды текло в Аральское море из Амударьи, в 1994г. это составляло 21,7 км<sup>3</sup>.

К 2016 году по сравнению с 1960-м годом уровень Аральского моря понизился на 26,0 м. Объем воды сократился до 99 км<sup>3</sup>, соленость возросла с 9 до 115 г/л. Площадь усохшего дна превысила 4 млн. гектаров (рис.3.5.1).

В настоящее время Аральское моря продолжает усыхать. Малое море уже отделилось от Большого. Уровень Малого моря в 1990 г. был на отметке 39,7-39,5 м, его площадь равна 2,9-3,0 тыс. км<sup>2</sup>, объем воды около 20,0 км<sup>3</sup>, средняя минерализация 30 г/л. Уровень Большого моря в 1990 г. был на отметке 38,5-38,7 м. Его площадь составляла около 40 тыс. км<sup>2</sup>, объем порядка 310 км<sup>3</sup>, средняя соленость около 32 г/л. Большое море при отметке 31 м абс. разделилось на восточную и западную части.



**Рисунок 3.5.1. Изменение Аральского моря в 1973, 2012, 2016 г.г.  
(Узгидромет, 2016г.).**

Проблема Аральского моря еще не решена, если не принять решительных мер по сохранению Арала, то через 15-20 лет море распадется на группу горько соленых озер с площадью в 6-7 раза меньшей, чем у первоначального моря.

В настоящее время площадь осушенного дна моря составляет около 6 млн. га. Эти земли непригодны для ведения сельского хозяйства, так как они лишены гумуса, сильно засолены и имеют высокий уровень залегания соленых грунтовых вод. На усохшем дне сформировалась песчано-солончаковая пустыня Аралкум, которая стала источником выноса токсичной пыли. Ежегодно до 75 млн. тонн этой пыли попадает в атмосферу. Согласно, наблюдениями, пыльные облака, поднимающиеся в атмосферу, достигают 40км в длину и 40 км в ширину. По результатам научных исследований, метровый слой грунта каждого гектара высохшего дна моря содержит 1100-300 кг солей, а в солончаковых впадинах до 500 кг. При сильных пылевых бурях масса сухих выпадений достигает 2072 кг/га.

**Экологические проблемы Приаралья.** Вынос вредных солей с осушенного дна грозит экологической катастрофой региону Центральной Азии, и в первую очередь, Узбекистану и Казахстану. В результате деградации природной среды Южного Приаралья погибли массивы тростниковых на площади 800 тыс.га, исчезли тугайные заросли площадью 1,3 млн.га, сенокосы до 50 тыс.га, высохло более 100 озер площадью около 600 тыс. га. Для

предотвращения экологических последствий влияния усыхания Аральского моря на здоровье местного населения необходимо проведение широкомасштабных исследований.

За основу гидроэкологического мониторинга принят метод географо-галогеохимического анализа природно-мелиоративной обстановки, где учтено как влияние естественных факторов, так и антропогенные факторы плодородия почв; загрязнение атмосферы, почв, воды; миграция загрязняющих веществ по пищевой цепи человека, накопление их в теле человека и ухудшение его здоровья; угроза от химически опасных пестицидов.

По данным санитарно-эпидемиологической службы, в 2001 - 2012 гг. было обследовано 938 проб атмосферного воздуха. При этом пестициды обнаруживались в 119 пробах, что составляет 12,7%, превышение ПДК выявлено в 67 пробах (7,1%). Наибольшая загрязненность атмосферного воздуха отмечалась в Кунградском, Ходжейлийском, Кегейлийском, Амударьинском и Турткульском районах Республики Каракалпакстан (РК).

В связи с деградацией почв и усыханием моря систематически происходит ветровой вынос солей и мелкозема в поливную зону республики, что крайне отрицательно влияет на развитие сельскохозяйственных культур, уменьшая их урожайность, загрязняя конечный продукт. Другим важнейшим фактором активного загрязнения почв республики является интенсификация сельского хозяйства, основными направлениями которой являются химизация отраслей растениеводства и мелиорация земель.

Была изучена динамика показателей проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не соответствующих гигиеническим требованиям по химическому составу, исследованных Центром ГСЭН Минздрава РК с 1991 по 2013 гг. Установлено, что удельный вес ненормативных проб снизился в 2 раза - с 9,7% в 1991г. до 4,8% в 2010 г. Однако этот показатель снижался до 3,5% в 2004г. и 3,3% в 2013г., и в 2007г. он возрастал до 5,7%.

В проведенных исследованиях были проанализированы показатели экономики — промышленности, сельского хозяйства, транспорта и других отраслей, особенности их развития,

специализации и территориальной организации. На этой основе сделаны соответствующие выводы. Изучены также показатели демографического характера. В частности, отмечается, что в РК рождаемость в 2000 г. составила 24,0 промилле, а в 2014 г. - 23,4 промилле. Но с точки зрения нашего исследования наибольшее значение имеют показатели смертности населения. Анализ, проведенный в диссертации, показывает, что Северная группа районов (особенно Муйнакский, Тахтакупырский, Караузьякский, Чимбайский, Кегейлийский, Канлыкульский), наиболее пострадавшая от экологического бедствия, а также Ходжейлийский и Нукусский районы, имеют более высокие показатели смертности, чем средние показатели по РК и в целом по Республике Узбекистан.

Как видно из таблицы 3.5.1 в РК существенно снизились показатели заболеваемости, и в 5 раз снизились показатели младенческой и материнской смертности. Относительно высокие показатели первичной заболеваемости и болезненности в 2000 году объясняются наступлением периода маловодья (1999-2001 гг.) в низовьях Амударьи, вместе с тем, имеют место подъемы уровня смертности (2005г.) и материнской смертности (2010г.), не связанные с годами маловодья. Была изучена также динамика уровня первичной заболеваемости по отдельным классам заболеваний.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что в самые последние годы общая заболеваемость населения в РК снижается. Однако за 2001-2010 годы уровень общей заболеваемости остается довольно высоким и в структуре болезней сохраняется ранговое распределение. Лидировали болезни крови, имеющие тенденцию медленного снижения. На втором месте болезни органов дыхания с устойчивой тенденцией к росту, на третьем — инфекционные и паразитарные болезни, на четвертом — болезни мочеполовой системы, на пятом - травмы и отравления. В 2012-2014 гг. заболеваемость болезнями органов дыхания вновь занимает первое место.

Анализ данных по классам болезней выявил связь заболеваний с экологическими факторами. При этом в северных районах, более других подверженных влиянию климатических факторов и выносу солей, преобладают болезни органов дыхания и пневмонии, в южных районах доминируют болезни, связанные с уровнем пестицидов в окружающей среде (болезни эндокринной и нервной системы).

**Таблица 3.5.1.**

**Показатели общей заболеваемости и смертности населения Республики Каракалпакстан (на 1000 человек)**

Годы	Заболеваемость	Общая смертность	Младенческая смертность	Материнская смертность
1991	506,4	6,8	51,3	108,7
1995	468,7	6,5	31,5	50,5
2000	474,9	5,6	20,5	38,8
2005	412,8	5,8	17,4	15,3
2010	410,8	5,1	11,9	26,3
2013	422,0	4,7	11,3	23,0
2014	444,4	4,6	12,4	22,0

Несомненно, дополнительным усугубляющим экологическую ситуацию фактором является климатический. Если глобальное потепление за 20-30 лет может привести к повышению среднегодовой температуры воздуха по Узбекистану на 1°C, то по северному региону (Южному Приаралью) этот показатель будет на 2-3°C выше (В.Е.Чуб, 2002 г).

Очень глубокие исследования состояния различных частей Аральского моря проводят группа исследователей П.О.Завьялова, работающие в институте океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва, Россия). Согласно, их исследованиям Большой Арал и озеро Тущebas превратились гипергалинные водоемы с высокой таксоцитарной структурой. Малый Арал отличался солоноватой экосистемой, которая была схожа с окружающей средой до его высыхания. Малый Арал и озеро Тущebas имели смешанную вертикальную структуру, в то время как западное Большое Аральское море было стратифицированным.

## Выводы :

- в данной главе описаны результаты многолетних исследований гидрологического состояния водных ресурсов Республики Каракалпакстан, выполненных с применением мониторинга и бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода.

Согласно методическим подходам данных методов необходимо было изучить влияние водности года на величину стока и минерализацию воды в различных магистральных коллекторах;

- гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что при продвижении вниз по реке минерализация воды повышается. Минерализация воды в верхнем течении равна 0,47-0,58 г/л, к течению Туямуюн (выше Хорезмского оазиса) повышается до 0,69-0,86 г/л, а у г.Нукуса (Саманбай) выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан превышает 1,0 г/л. В Амударьинской воде преобладают ионы  $Cl$  и  $SO_4$ , далее располагаются  $Na+K$ ,  $Mg$ ,  $Ca$ ,  $HCO_3$ . При высокой минерализации воды наблюдается незначительное преобладание содержания  $SO_4$  над  $Cl$ . С ростом общей минерализации воды содержание таких основных ионов, как  $Cl$  и  $SO_4$  растет, а темпы роста ионов  $Ca$ ,  $Na + K$  и  $Mg$  ослабевают. При поливах это вызывает увеличение степени засоления орошаемых почв;

- согласно данным химической лаборатории ККГМЭ средняя величина минерализаций оросительных вод в Турткульском районе в последние годы равна 1,03 г/л, Элликалийском районе – 1,05 г/л, в Берунийском районе -1,02г/л, Ходжелийском районе -1,00 г/л, в Шуманайском районе- 1,00 г/л, Канлыккульском районе- 0,98 г/л, в Кунградском районе – 0,98 г/л, в Нукусском районе-0,96 г/л, в Кегейлийском районе – 0,98 г/л, в Чимбайском районе -0,98 г/л, в Карузьякском районе -1,05 г/л, в Тахтакупырском районе -1,03 г/л и в Муйнакском районе-1,16 г/л.

- коллекторно-дренажный сток оказывает влияние на мелиоративное состояние низовий р. Амударьи и является его показателем. К концу 2005-2017 гг. коллекторно-дренажный сток с орошаемой территории Каракалпакстана выносился пятнадцатью магистральными и межхозяйственными коллекторами в объеме

2,20 км<sup>3</sup>/год. Среднегодовая величина минерализации в коллекторах изменялась от 1,74 (коллектор КС-5) до 3,94 г/л (Правомангитский), преобладающий химический состав коллекторно-дренажных вод не изменился и был по-прежнему хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН);

- большой практический интерес вызвало изучение изменения расходов и минерализация воды в магистральных коллекторах (были выбраны коллектора ГЮКК, КС-1, КС-3, ККС, ГЛК) в зависимости от изменения водности года. Результаты анализа показали, что многоводные годы расходы воды в коллекторах увеличивается, а их минерализация несколько уменьшается.

В период вегетации, когда идет максимальный водозабор из реки на орошение минерализация коллекторных вод в значительной степени снижается. Второй подъем минерализации коллекторных вод соответствует периоду проведения промывных поливов. Опресняющее действие промывки засоленных земель соответствует ноябрю и декабрю месяцам.

Основной причиной возникновения критической экологической обстановки в дельте реки Амударьи является резкое сокращение поступления речного стока ниже Тахиаташского гидроузла. В связи с часто повторяющимся маловодьем одновременно произошло сокращение объема возвратного стока, сопровождавшееся повышением минерализации.

Учитывая ожидаемое сокращение притока речного стока, особенно на территории дельты реки Амударьи, возможно уменьшение объема возвратного стока и его значение колеблется от 550 млн.м<sup>3</sup> в маловодные годы, до 1200 млн. м<sup>3</sup> в многоводные годы;

- проведенный анализ гидрохимических данных речных, оросительных и коллекторно-дренажных вод за последние годы показывает, что минерализация и содержание отдельных ионов и микроэлементов превышает допустимое их содержание по нормативам «Вода питьевая» и «Вода для орошения», что приводят к нарушению гидроэкологического состояния территорий, в которых протекают данные водотоки.

## **ГЛАВА IV. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

### **4.1. Естественные потоки грунтовых вод орошаемых территории**

Одним из основных факторов перемещения солей и засоления почв и грунтов являются грунтовые воды. Грунтовыми водами называются постоянные скопления свободной воды над водоупором, заполняющие почвенные пустоты. Временные скопления воды, залегающие вблизи от земной поверхности, называются верховодкой (сезонной водой). Грунтовая вода представляет собой связное водяное тело, способное перемещаться сплошным потоком по почвенным пустотам по уклону, а при вскрытии вытекать из стенки шурфа и образовывать зеркало свободной воды. Грунтовые воды образуются просачиванием атмосферных осадков, поверхностных вод рек и водоемов, ирригационных вод и конденсацией парообразной влаги атмосферы и глубинных слоев грунта. Уровень грунтовых вод зависит от глубины водоупора и условий питания и расхода вод на отток и испарение. Уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям различной амплитуды.

Приток и отток грунтовых вод зависят от характера водовмещающих пород, уклонов и гидравлических напоров. В легких по механическому составу водовмещающих породах грунтовые воды двигаются со значительной скоростью, измеряемой метрами в час, в зависимости от величины уклона и напора. В мелкоземистых грунтах движение грунтовых вод замедленно, особенно при слабых уклонах.

Сезонные и многолетние колебания уровня грунтовых вод играют важную роль в перемещении солей в почвенно-грунтовой толще. При глубоком залегании (5—7 м) грунтовые воды не влияют на режим влажности почв, при более близком расположении влага капиллярной каймы изменяет водный режим почв и биологические процессы в них.

Почвы, образующиеся в условиях периодического подпитывания капиллярно-восходящими водами, относятся к полугидро-морфным (сероземно-луговые, такырно-луговые и др.). При постоянном подпитывании, когда грунтовые воды залегают близко от поверхности (менее 2—3 м), формируются гидроморфные почвы (луговые, болотно-луговые, болотные). Почвы с минерализованными грунтовыми водами засоляются, а при высоких степенях минерализации превращаются в солончаки.

Подчиняясь закону широтной зональности, глубина залегания грунтовых вод нарастает по мере движения с севера на юг, от тундровой зоны к пустынной. Внутри каждой зоны уровень грунтовых вод определяется рельефом и составом грунтов, от которых зависят условия притока и оттока грунтовых вод. В пустынных равнинах Средней Азии грунтовые воды залегают глубоко и лишь на нижних речных террасах и в депрессиях уровень их не превышает 0—3 м.

На подгорных равнинах у подножья гор выделяются гидрогеологическая зона погружения и глубокого залегания грунтовых вод. По мере удаления от гор, выполаживания и смены грубообломочных грунтов мелкоземистыми в связи с ухудшением условий подземного оттока грунтовые воды приближаются к поверхности и местами выклиниваются в виде родников. Эти части покатостей выделяют как гидрогеологическую зону напорно-восходящих вод — зону выклинивания. Нижние части покатостей с затрудненным оттоком напорно-восходящих грунтовых вод и преимущественным расходом их на испарение и транспирацию называют гидрогеологической зоной рассеивания грунтовых вод. Орошение на плоских или слабоуклонных равнинах с недостаточной естественной дренированностью, определяющей слабый отток грунтовых вод или даже их бессточность, вызывает вторичный подъем грунтовых вод, заболачивание и засоление почв. В условиях искусственного орошения большое влияние на глубину залегания грунтовых вод оказывают поливы, фильтрация вод из каналов и искусственное регулирование их уровня дренажными устройствами (открытый и закрытый горизонтальный и

вертикальный дренаж). В зависимости от условий, (питания и расходования различают пять основных типов режима грунтовых вод: климатический, аллювиальный, сазовый, гидрогеологический, смешанный, ирригационный [59; с.5-44, 77; с. 34-36].

**Климатический.** При этом типе режима грунтовых вод повышение их уровня связано с атмосферным увлажнением, а понижение — с расходом на испарение и транспирацию. Он свойствен районам с близким залеганием грунтовых вод и слабым подземным притоком и оттоком при слабой дренированности территории. Для областей с аридным и семиаридным климатом наиболее высокое стояние грунтовых вод наблюдается весной, а наиболее низкое — осенью. Амплитуда колебания глубин грунтовых вод зависит от количества выпадающих осадков и стока грунтовых вод, глубины залегания и расхода на испарение, связанным с сезонным ходом температур, относительной влажностью воздуха и ветровым режимом. Большое влияние на колебание уровня оказывает десукция, величина которой зависит от характера растительности. Наибольшее количество влаги на построение тканей потребляют древесно-кустарниковые породы, луговые и болотные травы, а из культурных травянистых растений люцерна.

**Аллювиальный тип** свойствен речным долинам. Колебания уровня грунтовых вод связаны с изменением горизонтов воды в реке, то питающей, то дренирующей грунтовые воды нижних террас. На периодически затопляемых террасах и в современных дельтах большую роль в питании грунтовых вод играет паводковое затопление.

**Сазовый тип** распространен на подгорных равнинах с напорно-восходящими водами. Колебания уровня грунтовых вод связаны с изменением напора, определяемого подтоком вод с области их питания при затрудненном оттоке.

**Гидрогеологический тип режима** характерен для территорий с глубоким залеганием грунтовых вод, при котором питание идет за счет притока и отчасти конденсации, а расход за счет оттока и частично внутрипочвенного испарения. Амплитуда уровня зависит от величины притока и оттока вод.

**Смешанный тип режима** свойствен районам с неглубоким залеганием грунтовых вод, где питание их связано с просачиванием атмосферной влаги и подземным притоком, а расход — с испарением, подземным оттоком и транспирацией. Колебания уровня зависят от соотношения прихода и расхода грунтовых вод. Различают (В. А. Ковда) подтипы режима грунтовых вод, компенсированных подземным стоком при глубоком их залегании, компенсированных оттоком и транспирацией растительностью при залегании ниже критической глубины и компенсированных испарением и транспирацией при близком залегании и плохом подземном оттоке.

**Ирригационный тип режима** грунтовых вод свойствен орошаемым территориям, где в питании грунтовых вод помимо подземного притока и просачивания атмосферной влаги участвуют фильтрационные воды из каналов и оросительные воды, подаваемые на поля. При ирригационном типе различают подтип прогрессивно-повышающихся грунтовых вод на вновь осваиваемых под орошение территориях. Фильтрация воды из каналов и поливной воды на полях не компенсируется их оттоком и уровень грунтовых вод из года в год повышается. Передача гидростатического напора и растекание вызывают постепенное расширение зоны действия канала на грунтовые воды. С приближением их до глубин промачивания почв оросительной водой увеличивается просачивание оросительных вод на полях. Фильтрационные потери воды из каналов достигают громадных величин – 40-60% и больше от головного водозабора. При подъеме грунтовых вод до глубин 1-2 м и ближе основную роль в питании их начинают играть оросительные воды.

Большое влияние на режим грунтовых вод оказывают водно-физические свойства почв: водопроницаемость, влагоемкость, водоотдача, испарение, определяемые механическим и структурным составом и плотностью их сложения. Подъем грунтовых вод идет тем быстрее, чем лучше водопроницаемость и структурность почв и наоборот. Падение же уровня грунтовых вод зависит от величины

испарения, капиллярных свойств почв и грунта, температур, влажности, ветрового режима затенения почв растительностью.

Испарение грунтовых вод прекращается в зависимости от характера грунта при различной глубине их залегания. Так, на светлых сероземах Голодной степи, развитых на лёссах, испарение грунтовых вод прекращается при понижении их уровня до 3,5—4 м, на луговых почвах Ферганской долины, развитых на тяжелых пролювиальных суглинках — при глубине 2 м, на луговых почвах Муганской степи, развитых на слоистых суглинках (Северная Мугань)—при глубине 1,3 м. На песчаных почвах испарение идет весьма ослабленно при глубине грунтовых вод 0,6—0,8 м и прекращается при глубине 1—1,2 м. Величина испарения при разной глубине грунтовых вод на полях зависит также от характера растительности (табл. 4.1.1).

**Таблица 4.1.1.**

**Величины испарения при разной глубине грунтовых вод по различным фонам**

Фон	Глубина грунтовых вод, м	Испарение, м <sup>3</sup> /га
Залежь, засоленная без растительности	0,5	2538
	1,0	1020
	1,5	385
Залежь, слабо засоленная с естественной растительностью	0,5	20265
	1,0	12942
Люцерник	1,0	20450
Хлопчатник	1,0	6155
	1,5	3665

Из таблицы видно, что почвы, занятые растительностью, особенно травами, теряют много воды на транспирацию, причем потери влаги на люцернике в три раза больше, чем на хлопковом поле.

Режим грунтовых вод во многом зависит от режима орошения — числа поливов, поливных и оросительных норм. Так, в степной зоне зерновые и пропашные культуры испытывают потребность в оросительной воде в период летней засухи. В этих условиях часто ограничиваются увлажнительными поливами осенью или зимой, а при сильных засухах достаточно дать 1—2 вегетационных полива

невысокими нормами. Поэтому поливы влияют на режим грунтовых вод лишь при близком их залегании. Изменение естественного режима грунтовых вод связано с потерями воды на фильтрацию из каналов. Потери эти можно резко снизить, если закрыть каналы на неполивной период, шире применять полив дождеванием, при котором резко снижается протяженность оросительной сети, подавать воду по лоткам, трубопроводам и каналам с противофильтрационным покрытием.

В полупустынях и пустынях с жарким сухим климатом возделываемые культуры получают за вегетационный период 4—5—7 поливов, а на легких почвах и больше, поэтому подъем грунтовых вод происходит быстро, особенно при слабом оттоке их и избыточном орошении.

Даже если устранить фильтрацию воды из оросителей, подавая ее по лоткам и трубам, подъем грунтовых вод происходит за счет фильтрации из магистральных каналов, обычно не забетонированных. Кроме того, прекращается испарение грунтовых вод при увлажнении почв поливами, на грунтовые воды наслаиваются конденсационные воды, в результате нисходящего движения парообразной влаги при значительном температурном градиенте. Все это также приводит к подъему грунтовых вод.

На режим грунтовых вод влияют сооружаемые для регулирования речного стока водохранилища. При сезонном их заполнении даже в условиях утяжеленных грунтов неизбежен медленный подъем грунтовых вод, охватывающий с течением времени большие площади, удаленные от водохранилища на десятки километров. Спад грунтовых вод после спуска воды из водохранилища распространяется на небольшое расстояние и приостанавливается при заполнении его водой.

Поливы вызывают подъем грунтовых вод и на прилегающих к орошаемым оазисам неосвоенным территориям. Под действием гидростатического напора медленного растекания уровень их поднимается на значительном расстоянии от оазиса. Этот процесс особенно интенсивно идет на приоазисных землях при сбросе избыточных поливных и дренажных вод из оазисов на неосвоенные земли. Накапливаясь в понижениях, эти воды часто образуют

временные или постоянные озера и вызывают быстрый подъем грунтовых вод на прилегающих участках.

Геолого-геоморфологическое строение в низовьях Амударьи, обуславливает крайне затруднённые условия подземного оттока грунтовых вод. Формирование режима грунтовых вод характеризуется следующими особенностями:

- непосредственно под влиянием фильтрации из реки и крупных каналов и поэтому тесно связано с колебаниями уровней воды в них;

- на орошаемых землях под влиянием орошения и промывок, имеющих четко выраженный сезонный характер;

- режим грунтовых вод при отсутствии подземного притока – характеризуется совершенно малой амплитудой колебания.

За счет слабой естественной дренированности территории, вызванной очень малыми уклонами поверхности (0,0001 – 0,0002), и достаточно высокой влагопроводности (в горизонтальном направлении) сильно водопроницаемых прослоек песков и супесей, происходит передача гидростатического давления в грунтовых водах от рек и каналов, поливаемых и промываемых полей (подпор и выпор грунтовых вод) к близлежащим территориям. При отсутствии хорошего дренажа, возникают трудности понижения и отвода грунтовых вод, регулирования солевого режима почвогрунтов. Все вышеперечисленное, усугубляемое плохим техническим состоянием проводящей сети каналов и водоотводящих систем, нарушениями поливного режима и отсталой техникой полива, приводит к относительно неблагоприятному мелиоративному состоянию значительной части орошаемых земель низовьев Амударьи.

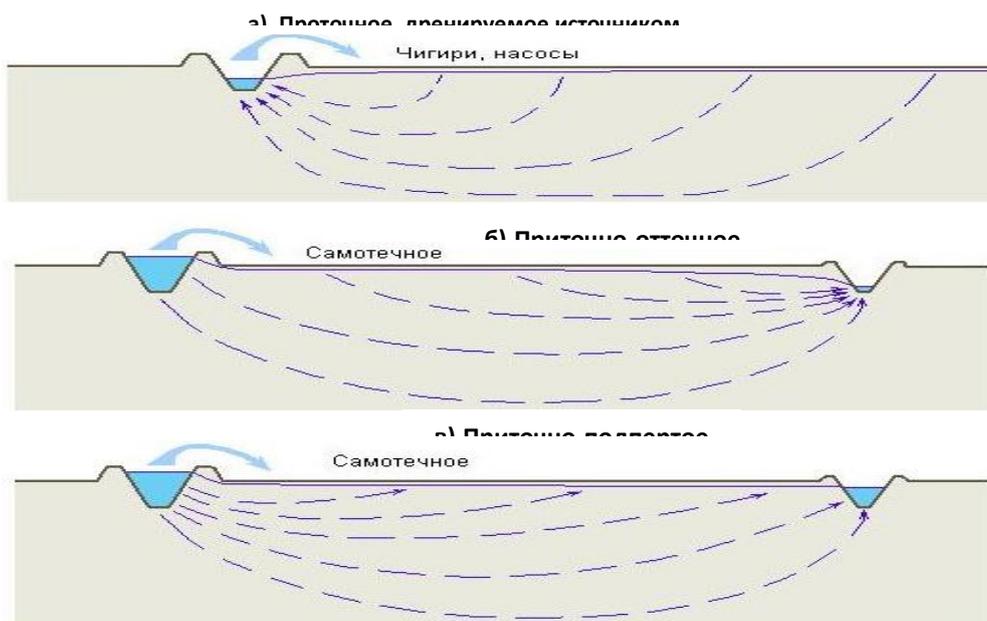
На фоне природных условий, характеризующихся высокими гидротермическими показателями климата, малой естественной дренированностью местности с очень плохими гидрогеологическими характеристиками, на фоне практически безуклонного рельефа местности создали условия способствующие развитию процессов соленакопления.

Вся история развития ирригации низовьев свидетельствует о том, что с повышением КЗИ вынуждено, увеличиваются трудности

поддержания благоприятного для произрастания сельхоз культур водно-солевого режима. В сложившихся хозяйственных условиях этот режим поддерживается мощными промывными поливами в не вегетационный период, практически, на всей орошаемой площади, поскольку любое поле не получившее таких поливов (промывок) будет являться как бы зоной разгрузки грунтовых вод от соседних (промытых) полей.

Когда- то ирригационные системы Хорезма существовали на чигирном орошении, которое потом было заменено машинным водоподъёмом. В этот период подводящие системы одновременно выполняли роль водоотводящих, а вынужденное «нормирование» водоподдачи исключало возможность переполивов. Тех мелиоративных проблем, которые существуют сейчас, тогда практически не было.

Современное состояние систем орошения в Хорезме можно проиллюстрировать рисунком 4.1.1. Затруднённый водоотвод и подпоры на коллекторах приводят к ситуации, когда уровни грунтовых вод высоки, и, в связи с высоким коэффициентом земельного использования, отток их вообще невозможен. Их усиленное расхождение на испарение приводит к сильному засолению почв и угнетению растений. В этих условиях регулирование водно-солевого режима крайне затруднительно.



**Рисунок 4.1.1. Пути движения грунтовых вод в различных условиях подвода оросительной воды и отвода грунтовой.**

По сравнению с другими областями Узбекистана, удельные показатели водозабора и водоотведения в Хорезмской области рекордно высоки. Причиной тому являются посевы влаголюбивой культуры риса, занимающего в отдельные годы до 40 тыс. га орошаемой площади.

Потребная оросительная норма риса – достигает 30 и более тыс. м<sup>3</sup>/га. Сбрасываемая с рисовых полей вода, с помощью откачки насосами из коллекторов подается обратно на поля. Таким образом, ясной картины реальной водоподачи и водоотведения представить невозможно (таб.4.1.1). С учетом посевов риса, и биологической потребности растений безвозвратное водопотребление явно заниженное, что позволяет предположить низкую эффективность использования оросительной воды на полях, т.е. несоблюдение режимов орошения и равномерности поливов.

В результате ряда причин: выращивания риса, подпора коллекторов, массовых промывок земель весной (при недостаточной дренированности, плохом естественном оттоке воды с территории и неудовлетворительном состоянии коллекторов (рис 4.1.2), грунтовые воды в Хорезме почти круглый год находятся близко к поверхности. Близкие грунтовые воды очень «выгодны» для выращивания риса, но совершенно неприемлемы для выращивания хлопчатника (рис.3.3). Близкое расположение грунтовых вод в корне меняет режим поливов хлопчатника, и, хотя по почвенным особенностям Хорезма требуется большое количество поливов, в практике это не соблюдается: земледельцы уже много лет применяют субиригацию, использование грунтовых вод для покрытия потребности в воде растений хлопчатника. Удивительно, что большие объемы среднегодового водоотведения практически почти не влияют на положение грунтовых вод, что косвенно может свидетельствовать об их подпоре, создаваемом искусственно.

Исследованиями САНИИРИ (Широкова и др.), было установлено, что: чем ближе к поверхности почвы грунтовые воды, тем больше их участие в водопотреблении растений, тем

меньше потребность сельскохозяйственных культур в оросительной воде, что способствует сокращению числа вегетационных поливов и связанных с ними междурядных обработок почвы. Но, при таком орошении происходят также такие отрицательные явления, как: оплывание откосов и заиливание коллекторов после снятия подпора, как результат интенсивного стока выклинивающихся в коллектор грунтовых вод при интенсивной работе их уровня. Это является причиной необходимости ежегодного проведения большого объема работ по их очистке. Кроме того, за счет высокого стояния грунтовых вод, происходит интенсивное накопление солей в верхних слоях почвы.

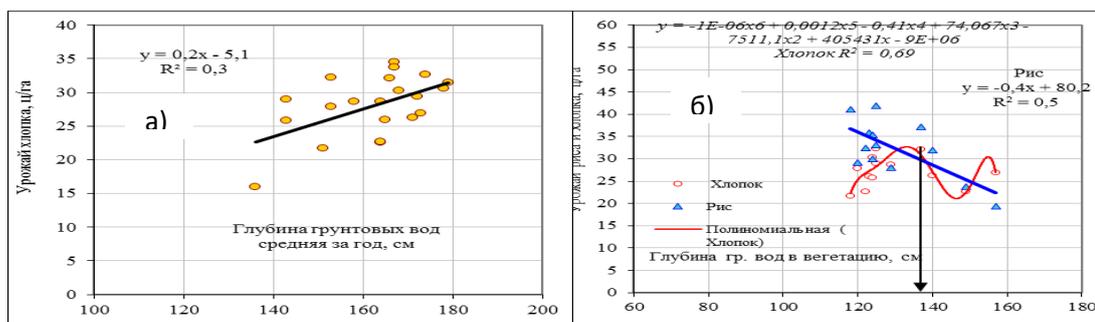
За счет близкого расположения минерализованных грунтовых вод в вегетацию хлопчатник, находится в состоянии постоянного солевого стресса, покрывая потребность в воде за счет некачественной (соленой) грунтовой воды. При среднегодовом расположении грунтовых вод ниже 140 см, имеется тенденция к росту урожая, а при средне вегетационном менее 130 см, - отмечено падение урожая (рис.4.1.2).

**Таблица 4.1.2.**

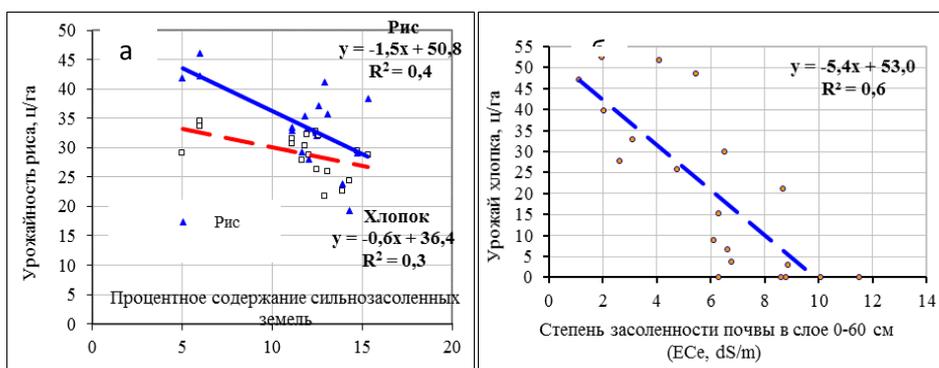
**Сравнительные данные о глубинах грунтовых вод на 1 апреля**

Республика, область	Средневзвешенная глубина грунтовых вод на 1 апреля, м			
	1996 год	2000 год	2003 год	2004 год
Бухара	2,40	2,35	2,71	2,26
Хорезм	1,23	1,39	1,25	1,31
РК	1,65	1,71	2,20	1,97
По республике	2,92	2,84	2,88	2,81

**Рисунок 4.1.2. Зависимость урожая хлопка и риса от глубин грунтовых вод**



Несмотря на то, что грунтовые воды имеют невысокую минерализацию (средневзвешенная по области 2,8-3,1 г/л), при высоком испарении и близком расположении от поверхности, они по разным источникам, покрывают до 60 -80 % эвапотранспирации, т.е. доставляют в корнеобитаемый слой до 5000 м<sup>3</sup>/га воды или более 10 тонн/га солей, а если учесть, минерализацию оросительной воды (около 1 г/л), то эта цифра по расчету будет еще выше. Практически засоление – это главный результат не оптимального управления водными ресурсами Хорезма, вследствие которого имеются значительные потери урожая хлопчатника и других сельскохозяйственных культур (рис.4.1.3). Распространение засоленности, связанное с близким расположением грунтовой воды, для Хорезмской области имеет устойчивый характер во времени. Причем земли со средним и сильным засолением (на осенний период), превышают 40 %, а в отдельные. Опытами САНИИРИ 2004, 2005 годов получена зависимость урожая от засоления почвы при близких грунтовых водах в условиях Хорезма (рис.4.1.3. б). Полученная зависимость показывает, что при увеличении засоления на 1 dS/m биологическая урожайность хлопчатника снижается на 5,4 ц/га, что составляет потери урожая -10 % годы и 50 % орошаемых земель. Такая же примерно картина наблюдается по отдельным районам области.



**Рисунок 4.1.3. Влияние засоления почв Хорезма на урожай хлопчатника и риса:**

- а) построено на основе данных ГГМЭ по районам;*  
*б) Опытные данные Полуашовой Г.*

Стоит проанализировать более глубоко, почему количество высокозасоленных земель резко снизилось после двух маловодных лет (с 2002 года), возможно, что вынужденная водная дисциплина, привела к меньшему сезонному накоплению, или увеличилась свободная емкость почвогрунтов, вследствие более глубокого залегания грунтовых вод и промывка была более эффективной.

Ежегодно в феврале - апреле в области проводятся промывки засоленных земель практически на всей орошаемой площади, за исключением площадей, занятых озимой пшеницей. Удельная протяженность внутрихозяйственного дренажа 38,5 пм /га (в среднем по области). Сможет ли этот дренаж (в самом благоприятном случае) своевременно отвести промывную норму, которая в среднем за ряд лет составляет 3,8 тыс. м<sup>3</sup>/ га? Сомнительно. Не зря же на 1 апреля грунтовая вода, (в среднем по области) залегает на глубине 1,3- 1,4 м. Эффективность таких промывок низкая, но и без них не обойтись. Надо искать выход из замкнутого круга.

Несмотря на проводимые промывки, в условиях неудовлетворительной работы дренажных систем, борьба с засолением (которое быстро реставрируется при высоком испарении) продолжается весь вегетационный период. В условиях близкого стояния грунтовых вод, влажность почвы в слое 0-60 см почти не опускается ниже 70 % от ППВ, а проводят полив по состоянию растений, которые испытывают стресс из-за высокой концентрации солей в почвенном растворе, превышающей 20 г/л.

Профили влажности почвы, изученные на хлопковых полях в опытах, показывают, что ниже слоя 0- 60 см, почва насыщена свыше ППВ в течение всей вегетации. При этом (помимо солевого стресса) растения хлопчатника постоянно находятся в условиях дефицита почвенного воздуха, не способствующих нормальным биологическим процессам.

#### **4.2 Изменение минерализации и химического состава грунтовых вод на орошаемой территории Республики Каракалпакстан**

Геологическое строение дельты Амударьи на территории Каракалпакии состоит из многих видов и типов отложений мелового, третичного и четвертичного периодов. Меловые отложения имеют место на правом берегу реки. Третичные отложения встречаются у Тюямюня, Кызылкумов, Устюрта и в других районах в виде отложений красных и красно-желтых глин.

Четвертичные отложения широко распространены повсеместно на территории современной и формирующейся дельты р. Амударьи и состоят из песков, супесей, суглинков и глин приносимых водой. Эти отложения имеют сравнительно хорошую водопроницаемость, рыхлость строения, неустойчивость к процессам разлива. Четвертичные отложения являются объектом мелиорации в которых формируются грунтовые воды и их режим.

Сложность геологического строения дельты р. Амударьи, наличие и хозяйственное использование орошаемых земель в дельте обуславливает особенности ее гидрогеологического условий формирования режима грунтовых вод. В плане проведения гидроэкологического мониторинга большой практический интерес вызывает анализ минерализации и состояния грунтовых вод за многолетие (табл. 4.2.1).

Гидроэкологический мониторинг грунтовых и поверхностных вод Южного Приаралья с использованием ГИС-технологий. / Современное состояние подземных вод: проблемы и решения. / Материалы Международной научно-практической конференции. ГИДРОИНГЕО / Государственный комитет РУз по геологии и минеральным ресурсам, Ташкент- 2008, с. 38-39.]

Анализ имеющихся данных гидрогеологическо-мелиоративной обстановки по динамике грунтовых вод на орошаемых землях показал, что высокие уровни грунтовых вод наблюдаются в марте и апреле, в период интенсивных промывных поливов, по окончании промывов происходит некоторое падение уровня. По условиям формирования грунтовых вод низовья р. Амударьи отличаются от остальных оазисов Узбекистана тем, что главная речная артерия здесь проходит по командным отметкам территории, формируя потоки грунтовых вод, движущиеся от реки в глубь оазиса.

**Таблица 4.2.1**

**Внутригодовое изменение уровня грунтовых вод орошаемой территории Каракалпакии за многолетний период за 1990-2021 гг.**

<b>Қорақалпоғистон Республикаси</b>	1990	238	225	174	171	181	193	184	186	216	245	253	228	208
	1991	217	215	190	175	173	182	183	178	197	217	234	220	198
	1992	210	196	181	170	169	171	169	169	177	200	215	204	186
	1993	195	192	181	167	166	167	164	164	177	202	216	225	185
	1994	229	233	220	162	162	164	168	164	172	195	203	207	190
	1995	202	197	176	174	184	191	189	185	195	216	226	218	196
	1996	211	215	202	170	172	177	173	168	172	194	211	211	190
	1997	204	205	184	183	184	192	188	191	196	214	234	244	202
	1998	247	251	220	183	176	184	182	174	181	205	213	203	202
	1999	186	187	181	184	185	181	185	177	179	204	217	214	190
	2000	199	191	181	182	196	203	205	235	275	300	310	317	233
	2001	320	322	293	293	312	327	333	349	408	430	444	452	357
	2002	456	446	402	400	376	342	315	299	281	287	288	298	349
	2003	284	264	240	237	228	195	190	187	195	218	234	240	226
	2004	234	219	202	209	214	208	204	198	202	229	243	252	218
	2005	243	230	210	204	208	201	198	192	201	222	227	224	213
	2006	221	221	202	200	207	197	192	193	197	223	227	235	210
	2007	213	210	201	193	203	204	198	195	203	220	230	235	209
	2008	233	240	225	207	219	229	233	248	283	311	321	329	256
	2009	342	345	313	310	307	285	265	249	245	254	262	255	286
	2010	234	243	231	225	224	216	200	193	201	225	234	227	221
	2011	223	230	224	219	227	237	241	248	258	265	277	276	244
	2012	265	270	246	218	225	217	208	203	212	231	239	231	231
	2013	234	214	207	209	218	232	229	218	222	240	254	252	227
	2014	244	253	233	211	220	233	228	219	221	240	253	257	234
	2015	231	231	214	216	222	220	213	202	205	225	235	221	220
	2016	207	206	186	199	208	213	206	199	212	231	244	230	212
	2017	215	225	205	196	203	204	198	193	203	221	234	233	211
	2018	213	216	188	191	214	226	231	240	250	265	280	272	232
	2019	248	241	215	213	209	208	204	201	208	222	236	227	219
	2020	204	212	201	200	205	210	212	229	245	260	270	280	227
2021	286	278	248	241	247	248	253	261	271	282	297	0	243	

Сложность геологического строения дельты р. Амударьи, наличие и хозяйственное использование орошаемых земель в дельте обуславливает особенности ее гидрогеологических условий формирования режима грунтовых вод. В плане проведения гидроэкологического мониторинга большой практический интерес вызывает анализ минерализации и состояния грунтовых вод за многолетие.

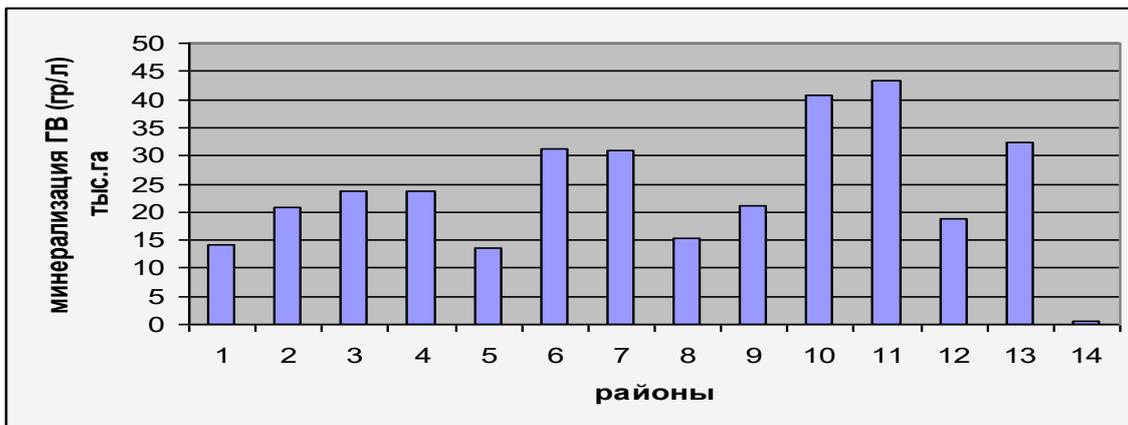
На орошаемой площади размером 515,3 тыс.га грунтовые воды на глубине 0-1 м занимают 7,8 тыс. га; 1-1,5 м – 48,9 тыс.га; 1,5-2 м - 267,8 тыс. га; 2-3 м – 120,9 тыс.га; 3-5 м – 66,9 тыс.га; более 5 м – 2,25 тыс.га. Минерализация грунтовых вод изменяется следующим образом: 0-1 г/л занимает 2,7 тыс.га; 1-3 г/л занимает 439,7 тыс. га; 3-5 г/л – 72,8 тыс.га; 5-10 г/л - 6,06 тыс. га и более 10 г/л – 0,3 тыс.га.

Грунтовые воды, насыщающие толщу дельтовых отложений и почти лишенные общего стока, образуют обширный бассейн с неоднородными гидрогеологическими условиями. Неоднородность выражается в различии глубины залегания грунтовых вод, их минерализации, условий местного стока и зависит от питания, рельефа и литологического строения пород. В формировании подземных вод дельты основную роль играют сама река и ее притоки. Атмосферные осадки в питании грунтовых вод заметную долю составляют только весной на участках неглубокого залегания. Грунтовые воды расходуются преимущественно на испарение. Подземный сток имеет подчиненное значение, находясь в зависимости от местных литолого-геоморфологических условий. Участки более или менее хорошо выраженного местного подземного стока расположены у реки и ее притоков.

Периферические части дельты, вблизи Устюрта на западе и в Тахтакупырском районе на востоке, характеризуются обычно глубоким (ниже 10 м) залеганием грунтовых вод; испарение крайне ослаблено.

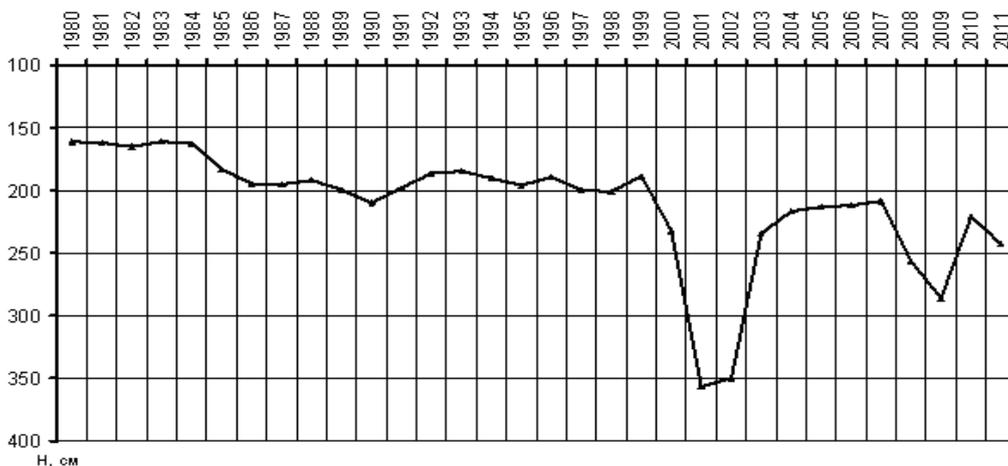
В пределах площадей вблизи Аральского моря, характеризующихся обилием часто меняющихся протоков реки, разливами и озерами, грунтовые воды залегают неглубоко (обычно не глубже 3 м). Местный подземный сток в этих частях дельты заметно выражен вдоль действующих русел (реки и ее протоков),

играющих роль источников, питания грунтовых вод. Подземный сток, направляющийся от русел в глубь береговой полосы, быстро затухает (у протоков на расстоянии нескольких сотен метров, а у главного русла реки—1—2 км), так как в большинстве случаев он осуществляется при неглубоком залегании грунтовых вод, которые на пути стока в значительном количестве испаряются.



**Рисунок 4.2.1. Минерализация грунтовых вод (1-3 г/л), осредненная за вегетационный период 2018 г. по районам Республики Каракалпакстан**  
**Номера районов:** 1- Турткуль, 2 – Эликкала, 3 – Беруни, 4 – Амударья, 5 – Ходжейли, 6 – Шуманай, 7 – Канлыккуль, 8 – Кунград, 9 – Нукус, 10 – Кегейли, 11 – Чимбай, 12 – Караузьяк, 13 – Тахтакупир, 14 – Муйнак.

График колебания грунтовых вод по Республике Каракалпакстан за период 1963-2011гг. приведен на рис. 4.2.2. Видно, что с 1980 по 1999гг. глубина грунтовых вод колебалась 210-180 см, а в маловодные годы 2000-2001гг. грунтовые воды опустились до 350-360 см.



**Рисунок 4.2.2. График колебания грунтовых вод по Республике Каракалпакстан за период 1980-2011гг.**

Структура регионального баланса грунтовых вод всей дельты от Тюямуяна до Арала (без учета орошения) характеризует бассейн как территорию естественного соленакопления приведена в табл.4.2.2.

Минерализация грунтовых вод в зоне застоя пестрая, наблюдается неравномерное распределение солей, которое зависит в основном от наличия местного подземного стока.

**Таблица 4.2.2.**

**Структура регионального баланса (м<sup>3</sup>/с) грунтовых вод всей дельты от Тюямуяна до Арала (без учета орошения) характеризует бассейн как территорию естественного соленакопления**

Приход		Расход	
Потери из р. Амударьи (без учета разливов)	320	Подземный отток	0
Атмосферные осадки	30	Суммарное испарение, повышение уровня грунтовых вод и возврат в реку	350
Подземный приток	0		
Итого	350		350

Наименьшей минерализацией обладают грунтовые воды приречной полосы и участков, прилегающих к протокам. При этом преобладающее значение имеют гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, а в непосредственной близости к водотокам гидрокарбонатные кальциевые воды. По мере возрастания общего содержания солей в воде, что особенно резко выражено в средних частях междуречных понижений, повышается содержание сульфатов и хлоридов, а в сильно минерализованных (40— 60 г/л) водах преобладают хлориды. Из катионов преобладают натрий и магний.

Наименьшей минерализацией обладают грунтовые воды приречной полосы и участков, прилегающих к протокам. При этом преобладающее значение имеют гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, а в непосредственной близости к водотокам гидрокарбонатные кальциевые воды. По мере возрастания общего содержания солей в воде, что особенно резко выражено в средних частях междуречных понижений, повышается содержание сульфатов и хлоридов, а в сильно минерализованных (40— 60 г/л)



районного понижения зеркала грунтовых вод при помощи откачек из скважин). Эти участки наиболее благоприятны и для локализации подземного, хотя и слабого, стока.

На территории бассейна выделяется согласно работам Н.Н.Ходжибаева несколько групп потоков грунтовых вод. А. Группа потоков грунтовых вод левобережья Амударьи. Располагается в западной части бассейна, на территории Приаральской части дельты Амударьи. Границы ее на востоке и юго-востоке проходят по Амударье, на юге – выходам коренных пород через выступ «Назымхан» до плато «Аккелин», на западе по чинку Устюрта, на северо-западе по сороковой гидроизогипсе, являющейся границей описываемого потока с потоком грунтовых вод со стороны оз. Судочье, на севере (условно) по линии современной формирующейся дельты.

Источники питания грунтовых вод фильтрационные потери поверхностного стока и инфильтрация атмосферных осадков. На отдельных участках в старых руслах в отложениях мела и четвертичного возраста наблюдаются линзы пресных вод с минерализацией до 1 г/л. Минерализация грунтовых вод увеличивается от зоны питания к зоне разгрузки от пресных до горько-соленых (от 0,5 до 50—60 г/л). Б. Группа потоков грунтовых вод современной Аральской дельты. Находится в северо-западной части бассейна. На западе она ограничена Амударьей, на севере современной формирующейся дельтой, на северо-востоке граница проходит вдоль юго-западного склона возвышенности Бельтау, на юго-востоке по пескам Табакум. Источники питания грунтовых вод фильтрационные воды временно и постоянно действующих водотоков и в некоторой степени инфильтрация атмосферных осадков.

Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 1—5 до 10—20 м. Минерализация изменяется от 0,5.(в зоне питания) до 10—50 г/л (в зоне разгрузки). В районе группы потоков преобладает процесс вертикального водообмена. Территория естественно слабо дренирована, а в нижней части, где испарение преобладает над стоком, недренирована. В. Группа потоков грунтовых вод северных склонов гор Султан-Уиз-Даг. Располагается в юго-восточной части описываемого бассейна. Источники питания грунтовых вод

поверхностные воды Амударьи, атмосферные осадки и перелив вод коренных отложений. Воды, отличаются слабой минерализацией (от 0,5 до 1,5 г/л) в старых руслах Амударьи и повышенной (до 10—15 г/л)—на песчаной равнине. В зонах питания грунтовые воды залегают на отметках 95—105 м, в зонах разгрузки — 40 м. Направление движения потока — с юга на север и северо-восток. Благодаря затрудненному подземному стоку, а также климатическим условиям района грунтовые воды расходуются в основном на испарение и транспирацию растениями. Незначительное количество вод расходуеться на подземный отток в сторону Сарыкамышской впадины. Несколько улучшен отток по руслам староречий. Минерализация грунтовых вод оазиса зависит от характера питания и расходования грунтовых вод и их связи с рекой. Минерализация варьирует от 0,5 до 5 г/л и выше.

Наименее минерализованные воды развиты вдоль Амударьинских староречий Дарьялыка и Даудана, наиболее минерализованные распространены главным образом за пределами оазиса. Это свидетельствует о существенном перемещении водных масс, следовательно, и солей внутри дельты под действием естественных геологических факторов.

Гидрохимический профиль на всей территории Присарыкамышской дельты имеет одну форму: некоторое повышенное значение минерализации у зеркала грунтовых вод, уменьшение ее в интервале 5—15—25 м и вновь увеличение с глубиной.

По химическому составу грунтовые воды изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных до хлоридно-сульфатных. Соотношение питания грунтовых вод с испарением определило особенности химического состава интенсивное накопление в грунтовых водах оазиса хлоридов.

Для территории бассейна характерно распространение грунтовых вод с глубиной залегания зеркала от 1—2 до 30 м. Наиболее близкое залегание уровня наблюдается в приамударьинской полосе; с удалением к ее периферии он погружается и в пустынной части дельты находится: на глубине свыше 15м.

Разгрузка грунтовых вод в левобережье происходит за счет испарения, транспирации и подземного оттока в сторону Сарыкамьшской котловины, частичная путем выклинивания в районе озер юга Хорезма, на Акчадарьинской дельте испарением, транспирацией и частично выклиниванием в оз. Ащиккуль.

В вертикальном профиле минерализация грунтовых вод также изменчива. Их опресняют через местный подземный сток фильтрационные воды Амударьи и ее притоков.

По данным мелиоративной службы МВХ РУз, земли со средней и сильной степенью засоления в Республике Каракалпакстан составляли в разные годы от 40 до 50% орошаемой территории, сильного - от 22,7 до 64,5 тыс. га, в Хорезме - от 12 до 39 тыс. га. Если такие земли оставить без промывки, то на них вообще невозможно получить урожай. Сезонное засоление зависит от глубины грунтовых вод, режима и технологии поливов в вегетацию хлопчатника. При недостатке подачи оросительной воды сверху и неудовлетворительном дренировании территорий к концу вегетации в верхнем корнеобитаемом слое накапливаются соли. Засоление - результат неоптимального управления водными ресурсами, вследствие которого имеются значительные потери урожая хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. Неудовлетворительное водоотведение способствует застою грунтовых вод, но основная причина подъем уровня грунтовых вод – большие потери воды из каналов и на полях, при поливах сельхоз культур.

Таблица 4.2.3.

## Средний уровень грунтовых вод орошаемой зоны по Республике Каракалпакстан за 2018 г.

№	Наименование мелиоративных систем	Районы	Годы	Месяцы												Среднее годовое количество грунтовых вод, см.
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Южная мелиоративная система	Турткул	2018	217	198	170	167	179	185	171	162	170	180	194	200	183
2		Элликкала	2018	220	201	173	175	184	188	176	166	177	191	206	214	189
3		Беруний	2018	196	158	137	138	154	169	162	150	153	173	197	200	166
4	Амударьинская мелиоративная система	Амударья	2018	164	139	134	146	166	177	150	135	146	171	191	166	157
5	Левобережная мелиоративная система	Ходжейли	2018	182	151	136	153	170	193	186	166	177	202	221	203	178
6		Шуманай	2018	199	165	169	176	185	215	229	214	215	224	229	217	203
7		Канлыккуль	2018	206	193	190	197	201	210	206	188	192	206	220	217	202
8	Левобережная мелиоративная система	Кунград	2018	196	173	184	176	190	204	198	184	171	178	178	195	186
9		Муйнак	2018	563	559	542	550	543	553	567	564	567	577	576	576	561
10	Правобережная мелиоративная система	Нукус	2018	242	226	235	230	228	233	220	222	226	248	262	254	236
11		Кегайли	2018	265	252	240	243	244	264	279	269	271	293	304	305	269
12		Чимбай	2018	212	173	175	189	202	227	236	218	229	259	275	287	224
13		Караузьяк	2018	189	188	190	178	190	205	204	196	207	220	237	252	205
14		Тахтакупыр	2018	224	219	220	211	213	221	217	217	222	232	243	255	225
<b>по Республике Каракалпакстан</b>			2013	234	214	207	209	218	232	229	218	223	240	252	253	227

Средний уровень грунтовых вод орошаемой зоны по Республике Каракалпакстан за 2018 г. приведен в табл. 4.2.3. Видно, что в пределах мелиоративных систем средний годовое количество грунтовых вод изменяется от 157 до 561 см.

## **Изменения уровня и минерализация грунтовых вод в 2017-2019гг.**

В процессе работы нами были собраны материалы по глубине залегания

(УГВ) и минерализация грунтовых вод орошаемой территории по административным районам с 1990 по 2019 гг.

В Турткульском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 171 см до 235 см, при этом среднегодовая минерализация равна 3,08 г/л.; При этом наименьшие глубины грунтовых вод наблюдались в апреле-августе: 170-189см.

В Элликальинском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 179 см до 258 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,46 г/л.; При этом наименьшие глубины грунтовых вод наблюдались в апреле-августе: 142-176 см.

В Берунийском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 133 см до 195 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,78 г/л.; При этом наименьшие глубины грунтовых вод наблюдались в апреле-августе: 115-151 см.

В Амударьинском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 137 см до 188 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,63 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 138 до 195 см.

В Шуманайском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 179 см до 488 см, при этом среднегодовая минерализация равна 3,12 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 197 до 214 см.

В Канлыкульском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 160 см до 428 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,62 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 175 до 228 см.

В Кунградском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 176 см до 378 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,29 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 150 до 221 см.

В Муйнакском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 252 см до 743 см, при этом среднегодовая

минерализация равна 6,00 г/л; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 521 до 568 см.

В Нукусском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 185 см до 297 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,33 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 170 до 243 см.

В Кегейлиском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 165 см до 365 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,98 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 207 до 265 см.

В Бuzатауском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 215 см до 485 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,98 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 409 до 612 см.

В Чимбайском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 172 см до 390 см, при этом среднегодовая минерализация равна 3,29 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 209 до 245 см.

В Караузьякском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 175 см до 452 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,93 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 163 до 214 см.

В Тахтакупырском районе за прошедшие годы уровень грунтовых вод изменялся от 192 см до 411 см, при этом среднегодовая минерализация равна 2,49 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 202 до 232 см.

За рассмотренные годы в целом по республике глубина грунтовых вод от 185 до 357 см, при этом среднегодовая минерализация равна 3,00 г/л.; При этом глубины грунтовых вод в течение года изменялись от 202 до 234 см.

#### **Выводы:**

- по условиям формирования грунтовых вод низовья р. Амударья отличаются от остальных оазисов Узбекистана тем, что главная речная артерия здесь проходит по командным отметкам

территории, формируя потоки грунтовых вод, движущиеся от реки в глубь оазиса;

- на орошаемой площади размером 515,3 тыс.га грунтовые воды на глубине 0-1 м занимают 7,8 тыс. га; 1-1,5 м – 48,9 тыс.га; 1,5-2 м - 267,8 тыс. га; 2-3 м – 120,9 тыс.га; 3-5 м – 66,9 тыс.га; более 5 м – 2,25 тыс.га. Минерализация грунтовых вод изменяется следующим образом: 0-1 г/л занимает 2,7 тыс.га; 1-3 г/л занимает 439,7 тыс. га; 3-5 г/л – 72,8 тыс.га; 5-10 г/л - 6,06 тыс. га и более 10 г/л – 0,3 тыс.га;

- за рассмотренные годы (2017-2019гг.) в целом по республике глубина грунтовых вод изменялась от 185 до 357 см, при этом среднегодовая минерализация равна 3,00 г/л;

- рассмотренные выше закономерности составляют теоретическую основу для прогнозов вторичного засоления почв и грунтов при длительном орошении. Было выявлено, что в настоящее время преобладает хлоридно-сульфатный тип вторичного засоления. При длительной эксплуатации оросительных систем и отмывке хлористых и сульфатных солей происходит уменьшение минерализации грунтовых вод, они метаморфизуются в обратном направлении;

- анализ имеющихся данных гидрогеологическо-мелиоративной обстановки по динамике грунтовых вод на орошаемых землях показал, что высокие уровни грунтовых вод наблюдаются в марте и апреле, в период интенсивных промывных поливов, по окончании промывов происходит некоторое падение уровня. Было выявлено, что в настоящее время преобладает хлоридно-сульфатный тип вторичного засоления. При длительной эксплуатации оросительных систем и отмывке хлористых и сульфатных солей происходит уменьшение минерализации грунтовых вод, они метаморфизуются в обратном направлении;

## **ГЛАВА V. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ КУЛЬТУР И ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩНО-СЕНОКОСНЫХ УГОДИЙ, А ТАКЖЕ ПРОМЫВКИ СИЛЬНОЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

### **5.1 Результаты, различных исследований по орошению сельскохозяйственных культур в условиях Республики Каракалпакстан**

В настоящее время нехватка оросительной воды для полива сельскохозяйственных культур создает напряженную обстановку в Республике Каракалпакстан и требует поиска дополнительных источников воды, пригодных для орошения, обводнения пастбищно-сенокосных угодий и дельтовых озер.

В условиях дефицита пресной воды в Республике Каракалпакстан в разные годы (1970- 2005гг.) были проведены научно-исследовательские и опытно-производственные работы по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение хлопчатника, риса, кормовых и овоще - бахчевых культур, а также для промывки засоленных земель, обводнения пастбищно-сенокосных угодий, дельтовых озер и выращивания рыбы в производственных условиях.

Для условий Республики Каракалпакстан, по данным ряда научно-исследовательских и проектно-изыскательских институтов (НПО «САНИИРИ», ККНИИЗ, «УзСувЛойиха», УзНИИРИС, УзНИИЖ и др.) гидромодульное районирование и режим орошения различных сельскохозяйственных культур с учетом особенностей механического состава почв, их фильтрационных характеристик, климатических особенностей территории, глубины залегания грунтовых вод, потребностей и сорта выращиваемых культур и других условий, в периоды освоения и вегетации оросительная норма полива колеблется от 2900 до 8500 м<sup>3</sup>/га (для хлопчатника) и от 27614 до 33615 (для риса) (Духовный, 1997; Икрамов, 1989,2000; Қурбанбаев, Аденбаев, Қурбанбаев, 1998; Разаков, 1992; Рамазанов, Қурбанбаев, Якубов, 1979 и др.) [6; с.156-160,8; с.15-27,31; с.42-44, 45; с.16-38,48; с.31-35,50; с.52-62,84; с.18-39].

Учитывая, что величина площади, пригодная для орошения, сейчас составляет более 500,0 тыс.га, то удовлетворить все посеы необходимым количеством воды является сложной задачей.

Несколько научно-исследовательских и проектно-изыскательных институтов разработали и продолжают разрабатывать нормативные документы по использованию воды, а также комплекс водосберегающих мероприятий, рассчитанный на перспективу, особенно в маловодные годы.

Недостаточное количество пресной воды при освоении и промывке земель, орошении сельскохозяйственных культур вызывает необходимость использования имеющихся резервных водных ресурсов, таких, как минерализованные коллекторно-дренажные, грунтовые или подземные артезианские и скважинные воды.

Как уже не раз отмечалось, на территории Республики Каракалпакстан имеются довольно значительные по размерам коллекторно-дренажные сети, такие, как Кызылкумский, Берунийский, ГЮКК, КС-1, КС-3, КС-4, Кунградский (ККС), Главный-левобережный (ГЛК), Устюртский и ряд других межхозяйственных и внутрихозяйственных коллекторов, сток которых формируется в пределах орошаемой зоны. Внутри отдельных хозяйств имеются дополнительные источники воды. Весь этот недостаточно учитываемый объем воды можно и нужно использовать для развития различных отраслей народного хозяйства.

В конце 1950-х годов вышли в свет публикации И.К. Киселевой, Р.А. Алимова, Г.А.Ибрагимова, в которых приводятся результаты поливов сельскохозяйственных культур (в основном хлопчатника) грунтовыми водами с минерализацией 3-5 г/л в Бухарской, Ферганской и других областях Узбекистана. Для нашей республики в 1960-1970 гг. эту проблему исследовали В.М. Легостаев и его ученики. Основываясь на этих исследованиях, ирригаторы пришли к выводу, что для орошения пригодна вода с минерализацией до 5-6 г/л, однако при этом необходимо выполнять определенные условия: поливать водопроницаемые почвы с легким

механическим составом. На более тяжелых почвах необходимо увеличивать величину поливных норм, построить дренаж.

А.Р. Рамазанов, А.Р. Ражабов (1980) рассмотрели перспективы использования минерализованных вод для орошения хлопчатника в различных областях Узбекистана, основываясь на результатах многолетних собственных наблюдений, авторы пришли к следующим выводам:

а) дренажную воду для поливов хлопчатника следует применять только в смеси с арычной (речной) водой; б) минерализация смешанной воды при орошении легко-среднесуглинистых почв не должна превышать 3-4 г/л, тяжелосуглинистых и глинистых — 2,0-2,5 г/л; в) до цветения хлопчатник лучше поливать арычной водой, после цветения — минерализованной. В 1982 г. САНИИРИ им. В.Д. Журина выпустило «Руководство по использованию дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур и промывки засоленных почв», разработанное Х.И. Якубовым, А.У. Усмановым, Н.И. Броницким. В нем приведены принципы оценки качества и количества дренажных вод, состава и объема мелиоративных мероприятий при использовании минерализованных вод для орошения и промывки, изложены принципы организации и планирования использования воды.

Т.П. Глухова и Г.А. Стрельникова (1983) выявили региональные показатели оценки минерализованных вод для орошения хлопчатника. Авторы рекомендуют использовать на полив хлопчатника, в зависимости от механического состава почв, воду со следующей минерализацией: для среднесуглинистых почв — 2,5-3,5 г/л, легкосуглинистых — 3,0-4,5 г/л, супесей и песков — 4,5-6,0 г/л, при орошении следует также учитывать химический состав поливных вод.

М.А. Якубов (1988) на основе многолетних опытных данных, проведенных в Андижанской области, пришел к выводу, что для орошения хлопчатника можно использовать коллекторно-дренажную воду с минерализацией до 3,0 г/л.

Р.М.Кошекков (2018) описал динамику мелиоративных процессов в Амударьинском и Ходжейлийском районах Каракалпакии в условиях дефицита водных ресурсов.

В результате обобщения перечисленных выше публикаций можно отметить, что ирригаторы Узбекистана при дефиците пресной оросительной воды в принципе положительно относятся к возможности повторного использования минерализованных коллекторно-дренажных вод для орошения различных сельскохозяйственных культур, но с учетом соблюдения различных требований.

**Результаты полевых исследований по поливам минерализованной воды в пределах Республика Каракалпакстан.** Имеющиеся полевые исследования по данной проблеме можно разделить на следующие: а) исследования, проведенные по поливу хлопчатника; б) по поливу риса, в) орошению кормовых и овоще - бахчевых культур, г) по обводнению пастбищно-сенокосных угодий и обводнению озер с учетом образования рыбных хозяйств и организации рыба производства.

**Орошение хлопчатника.** В 1979-1982 гг. А.У.Утеповым (1984) были проведены полевые опыты по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение хлопчатника на территории Ходжейлийского района. В опытах были испытаны различные варианты минерализации воды (0,70; 1,0; 2,0; 3,0 и 5,0 г/л) и было установлено, что, несмотря на увеличение оросительной нормы, происходило заметное соленакопление в почвах в конце трехлетнего опыта. При поливе хлопчатника минерализованной водой 5,0 г/л потеря урожая составила 3,5 ц/га. Поэтому автор предлагает использовать воду с минерализацией до 3,0 г/л.

**Орошение риса.** Д.Д. Матмуратов, А.Р.Рамазанов и К.А.Саятов (1984) описали результаты многолетних наблюдений за орошением риса минерализованными водами в пределах оросительной системы совхоза «50 лет ВЛКСМ» Нукусского района. В опытах были использованы следующие варианты: 1-й — орошение обычной речной водой (контроль); 2-ой — орошение риса до фазы кущения обычной водой, а в последующий период

дренажной, 3-й — орошение риса только дренажной водой. В среднем за три года (1980-1982 гг.) снижение урожайности риса при поливе только дренажной водой составило 9,71% или 5,7 ц/га по сравнению с урожайностью при поливе речной водой. Несмотря на это, авторы сделали вывод, что дренажно-сбросные воды рисоводческих совхозов с минерализацией 2,0-2,5 г/л можно повторно использовать для орошения риса, при этом нужно учитывать дренированность территории.

**Промывка засоленных почв.** Если по величине минерализации и химическому составу коллекторно-дренажные воды нельзя (или уже нет необходимости) использовать для полива сельскохозяйственных культур, их можно применять для промывок засоленных почв. Оптимальный срок для этого в условиях Узбекистана октябрь-январь. Плановые промывные нормы по данным Минсельводхоза РУз изменяются от 2,5 (в Самаркандском оазисе) до 6,8 тыс. м<sup>3</sup>/га в Республике Каракалпакстан.

В.А.Ковда (1984) считает, что для начального растворения и выведения солей из сильнозасоленных почв и солончаков (до 10% плотного остатка) можно применять воду с концентрацией 5-20 г/л. Промывной эффект зависит от состава и степени минерализации промывной воды. Промывку почв ведут до тех пор, пока не сравниваются концентрации почвенных растворов и минерализованной воды. Нужно отметить, что промывка почв минерализованными водами – сложный процесс, зависящий от множества факторов, главным образом от степени и типа засоленных почв, их механического состава и минерализации используемых для промывок вод и др.

Промывной эффект зависит от состава и степени минерализации промывной воды. Промывку почв ведут до тех пор, пока не сравниваются концентрации почвенных растворов и минерализованной воды. Нужно отметить, что промывка почв минерализованными водами — сложный процесс, зависящий от множества факторов, главным образом от степени и типа засоления почв, их механического состава и минерализации используемых для промывок вод и др.

Для условий Республики Каракалпакстан эта проблема была исследована А.У. Утеповым (1984). Промывки проводились на территории Ходжейлийского района. Засоленные почвы и солончаки опытных участков промывались следующей водой: а) речной с минерализацией 0,68 г/л; б) коллекторно-дренажной с минерализацией 5,0 г/л; и в) коллекторно-дренажной с минерализацией 10,0 г/л.

Промывки проводились в пять этапов, промывная норма была равна 2000 м<sup>3</sup>/га. Согласно проведенным исследованиям были получены следующие результаты: а) при промывках пресной водой (0,68 г/л) удаление солей из почв в % к исходному засолению составило 61,1-17,6 % в зависимости от этапа;

б) при промывках коллекторно-дренажной водой (5,0 г/л) удаление солей из почв в % к исходному засолению составило 44,4-3,73 % и в) при промывках коллекторно-дренажной водой (с минерализацией 10,0 г/л) удаление солей из почв в % к исходному засолению составило 39,7-5,6%.

В итоге автор отмечает, что расчетные значения промывных норм при различных значениях минерализации и содержания хлор иона достигли необходимого предела засоления расчетной толщи засоленных почв (для условий Республики Каракалпакстан этот предел составляет 0,03-0,04 % по хлор иону), на последнем, пятом этапе, необходимо проводить промывку обычной водой.

Специалисты НПО «САНИИРИ» и «ККНИИЗ» в течение ряда лет проводили полевые и производственные опыты по изучению эффективности эксплуатационных и капитальных промывных поливов орошаемых засоленных земель, для установления промывных норм.

Ими установлено, что в зависимости от величины исходного засоления и состава почв значения промывных норм колеблются от 4000 до 2500 м<sup>3</sup>/га.

В целом конкретных ограничений (по величине минерализации) при использовании минерализованных коллекторно-дренажных вод для промывок засоленных почв не выработано, так как в каждом отдельном случае это зависит не

только от содержания солей в промываемой воде, но и от механических, физических и химических свойств промываемых почв и пород.

Обобщая изложенное, можно считать, что для промывок лучше всего использовать воду с минерализацией до 5 г/л. При этом необходимо вести специальные наблюдения за состоянием засоления почв: нужно, чтобы при промывках на участках наблюдалось постоянное рассоление всей промываемой толщи почв и пород.

## **5.2. Использование минерализованных вод при выращивании кормовых и овоще - бахчевых культур**

В связи с актуальностью и важным практическим значением использования минерализованных вод для орошения различных сельскохозяйственных культур в конце 1990-х и в начале 2000 годов Каракалпакский отдел и отдел «Охраны водных ресурсов» НПО «САНИИРИ» организовали опытно-производственные участки на территории фермерских хозяйств «Каракалпак» и «Кенес» Чимбайского района, где были проведены исследования по выращиванию кормовых (сорго, кукуруза) и овоще-бахчевых (дыня, арбуз, томаты) культур с использованием для поливов минерализованных коллекторно-дренажных вод с участием Хожамуратовой Р.Т., 2007.

В хозяйстве «Каракалпак» на различных опытных полях были посеяны сорго и кукуруза (общая площадь, занятых каждой культурой была равна 4,0 га). Оросительная вода поступала из близ расположенного канала, а минерализованная вода из коллектора КС-1.

Во время проведения опытов были приняты следующие варианты поливов: а) оросительной водой из канала; б) коллекторной водой с минерализацией 1,0 г/л; в) коллекторной водой с минерализацией 2,0 г/л; и г) коллекторной водой с минерализацией 3,0 г/л. Нужная величина минерализации поливной воды достигалась путем смешения оросительной и коллекторной воды в специальных прудах.

На опытном участке в фермерском хозяйстве «Кенес» были посеяны дыня, арбуз и томаты, на общей площади 4,5 га. Оросительная вода поступала из близ расположенного канала «Ой салма», а минерализованная из коллектора КС-13. В зависимости от поливной культуры проводилось от трех до пяти поливов, при этом величина оросительной нормы изменялась от 2100 до 3500 м<sup>3</sup>/га.

Почвы опытных участков сложены тяжелыми грунтами: до глубины 2,5-3,0 м преобладают суглинки и глины. Величина плотности почв в зависимости от механического состава колеблется в пределах 1,4-1,6 г/см<sup>3</sup>. Анализ почвенных образцов, отобранных на опытных участках показал, что в целом содержание питательных элементов в почве недостаточно: максимальное количество гумуса, не превышающие 0,98 % сосредоточено в верхнем слое (0,20-0,40 м), а с глубиной оно резко уменьшается до 0,35-0,27 % («Приложение» 5). Уровень грунтовых вод на опытных полях в течение вегетационного периода колебался от 180 до 295 см. Минерализация грунтовых вод колебалась от 7,58 до 11,02 г/л, преобладающий химический состав их был хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН).

Всего на опытных полях фермерских хозяйств «Каракалпак» и «Кенес» было отобрано более 50 проб воды на химический анализ, которые были проведены соискателем в лабораториях Каракалпакского филиала НПО «САНИИРИ» и в институте Биоэкологии КО АН РУз.

Несмотря на более высокую минерализацию коллекторной воды по сравнению с оросительной средние величины урожайности кукурузы на опытном участке совхоза «Каракалпак» отличались незначительно: при орошении коллекторной водой в пределах 30-37 ц/га; при орошении сорго пресной водой урожайность изменялась в пределах 32-40 ц/га, а при орошении сорго пресной водой урожайность изменялась в пределах 32-42 ц/га, при орошении коллекторной водой в пределах 25-40 ц/га.

В итоге был сделан следующий вывод: в условиях острого дефицита оросительной воды коллекторные воды служат дополнительным источником для поливов и их можно использовать

для орошения кормовых культур (кукуруза, сорго и др.). Так как сорго по сравнению с кукурузой более солеустойчивая культура, ее выращивание для кормовых угодий при орошении коллекторными водами более целесообразнее, чем зерновые культуры. В конце уборки урожая нужно проводить профилактическую промывку тех почв, для которых использовалась коллекторная вода.

При проведении данных исследований также определялись минерализация и химический состав коллекторной воды, динамика влажности почвы, качество полученной продукции, цикл фенологических наблюдений за ростом и развитием выращиваемых культур, учет подаваемой воды, динамика уровня и минерализации грунтовых вод.

В табл.5.2.1. приведены сведения о минерализации и химическом составе оросительной (а) и коллекторно-дренажной (б) воды во время поливов опытного участка «Кенес». Состав оросительной воды хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевый (ХС-КН), а состав коллекторно-дренажной — хлоридно-сульфатно-магниево-натриевый (ХС-МН).

Об урожайности в ц/га выращиваемых культур можно судить на основании данных в табл.5.2.2. По уменьшению солеустойчивости выращиваемые культуры располагаются в следующей последовательности: сорго, дыня, кукуруза, арбуз и томаты.

Несмотря на то, что при поливе минерализованными водами урожайность выращиваемых овоще-бахчевых и кормовых культур практически не изменялась, мы советуем орошать подобной водой кормовые культуры 2-3 года, а овоще-бахчевые — 1-2 года, после этого нужно обязательно поменять место посева и провести промывку земель оросительной пресной водой. Затем в течение 3-6 лет использовать севооборотную систему и поливать только оросительной водой. до необходимой концентрации. Несмотря на более высокую минерализацию коллекторной воды (3,0 г/л) по сравнению с оросительной (до 1,0 г/л) средние величины урожайности дыни, арбуза, томата, сорго и кукурузы на опытных участках РК («Каракалпак» и «Кенес»),

отличались незначительно: при различных поливах дыни урожайность изменялось в пределах 261-272 ц/га, арбуза – 261-272 ц/га, томата – 478-482 ц/га, кукурузы 211-219 ц/га, сорго – 170-172 ц/га (рис.5.1.).

**Таблица 5.2.1.**

**Минерализация и химический состав оросительной (а) и коллекторно-дренажной (б) воды во время поливов опытного участка «Кенес»**

№ поли ва	Минерализация, г/л	Содержание главных ионов, в г/л					
		HCO <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sup>-2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>++</sup> K <sup>+</sup>
А) оросительная вода							
I	1,015	0,150	0,303	0,251	0,124	0,051	0,136
II	0,910	0,112	0,255	0,265	0,101	0,048	0,129
III	0,697	0,036	0,200	0,250	0,066	0,048	0,097
IV	0,999	0,148	0,278	0,267	0,111	0,048	0,147
V	0,984	0,146	0,300	0,210	0,120	0,048	0,160
Б) коллекторно-дренажная вода							
I	4,721	0,111	1,955	1,165	0,121	0,411	0,958
II	4,503	0,186	1,500	0,560	0,120	0,576	0,561
III	5,124	0,148	1,589	1,810	0,259	0,384	0,934
IV	4,680	0,124	1,900	1,160	0,100	0,408	0,954
V	5,291	0,184	1,681	1,801	0,261	0,408	0,957

\*при поливах смешивали оросительную воду с коллекторной

Таблица 5.2.2.

## Урожайность выращиваемых культур, в ц/га

Виды полива	Культура						
	дыня	арбуз	томаты	сорго		кукуруза	
				листочтебельная большая масса	зерно	листочтебельная масса	зерно
1. Полив оросительной водой (контроль)	470	261	481	212	33	170	29
2. Полив минерализованной водой с минерализацией 1,0 г/л	471	263	481	211	32	170	29
3. То же, с минерализацией 2,0 г/л	472	272	482	219	33	172	30
4. То же, с минерализацией 3,0 г/л	471	269	478	219	32	172	29

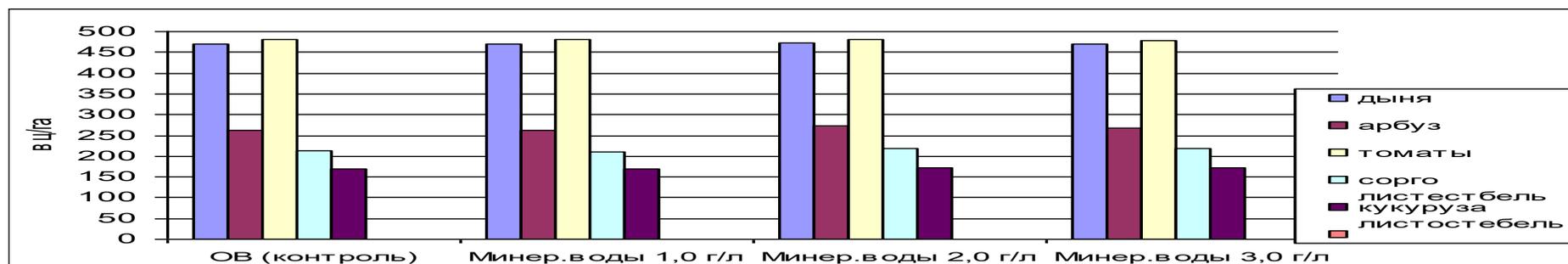


Рисунок 5.2.1. Урожайность выращиваемых культур на опытных участках

### **5.3. Использование коллекторно-дренажных вод при лиманном орошении тростника**

Дополнительно к использованию коллекторно-дренажных вод для выращивания кормовых и овоще-бахчевых культур нами предполагается использовать данные воды для лиманного орошения некоторых растений, в частности тростника.

Напомним, что лиманами называются западины и понижения, наполняемые весной талыми водами без устройства каких-либо искусственных сооружений. Искусственные лиманы представляют собой участки, на которых вода для увлажнения почвы задерживается при помощи искусственно создаваемых оградительных валов, перемычек, плотин и других сооружений. Нужно, отметить, что на практике в экологически экстремальных условиях в Южном Приаралье местами применяется искусственное лиманное орошение на естественных сенокосах, а также при посеве многолетних трав и некоторых видов кормовых культур.

В целях определения эффективности лиманного орошения с использованием коллекторно-дренажных вод было изучено выращивание тростника (*Phragmites australis Trin*) [60; с. 71-72]. Это ценное кормовое растение встречается в низовьях Амударьи, по берегам крупных каналов, озер, арыков, в поймах рек, в мелких низинах, временно заливаемых водой. Различные виды тростника (камыша) считаются кормовыми растениями.

В Каракалпакстане тростник является одним из основных кормовых растений, занимает первое место по заготовкам на сено. До 1960 г. тростник занимал более 1,5 млн.га. Почти круглый год он поедается всеми животными, особенно крупным рогатым скотом, лошадьми.

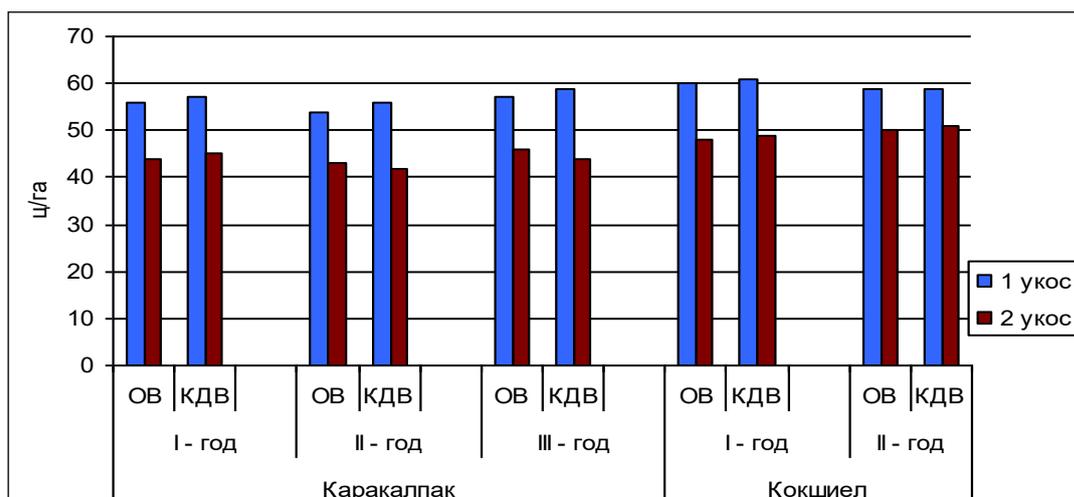
В Южных районах республики за вегетационный период тростник косят два-три раза, а в северных районах - два раза. Силос из тростника более питателен, чем сено.

Нужно отметить, что в республике многие хозяйства изготавливают камышовые плиты для строительства различных объектов. В Муйнакском, Кунградском, Бозатауском, Кегейлийском, Чимбайском, Караузьякском районах тростник используют на топливо.

Тростник также является пищевым продуктом. Его корневище содержит крахмал, в стеблях имеется углевод, а в листьях обнаружен витамин С (аскорбиновая кислота) и кератин. Отвар, приготовленный из корневища тростника, пьют как мочегонное и патогенное средство.

В последние годы в Республиках Центральной Азии тростник используют как биологический мелиоратор засоленных почв и биологический очиститель природных водотоков и водоемов от различных ядохимикатов и тяжелых металлов.

Учитывая, вышеизложенные были проведены опыты по изучению эффективности лиманного орошения тростника с использованием коллекторно-дренажных вод. Опыты проводились вдоль коллектора КС-1 на почвах среднего механического состава на территории бывших совхозов «Каракалпак» и «Кокшел» Бозатауского района Республики Каракалпакстан.



**Рисунок 5.3.1. Урожайность зеленой массы тростника на опытных участках «Каракалпак» и «Кокшиел»**

В ходе проведенных работ по использованию оросительных (контроль) и коллекторно-дренажных вод для лиманного орошения при выращивании тростника применялся 3-х разовый полив: 1-ый полив – нормой 1500 м<sup>3</sup>/га, 2-ой полив-нормой 1000 м<sup>3</sup>/га и 3-тий полив-нормой 500 м<sup>3</sup>/га, суммарная оросительная норма составила 3000 м<sup>3</sup>/га.

Результаты проведенных опытов показали, что при лиманном орошении коллекторно-дренажными водами тростника урожай его

зеленой массы на 1-2% больше, чем при орошении оросительной водой (контроль). Средняя урожайность зеленой массы достигала 100-110 ц/га. Это позволяет сделать вывод о том, что коллекторно-дренажные воды с минерализацией до 3,0-3,5 г/л можно использовать при лиманном орошении диких кормовых культур (рис.5.3.1. и табл. 5.3.1).

**Таблица 5.3.1.**

**Урожайность зеленой массы тростника при лиманном орошении на  
опытных участках совхозов «Каракалпак» и «Кокшел»  
(по К.А.Косназарову и Р.Т.Хожамуратовой, 2003)**

№	Источник полива	Центнеров /га		
		1 укос	1 укос	Всего за год
Фермерское хозяйство «Каракалпак», 1-ый год				
1	Оросительной водой	56	44	100
2	Коллекторно-дренажной водой	57	45	102
2-ой год				
1	Оросительной водой	54	43	98
2	Коллекторно-дренажной водой	56	42	97
3-тий год				
1	Оросительной водой	57	46	103
2	Коллекторно-дренажной водой	59	44	103
Фермерское хозяйство «Кокшиел», 1-ый год				
1	Оросительной водой	60	48	108
2	Коллекторно-дренажной водой	61	49	110
2-ой год				
1	Оросительной водой	59	50	109
2	Коллекторно-дренажной водой	59	51	110

Коллекторно-дренажные воды можно также использовать для орошения некоторых растений на осушенном дне Аральского моря.

Опыты проводились на территории Муйнакского района (на высохших частях Аджибайского, Сарбасского и Муйнакского заливов), орошались солодка голая и саксаул (табл. 5.3.2.).

**Таблица 5.3.2.**

**Использование коллекторно-дренажных вод для орошения некоторых  
растений на осушенном дне Аральского моря**

№	Культура	При поливе коллекторно-дренажной водой с минерализацией 2,5-7,8 г/л		
		Надземная сырая масса	Подземная масса	Оросительная норма
1	Солодка голая	44-83 ц/га	4,1-8,0 т/га	900-1200 м <sup>3</sup> /га
2	Саксаул	Сухая масса 21-41 ц/га	Не изучена	900-1200 м <sup>3</sup> /га

## 5.4 Проведение исследований по использованию коллекторно-дренажных вод для орошения в 2015-2017гг.

Специалистами НИИИВП и КГУ имени Бердаха были проведены многолетние исследования по использованию коллекторно-дренажных вод для орошения некоторых солеустойчивых культур на осушенном дне Аральского моря, которые полностью соответствуют задачам, предусмотренным в Постановлении Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 г «О стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан». В разделе 3.3. которого указано: дальнейшее улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, развитие сети мелиоративных и ирригационных объектов, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий<sup>4</sup>.

В настоящее время на громадной орошаемой территории в Центральной Азии формируется 38-40 км<sup>3</sup> возвратных коллекторно-дренажных вод, что составляет 1/3 часть имеющихся всех поверхностных ресурсов данной территории. В Республике Узбекистан формируется 20-22 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод во всех административных областях. Как показывают литературные данные многих ирригаторов, эти воды повторно использовать для различных солеустойчивых культур [60; с.71-72, 61; с. 286-287].

Поэтому нами (НИИИВП и КГУ им.Бердаха) в течение 2015-2017 гг. были проведены полевые исследования по выращиванию солеустойчивых культур: сорго, сорго-суданская трава, Африканское просо на участках, расположенных на осушенном дне Аральского моря.

**Основная цель исследований.** Провести многолетние поливы минерализованной коллекторно-дренажной водой различных солеустойчивых культур на осушенном дне Аральского моря.

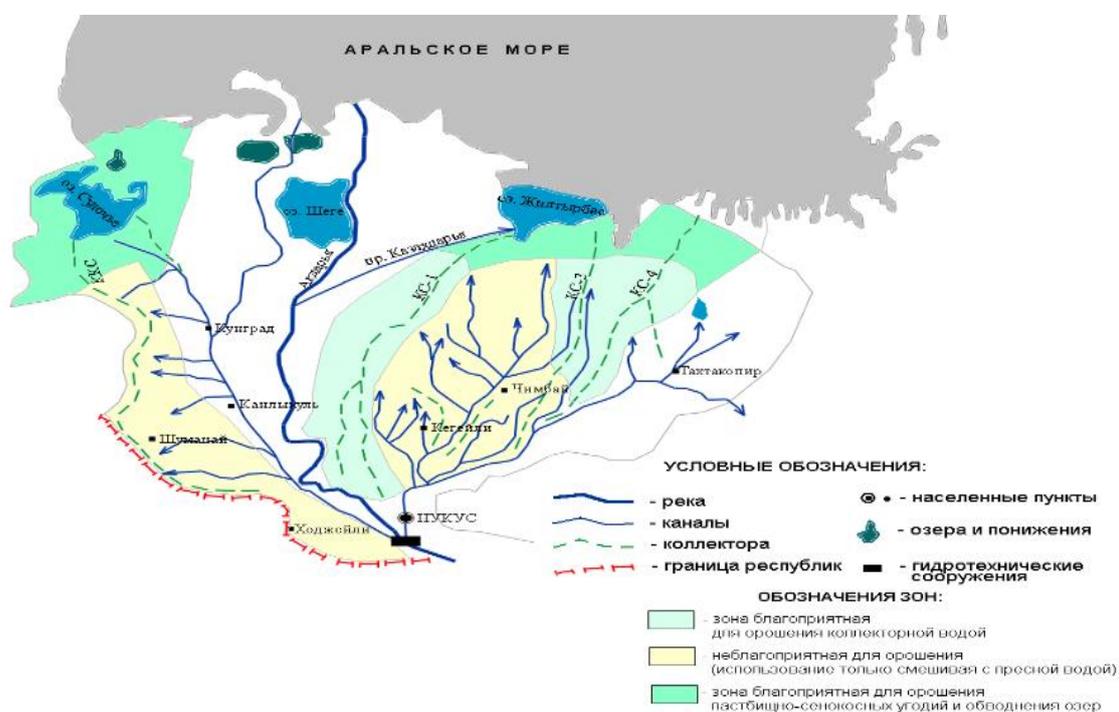
**Объекты исследований.** Опытный участок старого саксаульского питомника, расположен в Казахдарьинском

---

<sup>4</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» // [www.lex.uz](http://www.lex.uz).

хозяйстве вблизи осушенного озера «Тогиз торе» в Муйнакском районе Южного Приаралья, на конечном участке коллектора КС-1.

В связи с актуальностью и важным практическим значением использования минерализованных вод для орошения различных кормовых культур были организованы опытно-производственные участки, где были проведены исследования по выращиванию кормовых культур с использованием для поливов минерализованных коллекторно-дренажных вод. Были посеяны сорго (сорт Узбекистон-18), Сорго-суданская трава (сорт Чимбай-8) и Африканское просо (сорт Хашаки-1) и общая площадь, занятых каждой культурой была равна 0,27 га. Для посева кормовых культур вода поступала из близ расположенного коллектора КС-1.



**Рисунок 5.4.1. Схематическая карта Южного Приаралья с указанием основных магистральных коллекторов**

**Методика исследования.** Проведенные исследования осуществлялись по общепринятым гидрологическим, гидрохимическим и гидрометрическим методам. Засоление почвы определялось лабораторным методом.

При проведении данных исследований также определялись минерализация, химический состав коллекторной воды, динамика

влажности почвы, цикл фенологических наблюдений за ростом и развитием выращиваемых культур, учет подаваемой воды, динамика уровня и минерализации грунтовых вод.

Во время проведения опытов минерализация коллекторной воды изменялась от 2,02 г/л до 2,66 г/л. Химический состав воды был хлоридно-сульфатным магниево-натриевым (ХС-МН).

В зависимости от поливной культуры проводилось от трех до пяти поливов, при этом величина оросительной нормы воды изменялась от 2100 до 4000 м<sup>3</sup>/га.

Почвы опытных участков сложены тяжелыми грунтами: до глубины 2,5-3,0 м преобладают суглинки и глины. Величина плотности почв в зависимости от механического состава колеблется в пределах 1,4-1,6 г/см<sup>3</sup>.

Анализ почвенных образцов, отобранных на опытных участках показал, что в целом содержание питательных элементов в почве недостаточно: максимальное количество гумуса, не превышающие 0,98 % сосредоточено в верхнем слое (0,20-0,40 м), а с глубиной оно резко уменьшается до 0,35-0,27 % .Уровень грунтовых вод на опытных полях в течение вегетационного периода колебался от 180 до 295 см. Минерализация грунтовых вод колебалась от 7,58 до 11,02 г/л, преобладающий химический состав их был хлоридно-сульфатный-магниево-натриевый (ХС-МН).

Несмотря на более высокую минерализацию коллекторной воды по сравнению с оросительной средние величины урожайности сорго, сорго-суданской травы и африканского просо на опытном участке хозяйства «Казахдарья» отличались незначительно: при орошении коллекторной водой в пределах 30-37 ц/га; при орошении сорго пресной водой урожайность изменялась в пределах 32-40 ц/га, а при орошении с сорго-суданской травы пресной водой урожайность изменялась в пределах 32-42 ц/га, при орошении коллекторной водой в пределах 25-40 ц/га.

В итоге был сделан следующий вывод: в условиях дефицита оросительной воды коллекторные воды служат дополнительным источником для поливов и их можно использовать для орошения солеустойчивых кормовых культур (кукуруза, сорго и др.). Так как сорго по сравнению с кукурузой более солеустойчивая культура, ее

выращивание для кормовых угодий при орошении коллекторными водами более целесообразно, чем выращивание зерновых культур. После уборки урожая нужно проводить профилактическую промывку тех почв, для которых также нужно использовать коллекторную воду.

Были приведены в табличной форме сведения о минерализации и химическом составе оросительной и коллекторно-дренажной воды во время поливов опытного участка. Урожайность выращиваемых культур приведена в таблице 5.4.1.

**Таблица 5.4.1**

**Урожайность зерна выращиваемых культур, в ц/га**

Годы	Минер. колл. воды (КС-1) г/л,	Химический состав	Культура		
			Сорго (сорт Узбекистан он-18)	Сорго-суданская трава (сорт Чимбай-8)	Африканское просо (сорт Хашаки-1)
2015	2,66	ХС-МН	32,33	32,33	14,67
2016	2,10	ХС-МН	31,67	31,67	14,33
2017	2,02	ХС-МН	29,33	29,3	13,67

В конце проведенных исследований были проведены расчеты их экономической эффективности и величины чистой прибыли, получаемой с 1 га. выращиваемых культур (Сорго, Сорго-суданская трава, Африканское просо). например, ожидаемая чистая прибыль с 1 га сорго (сорта Узбекистан-18) составила 1320,0 тыс. сум.

**Рекомендации в производство:** в условиях дефицита пресной воды в Муйнакском районе в хозяйстве Казахдарья Республики Каракалпакстан было проведено прикладное исследование «Разработки технологии возделывания семян кормовых культур в экстремальных условиях Южного Приаралья» с использованием коллекторно-дренажных вод на орошения кормовых культур, а также для лиманного орошения диких кормовых культур (тростник и др.) на землях, расположенных вдоль коллекторов КС-1, КС-3 и др.



**Рисунок 5.4.2. Выращенный урожай сорго (сорт Узбекистон-18) на опытном участке на осушенном дне Аральского моря (2017 г.)**

Подобные исследования необходимо продолжить на конечных участках коллекторов КС-1, КС-3, ККС, ГЮКК и др., но для этого надо привлечь инвестиции не только национальных, но и зарубежных специалистов. Это позволит внести существенный вклад в преодолении последствий Аральского кризиса и улучшении жизни населения Южного Приаралья.

### **5.5. Результаты опытов по орошению сельскохозяйственных культур в 2017-2018гг.**

Основная цель организации данного опытного участка «Ойбек», Ходжейлийского района является определение влияния использования коллекторных вод с повышенной минерализацией на эффективность промывных поливов (табл. 5.5.1).

Почвы опытного участка староорошаемые, луговые, характеризуются исключительной пестротой литологического строения, как по профилю, так и по территории.

Механический состав почв опытно-производственного участка «Ойбек» в основном охватывает суглинки, супеси и прослойки песков (табл. 5.5.2., 5.5.3).

Таблица 5.5.1.

**Основная характеристика локального полевого опыта по промывке засоленных земель на ОПУ Республики Каракалпакстан**

Наименование локального опытного участка	Основное направление исследований по повышению эффективности промывки земель	Площадь, га	Почва	Засоление	Нормы промывки, м <sup>3</sup> /га
«Ойбек», Ходжейлийского района	Промывка с использованием коллекторных вод	3 по 0,11	Легкая	Среднее	2000 (на каждый полив)

Таблица 5.5.2.

**Механический состав почв опытно-производственного участка «Ойбек»**

Горизонт	Вес фракции						Название почв по Качинскому
	0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	
0-5	0,96	0,60	31,96	41,16	8,02	13,06	Суглин. легкий
5-20	0,55	0,36	25,33	48,8	6,80	12,04	Суглин. легкий
20-40	0,46	0,23	24,99	63,40	5,40	3,72	Супесь
40-60	2,22	0,31	13,03	67,80	10,26	3,14	Супесь
60-80	0,41	0,33	35,38	55,5	2,72	3,80	Песок связ.
80-100	0,22	0,82	72,58	23,4	0,88	1,80	Песок рыхл.

Таблица 5.5.3.

**Изменение объемной массы на опытном участке «Ойбек»**

Горизонты	0-5	5-20	20-40	60-80	80-100
объемная масса	1,50	1,55	1,48	1,48	1,45

Уровень грунтовых вод на опытном участке колеблется от 90 до 200 см от поверхности земли.

В целях установления закономерности изменения почвенных

процессов при промывке сильно-засоленных земель были проведены полевые опыты на территории ф/х «Ойбек», где изучались варианты с минерализацией промывной воды, равной 0,620 г/л (с использованием речной воды) и с использованием коллекторных вод с минерализацией 4,00 и 8,0 г/л при норме разовыми дробными нормами 2000 м<sup>3</sup>/га. Исходное содержание солей до промывки по плотному остатку 4,646% и 0,348% по хлор – иону (табл. 4.8). Солевой максимум сосредоточен на верхнем горизонте почв. По типу засоления оросительная вода относится к хлоридно-сульфатному типу.

С повышением минерализации поливной воды увеличивается содержание SO<sub>4</sub> и Na+K, а содержание Cl несколько снижается. После подачи воды нормой 2000 м<sup>3</sup>/га, по всему профилю наблюдается значительный вымыв солей. Далее опреснение происходит только в верхнем слое, а в нижних горизонтах, наоборот, наблюдается значительное накопление солей, что ярко выражено в первом варианте, где промывка производилась промывной водой с минерализацией 0,620 г/л. На остальных вариантах опытов наблюдается такая же картина (табл. 5.5.4.).

**Таблица 5.5.4.**

**Вымыв и накопление солей (%) по горизонтам на участке «Ойбек» при различных минерализациях поливной воды**

Горизонты	Вымыв + накопление (-) солей % по вариантам опыта по хлор – иону при различной минерализацией поливной воды.		
	M = 0,620 г/л	M = 3,804 г/л	M = 7,925 г/л
0 – 100	+94,38	86,32	82,55
100 – 200	-27,50	-19,60	+67,25
0 – 200	+61,4	+58,5	+76,43

Таблица 5.5.5

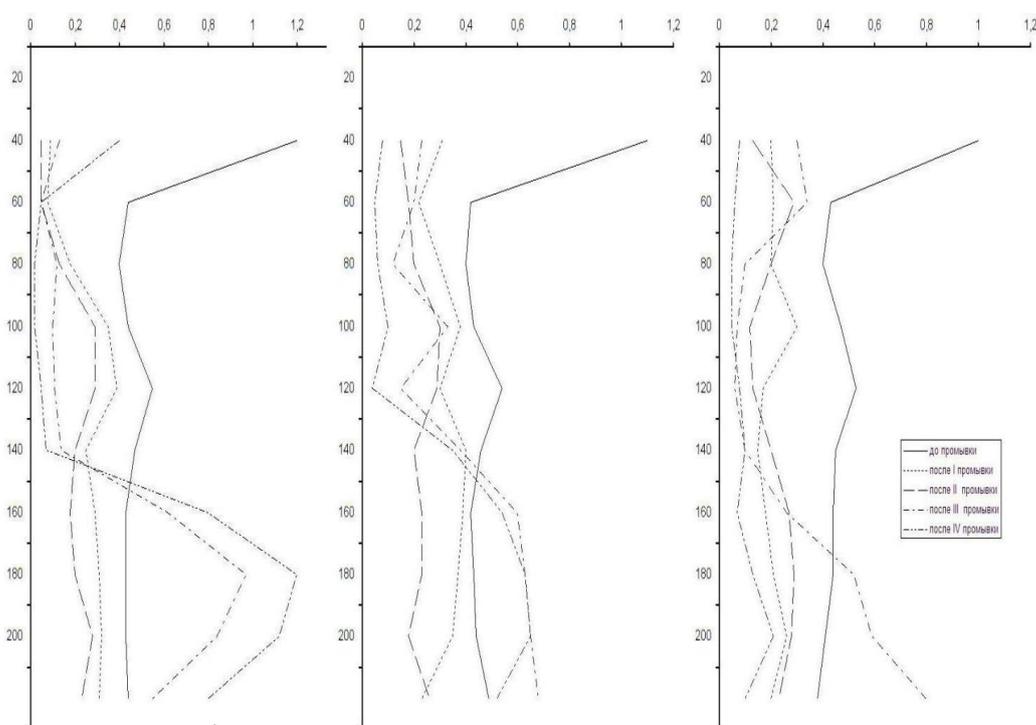
## Изменение содержание солей при промывке водой повышенной минерализации

Минерализация поливной воды	№ м <sup>3</sup> /га	Содержание солей в толще 0-100 см				Разница		Вымыв, %		“α”	
		До промывки		После промывки		Плотный остаток	Хлор	Плотный остаток	Хлор	Плотный остаток	Хлор
		Пл. ост.	Хлор	Пл. ост.	Хлор						
0,620	2000	4,646	0,348	1,808	0,192	2,838	0,156	61,1	45,0	0,49	0,77
	2000	1,808	0,192	1,120	0,113	0,688	-0,007	38,1	41,0	0,97	0,87
	2000	1,120	0,113	0,733	0,090	0,387	0,023	34,5	20,3	1,09	2,04
	2000	0,733	0,090	0,613	0,071	0,120	0,019	15,7	21,1	2,70	2,00
	2000	0,618	0,071	0,509	0,062	0,109	0,009	17,6	12,7	2,43	3,44
3,804	2000	4,646	0,348	2,662	0,204	1,984	0,144	44,4	41,6	0,83	0,86
	2000	2,662	0,204	1,739	0,148	0,923	0,056	34,9	27,5	1,09	1,44
	2000	1,739	0,148	1,365	0,122	0,374	0,026	27,2	17,5	1,92	2,43
	2000	1,365	0,122	1,123	0,106	0,242	0,016	17,7	8,9	2,43	3,33
	2000	1,124	0,106	1,082	0,085	0,042	0,021	3,73	1,99	1,38	2,12
7,925	2000	4,646	0,348	3,125	0,255	1,521	0,092	32,7	26,72	1,16	1,49
	2000	3,125	0,255	1,962	0,178	1,163	0,077	37,2	30,19	1,00	1,26
	2000	1,962	0,178	1,585	0,155	0,377	0,023	19,2	12,9	2,22	3,57
	2000	1,585	0,155	1,398	0,110	0,187	0,035	12,0	22,5	3,7	1,36
	2000	1,398	0,120	1,401	0,110	-0,003	0,010	0,21	8,33	-	-

Как видно из данных табл. 5.5.5 вымыв солей из почв наблюдается в верхних горизонтах и их величины уменьшаются по мере увеличения поливной воды.

В нижнем горизонте 100 – 200 см, наблюдается обратная картина, т.е. с уменьшением минерализации поливной воды увеличивается, вымыв солей, что вызвано повышением минерализации поливной воды.

Наблюдение за ходом опреснения почв при промывках с различной минерализацией показывает, что во всех вариантах опыта наблюдаются случаи понижения интенсивности вымыва в зависимости от снижения исходного засоления почв (рис. 5.5.1.). Соответственно с понижением значений исходного засоления почв наблюдается повышение величины показателя “ $\alpha$ ”. Содержание солей в конце промывки на первом варианте, когда промывка производилась водой с минерализацией 0,680 г/л, снизилась до 0,062% на втором варианте 0,085%, на третьем варианте до 0,110 г/л. по хлор – иону.



**Рисунок 5.5.1. Солевые профили на деляночном опыте при использовании минерализованных вод на ОПУ «Ойбек»**

Это дает возможность сделать определенный вывод о том, что промывка минерализованной водой дает высокие, эффективные результаты, если она применяется на землях с высоким исходным содержанием солей.

Однако с понижением величины исходного засоления почв, затраты воды на вымыв солей резко возрастают. Поэтому необходимо установить предел применимости используемой воды с различной минерализацией. При этом необходимо приостановить промывку при исходном засолении по плотному остатку 1,45% при промывке водой с минерализацией 5,0 г/л. и 1,90% при 10 г/л. и далее провести промывку с оросительной водой до ПДК.

По данным фактических определений “α” была определена формула для установления нормы промывок.

Минерализация воды	Вид уравнения
0,620	$N = 10^4 \cdot 1,10 \lg \frac{S_H}{S_K}$
4,000	$N = 10^4 \cdot 1,56 \lg \frac{S_H}{S_K} + 10^4 \cdot 1,1 \lg \frac{S_H}{S_K}$
8,000	$N = 10^4 \cdot 1,78 \lg \frac{S_H}{S_K} + 10^4 \cdot 1,1 \lg \frac{S_H}{S_K}$

Обязательным условием при этом является то, что промывка минерализованной водой более эффективна, если она применяется на сильнозасоленных почвах и солончаках.

**Применение коллекторных вод для орошения сорго на ОПУ «Садык» Нукусского района Республики Каракалпакстан.** В целях исследований влияния орошения коллекторно-дренажными водами на рост и развитие сельскохозяйственных культур был проведен опыт по возделыванию сорго сорта «Узбекистан - 18» на силос на опытном участке, расположенном на территории фермерского хозяйства «Садык» Нукусского района Республики Каракалпакстан (рис. 5.5.2 На опытном участке было апробировано два варианта полива I вариант – контрольный (используемый фермерами) и II вариант с использованием воды смешанной с коллекторной и III вариант с использованием коллекторной воды, каждый вариант был апробирован в трех повторностях.



Рисунок 5.5.2 Схема расположения опытных делянок на ОПУ

*Механический состав и водно-физические свойства почвогрунтов ОПУ ф/х «Садык».* Почва опытного участка среднего механического состава, на горизонте 0 – 2 см она представлена легкой супесью, 2 – 25 см тяжелая супесь, 25 – 45 см средний суглинок, 45 – 70 см тяжелый суглинок и на глубине 70 – 100 см состоит из глины (рис. 5.5.3).



Рисунок 5.5.3. Схема расположения почв по мехсоставу на ОПУ ф/х «Садык»

Водно-физические свойства почвы также отличаются, так объемная масса в 100 см в зависимости от глубины варьирует от 1,15 до 1,46 г/см<sup>3</sup>, а удельный вес от 2,60 до 2,73 г/см<sup>3</sup>.

*Засоление почвогрунтов на ОПУ ф/х «Садык»* Делянки опыта расположены на территории одного поля, поэтому фоновое засоление почвогрунтов на данном участке имеет небольшое различие и его можно назвать практически одинаковым.

Засоление почвы было определено методом кондуктометрии. По данным показания прибора была установлена степень засоления почвы по классификации ФАО (табл. 5.5.6).

Таблица 5.5.6.

Классификация засоления почв по ФАО

Е <sub>сe</sub> , μs/см	Степень засоления почв	Е <sub>с1:1</sub> μs/см
0-2	Незасоленные	0 - 0,6
2-4	Слабозасоленные	0,61 – 1,15
4-8	Среднезасоленные	1,16 – 2,30
8-16	Сильнозасоленные	2,31 – 4,70
Более 16	Солончаки	> 4,70

Отбор проб производился по слоям 0 – 20, 20 – 40, 40 – 60, 60 – 80, 80 – 100 см. Отбор анализов был осуществлен перед посевом, до и после вегетационных поливов.

Анализ полученных данных показал, что почва опытного поля относится к категориям слабо и среднезасоленных. В ходе проведения мониторинга, на верхних слоях почвы наблюдалось небольшое повышение засоления до 3,82 μS/см, которое после поливов стабилизировалось. Только при орошении коллекторной водой (вариант III) наблюдалось некоторое накопление солей по всему профилю наблюдений. В вариантах I и II особого изменения засоления почвы не наблюдается. В течение всего периода наблюдений засоление почвы опытного участка вариантов I и II находилось в пределах ПДК, поэтому можно констатировать, что отрицательного влияния на формирование урожая сорго, данные технологии полива не оказывают. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что проблем с засолением на опытно-производственном участке ф/х «Садык» не существует, кроме

участка, где применялась коллекторная вода с минерализацией более 4,0 г/л.

**Результаты мониторинга подачи оросительной воды на опытно- производственный участок ф/х «Садык» в 2018 г.**

Согласно программы исследований в 2018 году были выполнены все виды работ предусмотренных в работе по всем 3-м вариантам опыта. 2018 год в период вегетации был маловодным годом, в связи с этим вода в ирригационных каналах появилась с большим опозданием.

Культурой предшественником на данном участке был скороспелый сорт картофеля, после его уборки был проведен один влагозарядковый полив, далее по мере приобретения почвой необходимой кондиции были проведены предпосевные подготовительные работы. На опытном поле была проведена вспашка трактором Т-28, на глубину до 25 см и в последующем был проведен полный цикл операции связанных с посевом. Посев сорго был произведен по полосам на делянках размером 10 x 10 м<sup>2</sup>, в каждом варианте опыта заложено по три делянки. Посев сорго был с целью получения зеленой массы для корма скоту, посев произведен 24 июня.

На опытном участке было произведено три полива по вариантам, вариант I – контроль, вариант II – полив смешанный с коллекторной водой до 3 г/л и III вариант – полив коллекторной водой более 4 г/л. Качество воды примененной для орошения сорго на опытном участке приведено в табл. 5.5.7.

**Таблица 5.5.7**

**Минерализация воды из оросительной системы и внутрихозяйственного коллектора использованной для орошения сорго на опытном участке (%)**

Дата	Плотный остаток, г/л	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>
Пресная вода							
20.07.18	0,976	0,035	0,013	0,597	0,236	0,012	0,014
05.08.18	0,756	0,037	0,256	0,188	0,056	0,008	0,191
20.08.18	0,648	0,025	0,305	0,074	0,031	0,076	0,538

Пресная + коллекторная вода							
20.07.18	3,306	0,026	1,725	0,180	0,087	0,772	2,823
05.08.18	2,394	0,258	0,695	0,680	0,240	0,072	0,466
20.08.18	2,585	0,248	0,550	0,978	0,205	0,096	0,504
Коллекторная вода							
20.07.18	4,340	0,020	1,661	0,919	0,149	0,028	1,300
05.08.18	4,130	0,021	1,566	0,891	0,150	0,027	1,226
20.07.18	4,422	0,020	2,087	0,392	0,156	0,191	1,008

Подача воды на опытные деланки производилась одинаковыми нормами, за период вегетации было проведено три полива, 20.07.18 г., 03.08.18 г. и 20.08.18 г. (табл.5.5.8.).

**Таблица 5.5.8.**  
**Норма подачи воды на орошение сорго на опытном участке ф/х «Садык»**

Вариант	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га			Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
	1 полив	2 полив	3 полив	
I(оросительная вода)	815	806	821	2442
II (коллекторная вода до 3 г/л)	820	816	807	2443
III (коллекторная вода 4 г/л)	818	805	823	2446

**Урожайность зеленой массы сорго по результатам опыта проведенного в 2018 году.** Влияние качества поливной воды на урожайность определяется, в первую очередь, его влиянием на почвенные процессы (повышение концентрации почвенного раствора, осолонцевание, засоление, ухудшение водно-физических свойств и др.), через них на урожайность сельхозкультур. Степень влияния на урожайность зависит от многих факторов: от типа и свойств почв, засоленности и дренированности орошаемых земель, солеустойчивости сельскохозяйственных культур и фазы их развития, нормы водоподачи и других условий. С повышением дренированности, облегчением почв по механическому составу и увеличением солеустойчивости сельхозкультур снижается степень влияния и наоборот.

Как уже было отмечено выше, почва опытного участка среднего механического состава, а также является слабо и

среднезасоленной. Согласно мониторинга засоления почвы по вариантам I и II особого влияния на засоление почвы опытного участка полив коллекторными водами 3 г/л, не оказал, поэтому и урожай зеленой массы на опытном поле по этим вариантам орошения не имел особого различия, однако при орошении коллекторными водами более 4 г/л показывает значительную потерю в урожае зеленой массы (табл. 5.5.9).

**Таблица 5.5.9.**

**Урожай зеленой массы сорго (ц/га) по вариантам полива**

Вариант	1 повтор	2 повтор	3 повтор	Ср. по 3 повторам
I оросительная вода	101	98	100	99,6
II коллекторная вода (до 3 г/л)	84	89	87	87,0
III коллекторная вода (более 4 г/л)	69	67	63	66,0

Как видно из данных табл. 5.5.9., орошение коллекторной водой до 3 г/л потеря урожая зеленой массы составила порядка 13%, т.е. можно считать, что не оказал особого влияния на урожайность зеленой массы сорго, однако при орошении коллекторной водой более 4 г/л потеря урожая составила более 30%.

Результаты предыдущих исследований показывают, что на 3 - 4 год, там, где поливы осуществлялись минерализованной водой, может произойти снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Это объясняется высокими темпами засоления почв при поливе минерализованной водой.

Так же многолетние исследования по орошению сельскохозяйственных культур коллекторной водой показывают, что при минерализации поливной воды более 5 г/л растение (сорго, люцерна, кукуруза и др.) погибает. Таким образом, анализ результатов многолетних исследований показывает, что независимо от вида культур, при превышении минерализации поливных вод 4 г/л, их рост и развитие резко замедляются и это крайне отрицательно сказывается на их урожайности. Это можно объяснить высоким накоплением токсичных солей в корнеобитаемой толще почв.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- в условиях дефицита пресной воды в Республике Каракалпакстан были проведены многолетние (2000-2018 гг.) опытно-производственные работы по использованию коллекторно-дренажных вод на орошения солеустойчивых кормовых, овоще-бахчевых культур, пастбищно - сенокосных угодий а также для лиманного орошения диких кормовых культур (тростник и др.) на землях, расположенных вдоль различных магистральных коллекторов;

- вышеописанные опыты, были проведены на территории участков «Каракалпак», «Кенес», «Казакдарья», «Ойбек», «Садык» показали, что коллекторно-дренажную воду можно использовать для орошения сельскохозяйственных культур с минерализацией до 3 г/л, а также для промывки сильнозасоленных земель при минерализации коллекторных вод равной 10 г/л;

- при минерализации коллекторно-дренажных вод равной до 3,0 г/л, следует орошать подобной водой солеустойчивые кормовые культуры, только 2-3 года, а овоще-бахчевые -1-2 года, после этого нужно обязательно поменять место посева и провести промывку земель оросительной водой. Затем в течение 3-6 лет использовать севооборотную систему и поливать только оросительной водой;

- среднегодовая величина минерализации в рассмотренных коллекторах изменялась от 2,09 г/л до 5,57 г/л, преобладающий химический состав коллекторно-дренажных вод был хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН), несмотря на это их определенный объем можно использовать для полива солеустойчивых культур и промывок засоленных почв;

Результаты выполненного исследования, позволили сделать следующие выводы и научно-практические предложения и рекомендации:

- на основе данных гидрологического и мелиоративного мониторинга было изучено гидрологическое состояние речных (оросительных), коллекторно-дренажных и подземных вод республики, а также их гидрологические и гидрохимические

характеристики, в частности влияние водности года на величину расходов и минерализацию воды в различных магистральных коллекторах;

- значительное место в работе было уделено формированию возвратных вод орошаемой территории республики. Объем возвратного (коллекторного) стока и их качество в целом по Республике Каракалпакстан целиком и полностью зависит от водообеспеченности года, т.е. водности реки Амударьи. В многоводные годы как 1992, 2005, 2010, 2017 годы объем возвратных вод достигал до 3,0 млрд. м<sup>3</sup>, что составляет 35-38% от общего водозабора использованного на орошение сельскохозяйственных культур в целом по республике. В многоводные годы от общего водозабора почти 65% имеет минерализацию воды менее 3,0 г/л;

- ежегодно от 1,2 до 3,0 млрд. м<sup>3</sup> воды отводится за пределы орошаемых земель через магистральные коллектора КС-1, КС-3, КС-4, ККС и ГЮКК и сбрасываются на территорию дельтовых озер и естественных понижений и только около 10 – 12% от всего этого объема используется повторно для орошения сельскохозяйственных культур;

- анализ имеющихся данных мелиоративной обстановки по динамике грунтовых вод на орошаемых землях показал, что высокие уровни грунтовых вод наблюдаются в марте и апреле, в период интенсивных промывных поливов, по окончании промывов происходит некоторое падение уровня. Было выявлено, что в настоящее время преобладает хлоридно-сульфатный тип вторичного засоления. При длительной эксплуатации оросительных систем и отмывке хлористых и сульфатных солей происходит уменьшение минерализации грунтовых вод, они метаморфизируются в обратном направлении;

- в условиях дефицита пресной воды в Республике Каракалпакстан были проведены многолетние (2017-2018 гг.) опытно-производственные работы по использованию коллекторно-дренажных вод на орошения солеустойчивых кормовых, овоще-бахчевых культур, пастбищно - сенокосных угодий а также для лиманного орошения диких кормовых культур

(тростник и др.) на землях, расположенных вдоль различных магистральных коллекторов, а также на дне Аральского моря. Вышеописанные опыты, были проведены на территории участков «Ойбек», «Садык» показали, что коллекторно-дренажную воду можно использовать для орошения сельскохозяйственных культур с минерализацией до 3 г/л, а также для промывки сильнозасоленных земель при минерализации коллекторных вод равной 10 г/л.

В настоящее время водный сток рек Центральной Азии почти полностью разбирается на нужды народного хозяйства региона, главным образом на орошение сельскохозяйственных культур. В бассейне р. Сырдарьи, например, уже сейчас не осталось резервов пресной речной воды, а в бассейне р. Амударьи такое положение наступит в ближайшие 5-10 лет. Поэтому очень важно изыскать новые источники водоснабжения с целью использования их в народном хозяйстве.

Одними из источников частичного покрытия дефицита водных ресурсов являются коллекторно-дренажные воды орошаемых массивов, которые в настоящее время в данном регионе достигли значительных размеров, но очень слабо изучены как в гидрологическом, так и в гидрохимическом отношении. Между тем, именно гидрохимические характеристики будут играть важнейшую роль при выполнении возможностей использования в различной степени минерализованных коллекторно-дренажных вод в народном хозяйстве.

Согласно имеющемуся мониторингу в данной монографии рассмотрены особенности водопотребления речного стока в низовьях Амударьи и описана роль коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан при решении водохозяйственных проблем, а также освещены различные гидрологические и гидрохимические характеристики этих вод.

Также приведены сведения по содержанию главных ионов в воде крупных коллекторов и их современные объемы.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдиров Ч.А., Константинова Л.Г., Курбанбаев Е.К., Константинова Г.Г. Качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока. Ташкент. «Фан», 1996. – с 111.
2. Агальцева Н. А., Боровикова Л. Н. Оценка уязвимости стока рек бассейна Аральского моря от возможных воздействий изменения климата // Оценка уязвимости водных ресурсов от изменения климата. - Бюллетень № 3. - Ташкент: САНИГМИ, 1999. - С. 36-45.
3. Агальцева Н.А, Пак А.В. Оценка влияния климатических изменений на водные ресурсы рек бассейна Аральского моря // Бюллетень №6. Климатические сценарии, оценка воздействий изменения климата. Ташкент 2007. –С. 44-51.
4. Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченность низовьев реки Амударьи // Автореферат диссертации доктора географических наук (DSc). Ташкент, НИГМИ, 2019. -48с.
5. Аденбаев Б.Е. Гидроэкологическое состояние поверхностных вод // Ташкент, 2010. – С. 117-125.
6. Аденбаев Б.Е., Хайдарова О.А. Динамика использования водных ресурсов Амударьи и водообеспеченность её низовьев // Известия географического общества Узбекистана, 42-Т. – Ташкент, 2013. – С. 156-160.
7. Атаниязова О.А. Аральский кризис и медико-социальные проблемы Каракалпакстана // Материалы совещания ГВП. Бишкек, 2001 г. – С.21-23.
8. Бахиев А.Б., Бутов К.Н., Таджетдинов М.Т. Динамика растительных сообществ юга Приаралья в связи с изменением гидрорежима Аральского бассейна // Ташкент, ФАН, 1977. - С. 87.
9. Бахиев А.Б. Новикова Н.М. Основные растительные сообщества пастбищ и сенокосов нижней Амударьи // Биологические ресурсы Приаралья, Ташкент, ФАН, 1986. - С. 5.
10. Бахритдинов Б.А., Чембарисов Э.И. Современное состояние минерализации и химического состава поверхностных вод в дельте Амударьи // Проблемы Аральского моря. Ташкент, 1984. – С. 34-37.
11. Бортник В. Н. Современные и прогнозируемые изменения гидрологических и гидробиологических условий Аральского моря // Водные ресурсы. №5, 1983. - С. 3-16.

12. Гасанова Г.К. Прогнозирование изменения минерализации коллекторно-дренажных вод // Вестник КК филиала АНРУз. Нукус, №3, 1984. – С. 46-51.
13. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965. -425с.
14. Гулямов Я.Г. История орошения Хорезма. Ташкент, 1957. - 186с.
15. «Доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в РУз за 2005-2006 гг» / Мониторинг окружающей природной среды, Госкомприрода Р Уз, Ташкент 2007. – 134с.
16. Духовный В.А., Баклушин М.Б., Томин Е.Д., Серебренников Ф.В. Горизонтальный дренаж орошаемых земель. - М: Колос,1979. - 250с.
17. Духовный В.А., Соколов В.И. Стратегия управления водными ресурсами Средней Азии. – В кн. «Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда» - Ташкент: «Университет», 2000, С. 121-151.
18. Духовный В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения, формирование, развитие. – М.: Колос, 1984. –С. 184.
19. Духовный В.А., Соколов В.И. Интегрированное управление водными ресурсами. Материалы ГВП, НИЦ МКВК, 2001. –С. 23-27.
20. Еременко Г.В., Батулин Г.Е. и др. Горизонтальный дренаж. //В кн.: «Ирригация Узбекистана», – Ташкент, Том IV, 1981. –С.214-285.
21. Жумамуратов А. Нейтронно-активационный метод в изучении геохимического и агрохимического состояния орошаемых почв Приаралья и пути его улучшения, Ташкент, 2011. -211с.
22. Завьялов П.О., Арашквич Е.Г., Бастида И. и др. Большое Аральское море в начале XXI века: физика, биология, химия. – М.: «Наука», 2012. – 229с.
23. Интегрированное управление водными ресурсами. От теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 363с.
24. Ирригация Узбекистана том III. –Ташкет: «Фан», 1979. – 357с.
25. Камилов О.К. Низовья Амударьи: как бороться с засолением. //Сельское хозяйство Узбекистана №8, Ташкент, 1987. –С.34-36.
26. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. – Москва, 1976. – 237с.
27. Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях.- Москва, Колос, 1967. - 270с.

28. Ковда В.А. Основы теории и практики мелиорации и освоения засоленных почв аридной зоны. //В кн.: Проблемы засоления почв и водных источников. – Москва, 1960. –С.63-71.

29. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Т.1, 2. М.: Наука, 1977. - 288с.

30. Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. М.—Л., Изд-во АН СССР, т. I—II, 1946—1947. -256с.

31. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Интегрированное управление водными ресурсами в дельте реки Амударьи. Global Water Partnership Central Asia and Caucasus, Ташкент, 2010. -145с.

32. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Аральское море и водохозяйственная политика в республиках Центральной Азии, - Нукус: «Каракалпакстан», 2011. – 127с.

33. Мурадов Ш.О. Научное обоснование водостойчивости аридных территорий юга Узбекистана // Ташкент:Фан, 2012, - 374 с.

34. Мягков С.В., Мягков Н.В. Прогноз стока коллекторно-дренажных вод в бассейне Амударьи. – В кн.: «Пресная вода». – Ташкент: САНИГМИ, 1995. – С.27-29.

35. Насрулин А.Б., Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Опыт использования гидроэкологического мониторинга для оптимизации мелиоративных систем бассейна р. Амударьи // В сб. научных трудов конференции «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий» (5-й выпуск) в филиале ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, ФГОУ ВПО «Рязанский государственный университет», 12-13 октября 2012 г., г. Рязань. – С. 64-71.

36. Насрулин А.Б. Методика гидроэкологического мониторинга при создании информационных блоков системы поддержки решений для управления водными ресурсами бассейна реки Амударьи // Сборник научных трудов «К 80-летию САНИИРИ им. В.Д. Журина» 1925-2005, Ташкент 2006. –С. 334-341.

37. Насрулин А.Б. Опыт использования географических информационных систем при исследовании водных ресурсов бассейна Аральского моря / № 1 (5) 2013. журнал «Россия и Германия», Москва. –С. 4-7.

38. Насрулин А.Б., Чембарисов Э.И. Опыт исследований генезиса и режима поверхностных вод дельты Амударьи и их влияние на агроландшафты для решения геоэкологических проблем Южного Приаралья // В тезисах V междунар. Науч-практич. конференции «Проблемы рационального использования и охраны биологических ресурсов Южного Приаралья», Нукус, 11-12 июля 2014. –С. 195-196.

39. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2008-2011 гг.) // Ташкент: «CHINOR ENK», 2013, - 254 с.

40. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 229 с.

41. Нигматов А.Н., Реймов П.Р., Абдреймов С.Ж. Геоэкологическая оценка и мониторинг агроландшафтов дельты Амударьи. – Ташкент.: Turon- Iqbol, 2006. – 128с.

42. Панков М. А. Мелиоративное почвоведение. - Ташкент, «Ўқитувчи», 1974. -192с.

43. Почвы аридной зоны как объект орошения. М., «Наука», 1968.-118с.

44. Почвы Узбекской ССР, т. I—III. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1949-1964. -296с.

45. Рамазанов А.Р., Курбанбаев Е., Якубов Х.И. Некоторые вопросы мелиорации засоленных земель в низовьях Амударьи. // Нукус: Каракалпакстан, 1979, -221 с.

46. Рамазанов А., Насонов В.Г., Кошеков Р.М. Основные пути и задачи по преодолению дефицита водных ресурсов в Узбекистане. – Нукус, 2003. -31с.

47. Рамазанов А., Насонов В.Г. Важнейшие пути преодоления дефицита водных ресурсов в бассейне Аральского моря в маловодные годы. //Материалы Республиканской научно-практической конференции, «Проблемы обеспечения водными ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения», ГидроИНГЕО. – Ташкент, 2008. –С. 28-32.

48. Рамазанов А.Р., Широкова Ю.И., Кошеков Р.М. Эксплуатационная промывка в Каракалпакстане. //Сельского хозяйство Узбекистана. –Ташкент, 1995, №2-3. –С.31-35.

49. Рафиков В.А. Особенности и пределы деструкции деградации и воссоздания геосистем: автореферат диссер. доктора географических наук (DSc). – Ташкент.: НУУ, 2017. – 61с.

50. Рахимов Ш.Х., Широкова Ю.И. Современные задачи по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и внедрение инновационных технологий в службу мониторинга и мелиоративного кадастра Республики Узбекистан // Ерлардан оқилома фойдаланиш ва муҳофаза қилишнинг институционал масалалари. Илмий мақолалар тўплами, Тошкент 2012. с 59-62.

51. Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиорации на сток и гидрохимический режим бассейна Аральского моря //Труды САНИГМИ, Гидрометеоздат, 1987, Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н.

Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – Ташкент: НИГМИ, 2005. – 185 с.

52. Степанов И.Н, Чембарисов Э.И. Влияние орошения на минерализацию речных вод. – М.: Наука, 1978. – 120с.

53. Турдымамбетов И.Р., Мамбетуллаева С.М., Бекмуратов Б.М., Исмаилова А.К. Современное состояние окружающей среды в регионе Южного Приаралья. // Материалы Международной научно-практической конференции. Дагестанский государственный университет, Махачкала. – С.161-164.

54. Уразбаев А.К. Системная организация природно-мелиоративных условий современной дельты Амударьи // Автореферат диссер. доктора географических наук. – Ташкент.: НУУ, 2005. – 21с.

55. Усманов И., Махмудова Д., Мусаева А., Ходжаева Г. Проблемы обеспечения населения Приаралья безопасной питьевой водой // Журнал «Экологический Вестник», 2018г, №3, – С.26-28.

56. Хамраев Ш.Р., Чен Хи, Махмудов И.Э. и др. Исследования агро-мелиоративных параметров территория бассейна реки Амударьи в условиях изменения климата Центральной Азии // Ташкент, 2019. – 320 с.

57. Харченко С.И. гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 373с.

58. Хикматов Ф.Х., Аденбаев Б.Е., Артикова Ф.Я., Мамбетмуратов М.О. Оценка водообеспеченности низовьев Амударьи // матер. межд. науч. конференции, «Инновация-2008», Ташкент: ТГПУ, 2008. – С.380-381.

59. Ходжибаев Н.Н. Естественные потоки грунтовых вод Узбекистана. // Ташкент:Фан. 1970. – 173 с.

60. Хожамуратова Р.Т., Чембарисов Э.И. Исследование гидроэкологических проблем Республики Каракалпакстан. // Материалы международной конференции, Устойчивое развитие Южного Приаралья, Нукус, 2011. – С.72.

61. Хожамуратова Р.Т., Чембарисов Э.И. Некоторые аспекты экологического состояния Южного Приаралья. //Посвященной 20-летию Независимости Республики Узбекистан, Уллы хэм мукаддесең ғәрезсиз Ўатан, Нукус, 2011. –С. 286 -287.

62. Хожамуратова Р.Т., Курбанбаев С.Е., Чембарисов Э.И. Качество коллекторно-дренажных вод и возможность их повторного использования для орошения солеустойчивых культур в условиях

Республики Каракалпакстан. // Экономика и социум, Научно-практический журнал. –Россия, 2020, Выпуск №4(71). – С 58-64.

63. Khojamuratova R.T. Chembarisov E.I. The features of distribution of the mineralization and chemical compound of subsoil waters of the irrigated zones of the Republic of Karakalpakstan. // Экономика и социум, Научно-практический журнал. –Россия, 2020, Выпуск №4(71). - С 44-52.

64. Хожамуратова Р.Т., Чембарисов Э.И. Современное состояние качество воды водоемов Южного Приаралья. // В сб. тезисов республиканской научно-практической конференции, Рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья, Нукус, 2012. –С.120-121.

65. Хожамуратова Р.Т., Тлеуов Н.Р. Коллектор-дренаж суўларының дузлылық курамын кемейтиўдеги жоқары дәрежели суў өсимликлериниң экологиялық роли. //Материалы III респ. научно-практической конференции, Рациональное использование природных ресурсов южного приаралья, Нукус, 2014. –С.178-180.

66. Чембарисов Э.И. Бахритдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии.— Ташкент, Укитувчи.—1989. -232с.

67. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан / Нукус, «Билим», 2008. -56 с.

68. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Гидрологическая экология Узбекистана и ее задачи // Вестник КГУ им. Бердаха. – Нукус, № 3 – 4, 2010, с. 27-29.

69. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Изучение влияния речных вод Узбекистана на засоление и загрязнение агроландшафтов в условиях изменения климата //В сборнике научных трудов Центрально-Азиатской международной научно-практической конференции МКВК «Водному сотрудничеству стран Центральной Азии –20 лет: опыт прошлого и задачи будущего», Алматы, 20-21 сентября 2012, Ташкент- Алматы. –С. 175-177.

70. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Практическая гидроэкология (на примере Республики Каракалпакстан). учебное пособие Нукус, Билим, 2012. - 84 с.

71. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнение агроландшафтов (на примере бассейна р. Амударьи). Монография. – Нукус: Каракалпакстан, 2016. – 187

72. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Опыт использования минерализованных вод для орошения кормовых культур Узбекистана // В сборнике международной научно-практической интернет-конференции «Направления развития современных систем земледелия», посвященной 110-летию со дня рождения профессора С.Д. Лысогорова, 11 декабря 2013 года, г. Херсон, ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет», кафедра земледелия. –С.387-392.

73. Чембарисов Э.И., Насрулин АБ., Лесник Т.Ю. Содержание многолетних исследований поверхностных вод Узбекистана // В сб. материалов Международной научно-практической конференции «Интеграция науки и практики как механизм эффективно развития геологической отрасли Республики Узбекистан», Госкомгеологии и минеральных ресурсов, ГП «НИИМР», 18 августа, 2014. –С. 477-479.

74. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан- Ташкент: САНИГМИ, 2000-250 с.

75. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Узбекистан. // Узгидромет, НИГМИ, «VORIS-NASHRIYOT» Ташкент, 2007. – 132 с.

76. Шерфединов Л.З. Ресурсы подземных вод южного склона Бассейна Аральского моря // В кн. Проблемы Арала и окружающая среда. Ташкент, 2000. - С. 40-58.

77. Широкова Ю.И. Оценка качества речных и дренажно-сбросных вод республик Центральноазиатского региона для целей ирригации // Научно-практическая конференция, посвященная 10-летию Межгосударственной Координационной Комиссии. Алматы, 2002. – С. 34-36.

78. Широкова Ю.Л., Палуашова Г, Шарафутдинова Н.Ш. Особенности эффективных норм промывки на основе опытных данных при оценке засоления почвы методом измерения электропроводности / Проблемы обеспечения водными ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения // Ташкент, 2008. –С. 84-85.

79. Шикламанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 335с.

80. Шмит К.И., Дорант Ф.Б. Гидрографические исследования на Аму-Дарье. Тр. Аму-Дарьинской экспедиции, т IV, СПб., 1878. - 115с.

81. Шульц В.Л. Реки Средней Азии // Гидрометиздат. Ленинград, 1965.  
- 692с.
82. Якубов М.А., Якубов Х.Э, Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение, Ташкент, НИЦ МКВК, 2011. -188с.
83. Якубов Х.И., Курбанбаев Е., Петракова С.К. Водно-солевой режим почв северной зоны Каракалпакии и пути его регулирования. - Нукус, 1985. -132 с.
84. Якубов М.А. Динамика водохозяйственного баланса рек Сырдарьи и Амударьи и возможные пути улучшения качества их вод // Ташкент, 1976. - С. 18-46.
85. Якубов Х.И. Мелиорация засоленных земель // Ташкент, «Мехнат», 1990. - С. 177 – 182.
86. Царев Б.К. Гляциологические исследования в НИГМИ (К 50-летию НИГМИ) // Тр. НИГМИ. – Ташкент, 2007. – Вып. 8(203). –С. 101-148.
87. Nasrulin, H. Lieth. Elaboration of Systems Hydroecological Monitoring of Aral Sea Basin. - M. Matthies, H. Malchow & J. Kriz (eds.) Integrative Systems Approaches to Natural and Social Dynamics. Springer-Verlag Berlin, August 2001. –P. 249-261.
88. Chembarisov E.I Hydrochemistry of river, collector, and drainage waters in the Aral Sea basin // The Aral Sea basin, NATO ASI Series 2. Environment Vol.12. 1996.- P. 115-120.
89. Yakubov M. Assing irrigation performance from the formers perspective: aqualitative study // Irrigation and drainage,vol. 61, №3, 2012. – P. 316-329.
90. Smakhtin V.U. Low flow hidrology: arevielw //Journal of gidrology 2001, №240. – P. 147-186.
91. Vanhoon A.F., Laaha Y. Hidrologikal drought severity explained by climate and catchement charocteristics // Jornal of Hidrology, 2015, №526. – P. 3-14.
92. Donen L. Water quality for irrigated agriculture – E col Studies. Plantshim Saline enwirin. -1975. –P.28-35.
93. 25 лет деятельности Международного фонда спасения Арала и новые импульсы для развития региона Приаралья. Ташкент.: Агенство Международного Фонда спасения Арала. 2019. – 91с.
94. <https://works.doklad.ru/view/.html>
95. [http //www. meteo.uz/rus](http://www.meteo.uz/rus)
96. [http //www. gismeteo.ru](http://www.gismeteo.ru)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1</b>	<b>ИЗУЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА РЕЧНЫХ, КОЛЛЕКТОРНО - ДРЕНАЖНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД В МЕЛИОРАТИВНЫХ ЭКСПЕДИЦИЯХ РЕСПУБЛИКИ И НА ПОСТАХ «УЗГИДРОМЕТА»</b>	<b>6</b>
1.1	Общие методические подходы	6
1.2	Определения термина «мониторинг»	7
1.3	Методические подходы, примененные для оценки характеристик гидрологического и гидрохимического мониторинга	10
1.3.1	Методы оценки гидрологической информации	10
1.3.2.	Методы оценки гидрохимической информации	12
1.4.	Некоторые особенности мелиоративного мониторинга	14
1.5	Особенности использования земельных ресурсов Республики Каракалпакстан	16
<b>Глава 2</b>	<b>КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕГИОНА, ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА</b>	<b>24</b>
2.1	Общие сведения и местонахождение	24
2.2	Климат	26
2.3	Рельеф	27
2.4	Почвы	29
2.5	Гидрогеология	30
2.6	Современное качество воды р. Амударьи	32
2.7	Особенности водопотребления в низовьях Амударьи	34
2.8	Изученность гидрологических и гидрохимических характеристик коллекторно-дренажных вод	38
2.9	Анализ водно-солевых балансов орошаемой территории Республики Каракалпакстан за многолетний период.	42
<b>Глава 3</b>	<b>ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД</b>	<b>45</b>
3.1	Гидрологический и гидрохимический режим реки Амударьи	45
3.2	Гидрологический режим крупных каналов	71

3.3	Гидрологический и гидрохимический режим магистральных коллекторов	72
3.3.1	Характер формирования гидрологического и гидрохимического режимов коллекторов за различные по водности годы	78
3.4	Математические подходы к формированию коллекторных вод	89
3.4.1	Прогноз минерализации речных вод на 2030г.	92
3.4.2	Прогноз формирования коллекторных вод в пределах дельты реки Амударьи	98
3.5	Современное состояние проблемы Аральского моря	101
<b>Глава 4</b>	<b>ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД</b>	<b>110</b>
4.1	Естественные потоки грунтовых вод орошаемой территории	110
4.2	Изменение минерализации и химического состава грунтовых вод на орошаемой территории Республики Каракалпакстан	122
<b>Глава 5</b>	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ КУЛЬТУР И ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩНО-СЕНОКОСНЫХ УГОДИЙ, А ТАКЖЕ ПРОМЫВКИ СИЛЬНОЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ</b>	<b>135</b>
5.1	Результаты различных исследований по орошению сельскохозяйственных культур в условиях Республики Каракалпакстан	135
5.2	Использование минерализованных вод при выращивании кормовых и овоще - бахчевых культур	141
5.3	Использование коллекторно-дренажных вод при лиманном орошении тростника	146
5.4	Проведение исследований по использованию коллекторно-дренажных вод для орошения в 2015-2017гг.	149
5.5.	Результаты опытов по орошению сельскохозяйственных культур в 2017-2018гг.	153
	<b>Заключение</b>	<b>164</b>
	<b>Использованная литература</b>	<b>167</b>

**Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Садиев У.А.,  
Баллиев А.И., Реймова Г.Б.**

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И МЕЛИОРАТИВНОГО  
МОНИТОРИНГА ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ  
КАРАКАЛПАКСТАН**

**(МОНОГРАФИЯ)**

Подписано в печать 26.04.2022. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура Times. Офисная бумага. Ризографная печать  
Усл.печ.л. 11. Тираж 200. Заказ № 35-04

Тел: (99) 832 99 79; (99) 817 44 54  
Отпечатано в типографии ООО “IMPRESS MEDIA”  
Ташкент, Яккасарой, ул. Кушбеги, 6.