



### **Чембарисов Эльмир Исмаилович**

Доктор географических наук, профессор научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП). Автор более 300 научных и научно-популярных работ, среди которых можно отметить «Гидрохимию орошаемых территории (на примере бассейна Аральского моря)» (1988), «Гидрохимию речных и дренажных вод Средней Азии» (1989), «Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан» (2008), «Практическая гидроэкология (на примере Республики Каракалпакстан)» (2012), «Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнения агроландшафтов (на примере бассейна реки Амударья)» (2016), «Особенности гидрологического и гидрохимического мониторинга поверхностных вод среднего течения р.Сырдарьи» (2019), «Гидрологические и гидрохимические особенности поверхностных вод бассейна реки Зеравшан» (2022) и др.



### **Рахимова Матлуба Наимовна**

Доктор философии по географическим наукам (PhD), ведущий специалист НИЦ МКВК. Автор более 40 научных и научно-популярных работ, среди которых можно отметить «Возрастание роли государственного водного кадастра Республики Узбекистан в современных условиях» (2016), «Водный кадастр (учебное пособие)» (2018), «Гидрохимические особенности реки Сырдарьи в среднем течении» (2019), «Особенности гидрологического и гидрохимического мониторинга поверхностных вод среднего течения р.Сырдарьи» (2019), «Динамика изменений водности трансграничной реки Сырдарьи в пределах Узбекистана» (2020), «Загрязненность поверхностных вод среднего течения р.Сырдарьи» (2023) и др.

ISBN 978-9910-9187-5-9



9 789910 918759

Чембарисов Э. И., Рахимова М. Н. РЕКА СЫРДАРЬЯ: ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОЭКОЛОГИЯ

ЧЕМБАРИСОВ Э.И., РАХИМОВА М.Н.

# РЕКА СЫРДАРЬЯ: ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОЭКОЛОГИЯ



**Научно-информационный центр по водохозяйственным  
проблемам Межгосударственной координационной  
водохозяйственной комиссии Центральной Азии**

---

**ЧЕМБАРISOB Э.И., PAXИMOBA M.H.**

**PEKA CЫPДAPЬЯ: ГИДPOЛOГИЯ  
И ГИДPOЭKOЛOГИЯ**

**MOHOГPAFИЯ**

**ТАШКЕНТ – 2024 год  
Изд. «VORIS-NASHRIYOT»**

УДК: 556.52(282.255.2):574.5

КБК 26.222.5

Ч 42

**Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н.**

**“РЕКА СЫРДАРЬЯ: ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОЭКОЛОГИЯ”,  
Монография. – Ташкент: Изд. «Voris-nashriyot», 2024 г. 152 стр.**

В монографии на основе данных гидрологического и гидрохимического мониторинга были изучены гидрологический и гидрохимический режим поверхностных (речных и коллекторно-дренажных) вод среднего течения р.Сырдарья и оценка их гидроэкологического и ирригационного качества за последние годы.

Последовательно рассмотрены краткие характеристики природных водохозяйственных условий бассейнов рек Сырдарья, Чирчика и Ахангарана, многолетние изменения водности, минерализации и химического состава речных вод, а также степень их загрязненности.

Значительную часть монографии занимает описания особенностей гидрологического и гидрохимического режима коллекторно-дренажных вод Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областей.

В заключительной главе описаны результаты гидроэкологического состояния вод рассматриваемой территории с учетом гидрохимических и гидрологических показателей, а также оценки качества поверхностных вод для ирригации по пяти наиболее распространенным эмпирическим формулам.

В монографии также приведены практические рекомендации по улучшению гидроэкологического состояния рассматриваемой территории и расчеты объемов коллекторно-дренажных вод, которые можно повторно использовать для орошения.

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

#### **Рецензенты:**

**И.Б.Рузиев** - к.т.н., ведущий специалист НИЦ МКВК

**Рахимов Г.Н.** - д.с/х.н., главный научный сотрудник НИИИВП

Решением Научно-технического совета НИЦ МКВК от 31 мая 2024 года на основании протокола №6 разрешено в печать.

© Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н.

ISBN 978-9910-9187-5-9

© Изд. «Voris-nashriyot» 2024 г.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** В мире глобальное изменение климата привело к сокращению запасов пресной чистой воды, в связи с этим большое внимание уделяется эффективному и рациональному использованию водных ресурсов. В связи с этим, в шестой цели устойчивого развития ООН «Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитария для всех»<sup>1</sup> отмечается, что «доступ к безопасной воде и рациональное использование пресноводных экосистем имеет огромное значение для здоровья человека и экологической безопасности». Это требует учета и анализа количества и качества поверхностных вод в аридных регионах в условиях постоянного увеличения потребности в пресной воде.

В мире приоритетное внимание уделяется исследованиям, направленным выявлению многолетнего изменения водности рек, изменению гидрологического и гидрохимического режимов речных и коллекторно-дренажных вод, анализу водно-солевых балансов орошаемой территории, определению современных характеристик химического состава и качества воды коллекторов. Также, в условиях острого дефицита воды, оценка качества поверхностных вод с точки зрения ирригации и гидрологии, определение пространственно-временного изменения водности трансграничных рек и их притоков является актуальной.

В нашей республике уделяется особое внимание реализации мер, направленных на эффективное и рациональное использование водных ресурсов, и в этом отношении достигнуты значительные результаты. В частности, в Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы намечены важные задачи по «коренному реформированию механизмов использования водных ресурсов, обеспечению их рационального и эффективного использования».<sup>2</sup> В связи с этим, научные исследования, направленные на выявление современных гидрологических и гидрохимических режимов речного и коллекторного стоков, а также на составление

---

<sup>1</sup>Цели в области устойчивого развития до 2030 года, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы». <https://lex.uz>

гидрологических и водохозяйственных карт с применением ГИС-технологий имеют важное научное и практическое значение.

Проведенные исследования в определенной степени служат выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-6024 от 10 июля 2020 года «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», в Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-4486 от 9 октября 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами», №ПП-5005 от 24 февраля 2021 года «Об утверждении стратегии управления водными ресурсами и развития сектора ирригации в Республики Узбекистан на 2021-2023 годы», №ПП-145

от 1 марта 2022 года «О мерах по совершенствованию управления водными ресурсами и регулированию взаимоотношений между водопотребителями в низовом звене», другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Основные закономерности и теоретические положения об особенностях гидрологического и гидрохимического режимов речных вод исследованы в работах зарубежных ученых D.Hellel, E.A.Hiler, T.A.Howel, R.V.Lews, R.V.Boos, M.Zhe, X.Zhang, B.Wang, L.V.Wilcox и других. Следует отметить также работы A.J.Wade, E.J.Palmer-Felgate, S.J.Halliday, R.A.Skeffington, которые внесли заметный вклад в разработку методики изучения гидрологического и гидрохимического режимов рек и коллекторов, оценки их гидроэкологического состояния в условиях дефицита воды.

В странах СНГ различные вопросы формирования и динамики количества и качества поверхностных вод рассмотрены в работах О.А.Алекина, П.П.Воронкова, С.Н.Харченко, И.А.Шикломанова, Р.А.Нижеховского, Л.В.Дунина-Барковского, П.О.Завьялова, А.М.Никанорова, Н.И.Коронкевича, Н.Л.Фроловой, А.И.Чеботарева, А.Н. Гостунского.

В Узбекистане исследования в этом направлении проводили Л.З.Шерфединов, Ф.Э.Рубинова, Ю.М.Денисов, В.Е.Чуб, В.А.Духовный, С.Ш.Мирзаев, Э.И.Чембарисов, М.А.Якубов, Ф.Х.Хикматов, Ш.О.Мурадов, Р.М.Разаков, Ю.Н.Иванов, А.И.Сергеев, Ф.М.Рахимбаев, С.В.Мягков, Б.Э.Нишонов,

Р.Т.Хожамуратова, Б.Е.Аденбаев, Г.Х.Юнусов, Т.А.Ахмедова, Ф.Я.Артикова и другие. В этих исследованиях освещены аспекты формирования минерализации и химического состава поверхностных и подземных вод в различных регионах республики под влиянием природных и антропогенных факторов.

Однако, в указанных выше исследованиях не уделялось особое внимание анализу изменения гидрохимических стадий воды реки Сырдарья в среднем течении, а также ими не были подробно изучены аспекты гидрологического и гидрохимического режимов коллекторно-дренажных вод. Данное исследование отличается от выше указанных работ тем, что оно посвящено вопросам исследования гидрологических и гидрохимических режимов поверхностных вод среднего течения реки Сырдарья и оценке их гидроэкологического состояния и ирригационного качества.

**Целью исследования** является оценка современных гидрологических и гидрохимических режимов речных и коллекторно-дренажных вод среднего течения реки Сырдарья, а также их гидроэкологического состояния и качества воды для целей ирригации.

В соответствии с целью монографии в ней поставлены и решены следующие основные **задачи**:

- исследование особенностей гидрологического и гидрохимического режимов, а также многолетних изменений водности и минерализации реки Сырдарья в её среднем течении;
- оценка гидрологического и гидрохимического режимов речных и коллекторно-дренажных вод в пределах бассейнов рек Чирчик и Ахангаран (Ташкентская область);
- определение современных характеристик, объемов, минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод, а также их географическое изменение в пределах Сырдарьинской и Джизакской областей;
- оценка качества для целей ирригации коллекторных вод по наиболее апробированным формулам, учитывающим их пригодность повторному использованию;
- применение современных методических подходов при оценке гидроэкологического состояния поверхностных вод

рассматриваемой территории, а также разработка практических рекомендаций по их улучшению.

**Объектом исследования** являются реки Чирчик, Ахангаран и река Сырдарья в среднем течении, а также коллекторно-дренажные воды Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областей.

**Предметом исследования** является изучение особенностей современного гидрологического и гидрохимического режимов воды рек Чирчик, Ахангаран и Сырдарья в среднем течении, а также крупных магистральных коллекторов орошаемой территории этих бассейнов.

**Методы исследования.** В данных исследованиях применены методы гидрологических и гидрохимических расчетов и оценок, включая методы водно-солевого баланса, математической статистики, картографический метод, гидрологическое обобщение, а также обобщенные методы оценки гидроэкологического и ирригационного качества поверхностных вод.

**Научное и практическое значение результатов исследований.** Научная значимость результатов исследования определяется возможностью их использования при совершенствовании научных подходов, применяемых при выявлении особенностей гидрологического и гидрохимического режимов речных и коллекторно-дренажных вод, а также при оценке гидроэкологического состояния и качества поверхностных вод для целей ирригации рассматриваемой территории.

Практическая значимость результатов исследования заключается в использовании предложенного метода оценки гидроэкологического состояния водных объектов различных территорий и обосновании возможности использования в маловодные годы части объема коллекторных вод без разбавления, а части со смешиванием с речной водой в разных пропорциях.

Приведенные в монографии материалы могут использоваться студентами бакалавриата и магистратуры направления естественных наук при изучении предметов «Гидросфера», «Охрана природы», «Гидрология суши», «Гидроэкология».

Авторы надеются, что материалы монографии будут полезны молодым ученым и докторантам.

## **Глава I. Современные гидрологический и гидрохимический режимы реки Сырдарья в среднем её течении**

В настоящее время в связи с обострением использования стока трансграничной реки Сырдарья возросла необходимость применения различных методов оценки гидрологического и гидрохимического режимов и их изменения по длине реки [45, 55, 61].

В данной монографии эта проблема рассмотрена на примере среднего течения реки, куда территориально вошли Ташкентская, Сырдарьинская и Джизакская области Узбекистана.

### **§1.1. Методы, использованные при определении гидрологических и гидрохимических характеристик поверхностных вод**

**Общая оценка литературных источников, использованных в работе.** При проведении расчетов, построении математических зависимостей, составлении ГИС карт и их анализе были использованы различные методические подходы, которыми пользовались ученые известные в Центральной Азии и странах СНГ. Дополнительно к этому при оценке гидроэкологического состояния были использованы новые методические подходы, предложенные автором. Так, например, при оценке гидроэкологического состояния оценивались величина индекса загрязненности воды (ИЗВ), величины современных принятых гидробиологических показателей (БПИ-биотический перифитонный индекс, ИС-индекс сапробности и МБИ-модифицированный биотический индекс), а также качество питьевой воды [55, 87, 88].

При оценке качества воды для целей ирригации была дана итоговая обобщенная характеристика пригодности воды для орошения и гидроэкологического качества, как речных вод на различных створах, так и существующих магистральных коллекторов. Было отмечено, что в перспективе необходимо учитывать содержание в воде не только главных ионов ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), но и содержание в воде

экологически вредных химических элементов: железа-Fe, цинка-Zn, меди-Cu, фтора-F, кобальта-Co, хрома-Cr, свинца-Pb, кадмия-Cd, ртути-Hg, нитратов-NO<sub>3</sub> и нитритов-NO<sub>2</sub>, так как они могут приводить к различным заболеваниям печени, нервной системы, анемии, нарушению щитовидной железы, поражению почек, раку желудка и др [44].

Исходя из выше описанного, все рассмотренные литературные источники были условно разделены на три группы: 1) публикации, в которых описаны и использованы гидрологические подходы; 2) публикации, в которых описаны и использованы гидрохимические подходы; 3) публикации, посвященные описанию различных гидрологических и гидрохимических характеристик коллекторно-дренажных вод (к-д-в).

К первой группе публикаций относятся труды следующих ученых: В.Л.Шульца (1965), А.Н.Гостунского (1969), С.И.Харченко (1968), А.И.Чеботарева (1960), В.Е.Чуба (2000, 2007), Ф.Э.Рубиновой (1979), Ф.Хикматова (2009, 2016), М.А.Якубова (1997), Э.И.Чембарисова (2016, 2020), Б.Е.Аденбаева (2020), Б.Х.Юсупова (2021) и др.

Ко второй группе публикаций относятся труды следующих ученых: О.А.Алекина (1970), В.В.Фадеева и М.Н.Тарасова (1975), А.С.Шайка (1984), Э.И.Чембарисова (1989), А.Б.Насрулина (1996), Ф.Э.Рубиновой (2005, 2007), Б.Э.Нишанова (2021), Б.Т.Курбанова (2003), Ш.О.Мурадова (2012), Т.Ахмедовой (2018).

К третьей группе публикаций относятся труды следующих ученых: И.Н.Антипова-Каратаева и Г.М.Кадер (1961), М.Ф.Буданова (1965), Е.Н.Гапона (1933), А.У.Усманова (1978), А.М.Можайко и Т.К.Воротника (1968), Т.П.Глухова (1977), В.А.Духовного (1985), С.В.Мягкова (1986), М.А.Якубова и др. (2011), Ш.О.Мурадова (2021), Ф.Э.Рубиновой, Ю.Н.Иванова (2005), Э.И.Чембарисова (2016, 2020), Р.Т.Хожамуратовой (2020), Ю.И.Широковой (2003), С.Р.Шодиева (2006, 2022) и др.

Выше было отмечено, что оценка гидроэкологического состояния рассмотренных территорий производилась путем анализа индекса загрязненности воды (ИЗВ), принятых гидробиологических показателей и качества питьевой воды.

Оценка качества речных и коллекторно-дренажных вод для целей ирригации проведена на основании наиболее часто употребляемых эмпирических формул: 1) О.А.Алекина (1970), 2) И.Н.Антипова – Каратаева и Г.М.Кадер (1961), 3) А.М.Можейко и Т.К.Воротника (1958), 4) Е.Н.Гапона (1933) – SAR и 5) А.У.Усманова (1978) [4, 5, 9, 10, 12, 38, 71].

В перспективе должны быть разработаны нормативы и критерии по предельно допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воде, применяемой для орошения сельскохозяйственных культур.

При расчетах, проведенных по формулам перечисленных ученых, брались не средние величины минерализации из изменяющихся химических анализов речных и коллекторных вод, а их максимальные значения.

## **§1.2. Краткая характеристика природных и водохозяйственных условий среднего течения реки Сырдарья**

Бассейн реки Сырдарья – крупнейший в Средней Азии по площади и длине главной реки. Сток воды образуется на отрогах хребтов Тянь-Шаня, откуда река выходит, в начале, на степные пространства, а затем, прорезая в низовьях пустыню Кызылкум, впадает в Аральское море. Границы бассейна р.Сырдарья четко видны только в пределах горного рельефа (юго-восточная часть), что же касается равнинной, северо-западной его части, то там границы бассейна выражены недостаточно ясно. Поэтому точно площадь бассейна р.Сырдарья может быть определена только до выхода реки из хребтов Ферганской котловины. Для этого пункта площадь бассейна р.Сырдарья превышает 143 тыс. км<sup>2</sup>, а в горной области бассейна – чуть выше 150 тыс.км<sup>2</sup> (рис.1.1) [56, 96, 101].

Период максимального стока, приходящийся на наиболее жаркую половину лета (июнь - август), для большинства рек характеризуется минимальной величиной минерализации внутри года, позволяет отметить двухфазность (половодье, межень) гидрологического и гидрохимического режима рек бассейна. Период половодья характеризуется малой минерализацией речных

вод, а период межени, который начинается обычно с сентября повышенной минерализацией за счет увеличения доли подземного питания. Кроме естественных факторов, в последние годы на формирование химического состава речных вод всё большее влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Сеть ирригационных каналов, расширяющаяся из года в год, оказывает влияние и на химический состав речных вод [60].

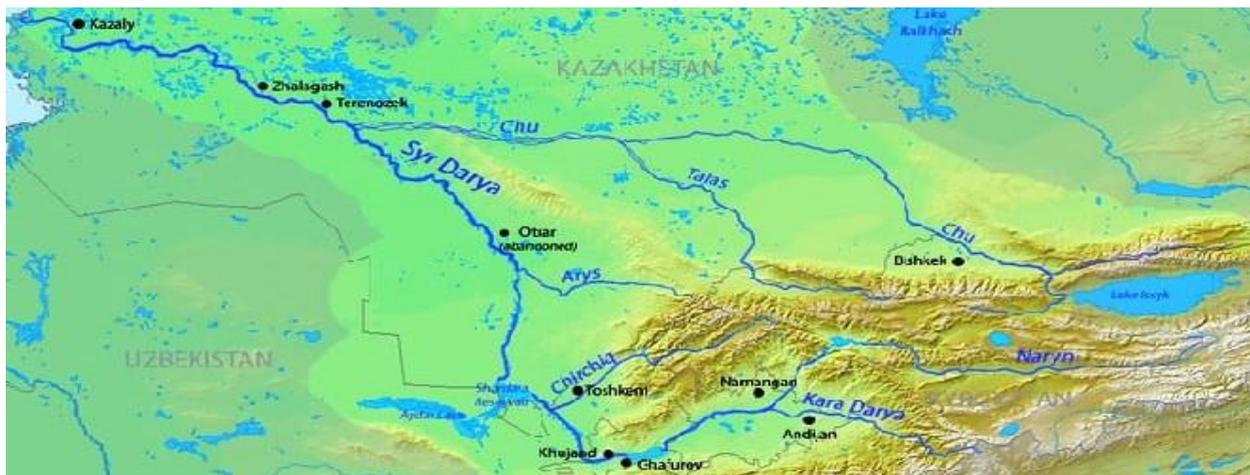


Рисунок 1.1. Бассейн р.Сырдарья

Ниже выхода из Ферганской котловины р.Сырдарья, за исключением двух сравнительно крупных притоков Зааминсай и Санзар, далеко до нее не доходящих, слева притоков не имеет. Справа же в нее впадает Ахангаран (Ангрен), далее наиболее крупный и водоносный приток р.Чирчик, а затем Келес и Арысь. Кроме перечисленных рек, Сырдарья имеет множество мелких притоков, которые, так же, как и большинство крупных, разбираются на орошение и свою воду до Сырдарьи не доносят.

**Климатические условия.** В формировании климата бассейна р.Сырдарья огромное значение имеют атмосферные процессы, характерные для Средней Азии в целом. Как известно, вся эта территория находится под влиянием западного переноса воздушных масс, с присущими ему процессами цикло- и антициклогенеза. Значительную роль играют также циклоны, влажные западные воздушные массы и холодные северные воздушные массы, вызывающие понижение температуры воздуха и

выпадение осадков. В январе, наиболее холодном месяце года, над равнинами средняя суточная температура колеблется от 12° в районах, прилегающих к Аральскому морю, до 2° в предгорьях Западного Тянь-Шаня.

Наибольшие средние суточные температуры (30°, 35°) наблюдаются в равнинной части бассейна и в предгорьях. По мере увеличения высоты местности температура понижается, и на высотах 2000-3000 м она не превышает 10-20° [56, 83, 96].

Река Сырдарья снегово – ледникового типа питания, максимальные расходы проходят в мае-июне, а период половодья охватывает апрель-август. В остальные месяцы расходы воды значительно меньше.

За внутригодовым и многолетним распределением стока рек ведутся постоянные наблюдения и их особенности учитываются при использовании речных вод.

**Водные ресурсы бассейна реки Сырдарья.** Сырдарья – вторая по водности река Средней Азии. Общий сток с водосборной площади бассейна Сырдарья округленно равен 1200 м<sup>3</sup>/с. Поверхностные водные ресурсы бассейна р.Сырдарья оцениваются в среднем размере 33,2 км<sup>3</sup> и имеют отклонения в зависимости от водности лет. Наиболее водоносными в бассейне р.Сырдарья являются реки Нарын и Чирчик [95, 101].

Основным источником питания реки являются талые воды сезонного снежного покрова, меньший удельный вес составляют воды ледников и «вечных снегов», а также дождевые воды. В зависимости от высотного положения водосбора, степени и времени увлажнения его осадками доля участия в питании рек тех или иных источников существенно меняется, в связи с этим в той или иной мере меняется и режим стока.

В бассейне р. Сырдарья каскад водохранилищ (Токтогульское, Кайракумское, Андижанское, Чарвакское, Шардаринское) дает возможность полностью (до 93%) зарегулировать сток реки, т.е. осуществить практически полное регулирование стока реки, но с 1991 г. в верховьях, самое емкое Токтогульское водохранилище

работает в энергетическом режиме, резко увеличив пропуски в период невегетации и сократив их в вегетационный период (в маловодные годы). Подобный режим Токтогульского водохранилища снижает степень удовлетворения требований ирригационных водопотребителей в верхнем и среднем течении реки и приводит к ирригационным дефицитам в годы пониженной водности.

### **§1.3. Многолетние изменения водности реки Сырдарья и особенности гидрологического режима**

Гидрологический режим реки Сырдарья и ее основных притоков был изучен по фондовым данным лаборатории гидрометрии и метрологии научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП) и отдела гидрологии Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет). Были собраны сведения по средним месячным расходам воды за 1965-2020 гг. по следующим створам: р.Сырдарья–кишл. Каль, р.Сырдарья–ниже сброса канала Дуслик, (в черте г.Бекабад); р.Сырдарья – пос. Надеждинский; р. Сырдарья – г.Чиназ.

Все собранные гидрологические данные по величинам средних годовых расходов воды у створа Каль были разделены на три группы с учетом величин модульного коэффициента ( $K_0$ ): а)маловодные годы – 16 лет; б)годы средней водности – 33 года; в)многоводные годы – 16 лет.

Согласно проведенным расчетам были также определены различия величин средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}, \text{м}^3/\text{с}$ ) у створа Каль в многоводные, средние по водности и многоводные годы по сравнению с средним многолетним расходом. При этом определено, что в многоводные годы проходит в среднем  $574 \text{ м}^3/\text{с}$ , в средние по водности годы  $404 \text{ м}^3/\text{с}$ , в маловодные годы  $308 \text{ м}^3/\text{с}$  (табл.1.1.).

Таблица 1.1.

Внутригодовые изменения средних месячных расходов воды в р.Сырдарья у створа Каль  
в различные по водности годы

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.год
Многоводные годы													
2017	649	713	548	771	621	484	522	367	269	457	452	742	550
2010	576	630	551	448	830	880	330	587	442	431	488	709	575
2005	868	884	637	448	436	355	256	244	293	474	663	888	537
2004	845	624	706	541	488	482	364	338	404	535	761	1000	591
2003	851	694	681	825	517	479	211	337	378	629	810	970	615
Средние по водности годы													
2020	674	586	454	394	255	214	201	204	216	326	625	843	416
2019	636	625	475	502	345	312	244	242	263	352	580	748	442
2018	666	646	534	413	321	335	210	208	199	360	582	743	435
2016	515	496	301	267	372	205	165	210	182	337	578	725	362
2015	538	584	442	388	277	196	193	173	155	310	634	624	376
Маловодные годы													
1987	199	214	194	370	284	376	597	197	190	375	563	533	341
1986	169	311	236	260	594	396	537	418	87,3	200	262	297	314
1985	277	249	169	204	299	389	369	420	120	214	277	168	263
1984	217	259	323	208	524	545	577	386	119	152	234	386	328
1983	251	144	135	280	634	493	421	363	154	176	231	263	295

На рис.1.2. показаны многолетние изменения средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}, \text{м}^3/\text{с}$ ) за 1961 – 2020 гг. на створах среднего течения р.Сырдарья: а) Каль, ниже сброса канала Дуслик (КМК), б) Надеждинский, Чиназ, Келес. Из графика видно, что наиболее многоводными годами являются 1966, 1969, 1970, 1988, 1994, 1996, 2003, 2004, 2005, 2010, 2017, а наиболее маловодными: 1974, 1975, 1978. Эта же закономерность прослеживается не только на створе Каль, но и на других перечисленных створах.

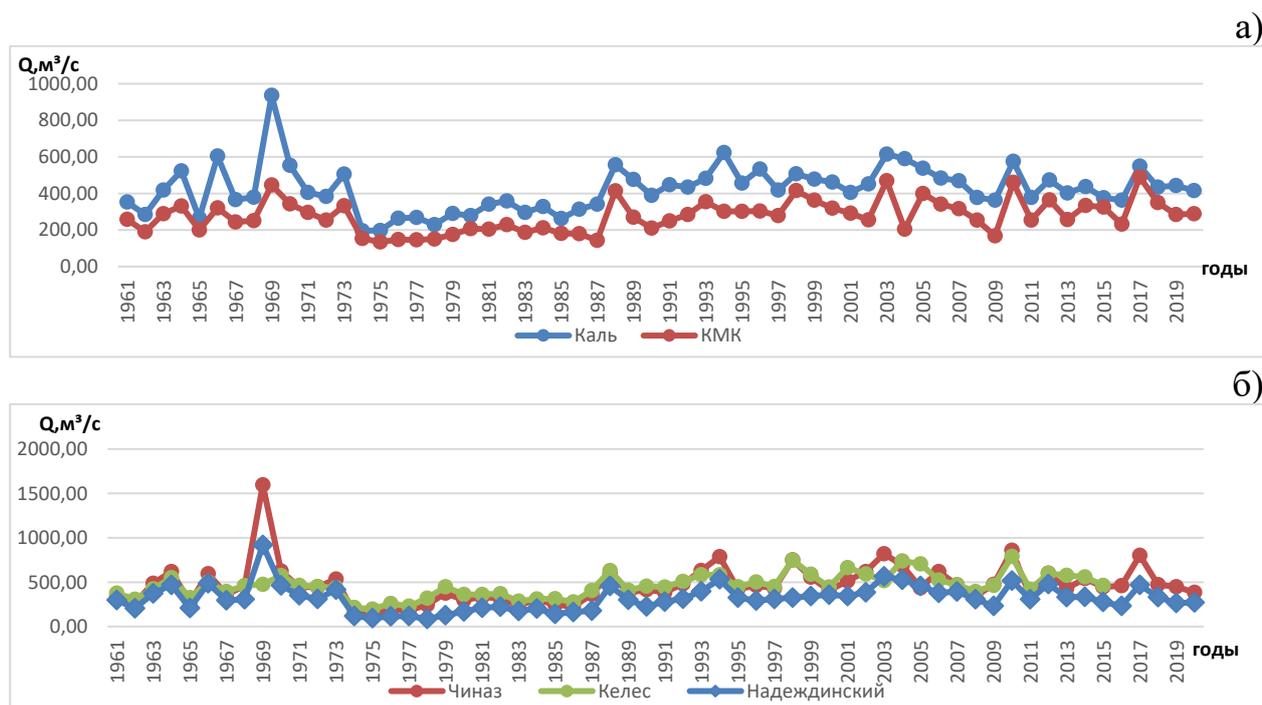


Рисунок 1.2. Многолетние колебания средних годовых расходов воды бассейна р.Сырдарья на постах: а) к.Каль, ниже сброса канала Дуслик, б) пос.Надеждинский, г.Чиназ, Келес.

При анализе изменения водности реки по годам были подсчитаны средние многолетние значения средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}, \text{м}^3/\text{с}$ ) за отдельные десятилетия. Расчеты показали, что по данным створа Каль в среднем за 1961-1970 гг. средний многолетний расход воды был равен 469  $\text{м}^3/\text{с}$ , за 1971-1980 гг. – 302  $\text{м}^3/\text{с}$ , за 1981-1990 гг. – 366  $\text{м}^3/\text{с}$ , за 1991-2000 гг. – 484  $\text{м}^3/\text{с}$ , за 2001-2010 гг. – 487  $\text{м}^3/\text{с}$  и за 2011-2020 гг. – 386  $\text{м}^3/\text{с}$ ., т.е. в 1971-1980 гг. водность реки по сравнению с 1961-1970 гг. уменьшилась в 1,55 раз, в 1981-1990 гг. – в 1,28 раз, 1991-2000 гг.

наоборот увеличилась в 1,03 раза, 2001-2010 гг. – 1,04 раза и в 2011-2020 гг. – уменьшилась в 1,22 раза.

Также было интересно проследить за динамикой средних годовых расходов воды по отдельным пятилетиям, за период 1961- 2020 гг. (рис.1.3.).

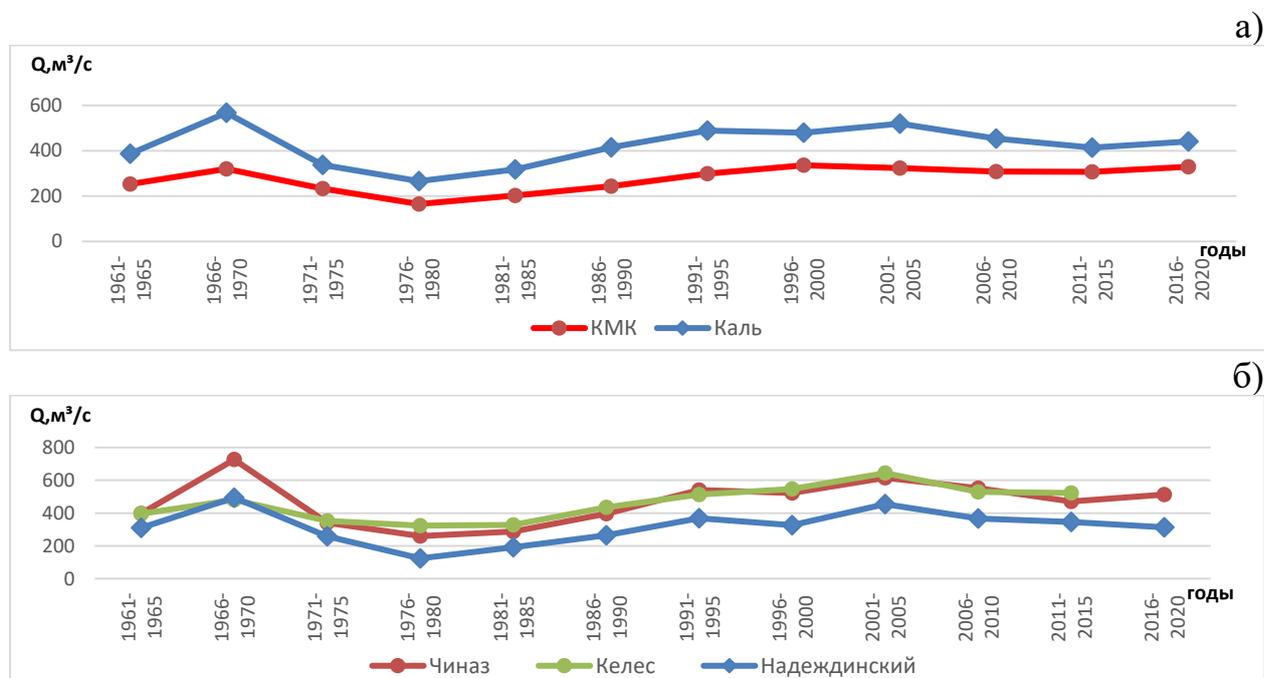


Рисунок 1.3. Многолетние изменения средних годовых расходов воды среднего течения р.Сырдарья по пятилетиям

В створе Каль наибольшие величины расходов воды наблюдались в 1966-1970 гг. – 568 м³/с и в 2001-2005 гг. – 520 м³/с, наименьшие в 1976-1980 гг. – 266 м³/с и в 1981-1985 гг. – 317 м³/с, в остальные пятилетия величины расходов воды изменялись от 386 м³/с (1961-1965 гг.) до 489 м³/с (1991-1995 гг.). В створе ниже сброса канала Дуслик (КМК) наибольшие величины расходов воды наблюдались в 2016-2020 гг. – 329 м³/с и в 1996-2000 гг. – 336 м³/с, наименьшие в 1976-1980 гг. – 165 м³/с и в 1981-1985 гг. – 203 м³/с, в остальные пятилетия величины расходов воды изменялись от 234 м³/с до 324 м³/с.

В створе п.Надеждинский наибольшие величины расходов воды наблюдались в 2001-2005 гг. – 455 м³/с и в 1966-1970 гг. – 494 м³/с, наименьшие в 1976-1980 гг. – 124 м³/с и в 1981-1985 гг. – 191 м³/с, в остальные пятилетия величины расходов воды изменялись от 258 м³/с до 366 м³/с. В створе Чиназ наибольшие

величины расходов воды наблюдались в 2001-2005 гг. – 616 м<sup>3</sup>/с и в 1966-1970 гг. – 726 м<sup>3</sup>/с, наименьшие в 1976-1980 гг. – 260 м<sup>3</sup>/с и в 1981-1985 гг. – 288 м<sup>3</sup>/с, в остальные пятилетия величины расходов воды изменялись от 341 м<sup>3</sup>/с до 553 м<sup>3</sup>/с.

В створе Келес наибольшие величины расходов воды наблюдались в 2006-2010 гг. – 528 м<sup>3</sup>/с и в 2001-2005 гг. – 644 м<sup>3</sup>/с, наименьшие в 1976-1980 гг. – 324 м<sup>3</sup>/с и в 1981-1985 гг. – 329 м<sup>3</sup>/с, в остальные пятилетия величины расходов воды изменялись от 353 м<sup>3</sup>/с до 523 м<sup>3</sup>/с.

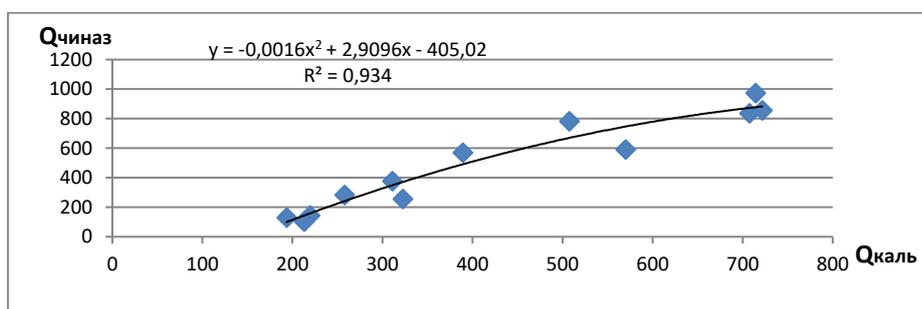


Рисунок 1.4. График связи средних месячных расходов воды реки Сырдарья на гидропостах Каль и Чиназ за 2011-2020 гг.

Приведенные данные позволяют также проследить за изменением водности р.Сырдарья по течению реки от створа Каль до створа Келес: практически водность реки на расстоянии названных створов увеличивается, это объясняется впадением в реку Сырдарья рек Чирчик, Келес и канала Бозсу, а также некоторых коллекторов с орошаемой территории Ташкентской и Сырдарьинской областей.

Построен график зависимости между средними многолетними средними месячными расходами воды для створа Каль и створа Чиназ (рис.1.4). Данная зависимость получилась достаточно тесной ( $R^2=0,93$ ) и ею можно пользоваться в практических расчетах, когда по известному расходу у створа Каль можно судить о ожидаемой величине расходов воды в створе Чиназ.

#### **§1.4. Современный гидрологический и гидрохимический режим реки Сырдарья**

В реке Сырдарья в пределах Узбекистана в настоящее время химический состав воды определяется в шести створах: р.Сырдарья- г. Наманган (к.Каль), Сырдарья – выше г. Бекабад, Сырдарья – ниже г. Бекабад, Сырдарья – Надеждинский, Сырдарья – Чиназ (данные последних лет дополняются по створу – 0,5 км ниже устья коллектора ГПК-С), р.Сырдарья-ниже устья коллектора ГПК-С в 0,5 км ниже впадения коллектора Геджиген [22].

Современные данные о гидрологическом и гидрохимическом режимах р.Сырдарья в створах Каль, ниже сброса канала Дуслик (КМК), пос.Надеждинский и г.Чиназ приведены в табл.1.2 и рис.1.5.

В створах Каль и ниже сброса канала Дуслик (КМК), в течение года наблюдаются резкие изменения расходов воды, если в осеннее-зимний период они были равны 563-760 м<sup>3</sup>/с, то в летние месяцы они понижаются до 268-226 м<sup>3</sup>/с. Главной причиной такого резкого понижения расходов воды следует считать работу Токтогульского водохранилища в энергетическом режиме и водозаборы в оросительные каналы для полива сельскохозяйственных культур.

Величина минерализации на обоих створах в течение года изменялась незначительно: на створе Каль от 580 мг/л до 780 мг/л, на створе ниже сброса канала Дуслик (КМК) – от 890 мг/л до 1070 мг/л, хотя тенденция увеличения ее величин при понижении расходов воды все же наблюдается.

В створах Надеждинский и ниже сброса канала Дуслик наблюдается обратно пропорциональная зависимость между водным и гидрохимическим режимом, когда с уменьшением расходов воды ее минерализация повышается, это объясняется подземным типом питания реки в эти месяцы и работой Токтогульского водохранилища в энергетическом режиме, известно, что минерализация подземных вод обычно выше, чем минерализация речных вод.

Таблица 1.2.

Среднее многолетнее внутригодовое распределение стока и минерализации в створах среднего течения

р.Сырдарья за 2016-2020 гг.

Год	месяца											Ср. Годовой	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
Каль													
W, млн.м <sup>3</sup>	1683	1502	1238	1215	1026	803	718	659	585	981	1458	1968	1153
%	11,86	11,58	8,73	8,86	7,23	5,85	5,07	4,65	4,26	6,92	10,64	14,35	100
Σи, мг/л	620	590	660	630	640	780	770	770	900	720	770	570	700
ниже сброса канала Дустлик (КМК)													
W, млн.м <sup>3</sup>	1544	1551	1321	992	587	155	95	57	68	638	1329	1945	857
%	14,58	16,02	12,49	9,7	5,54	1,52	0,9	0,53	0,67	6,04	12,99	19,02	100
Σи, мг/л	920	890	1120	980	970	1030	1180	1160	1170	1230	1270	1030	1080
пос.Надеждинский													
W, млн.м <sup>3</sup>	1399	1392	1311	1018	563	149	117	57	66	611	1267	1875	819
%	13,84	15,05	12,96	10,44	5,56	1,52	1,16	0,56	0,68	6,04	12,97	19,22	100
Σи, мг/л	850	930	870	1090	1380	1390	1280	1320	1250	1390	1440	1100	1190
г. Чиназ													
W, млн.м <sup>3</sup>	2053	2046	1838	1937	1439	860	507	306	342	884	1551	2300	1339
%	12,45	13,56	11,15	12,15	8,73	5,39	3,06	1,86	2,14	5,36	9,74	14,41	100
Σи, мг/л	510	810	960	770	850	840	820	1150	1100	830	860	800	860

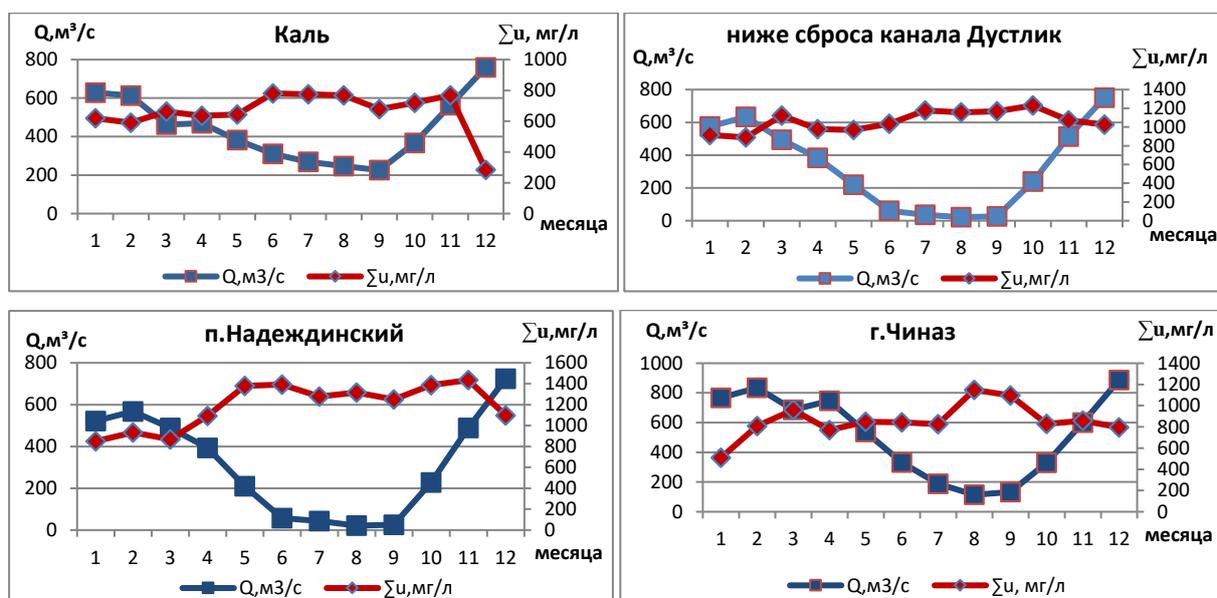


Рисунок 1.5. Внутригодовое изменение расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $\Sigma u$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ) реки Сырдарьи за 2016-2020 гг.: а) Каль, б) ниже сброса канала Дуслик, в) п.Надеждинский, г) г.Чиназ

В створе Чиназ также наблюдается обратно пропорциональная зависимость между водным и гидрохимическим режимом, когда с понижением расходов воды ее минерализация повышается до 1100-1150  $\text{мг}/\text{л}$ , что также, связано с подземным типом питания в эти месяцы(июнь-сентябрь) и работой Токтогульского водохранилища. При увеличении расходов воды (ноябрь-февраль) минерализация понижается до 510-860  $\text{мг}/\text{л}$ . Следует отметить следующую особенность водного режима у створа Чиназ: повышение расходов воды внутри года наблюдается дважды: в апреле (748  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и в декабре (до 888  $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Если в осенне-зимний период расходы воды изменяются от 489  $\text{м}^3/\text{с}$  до 724  $\text{м}^3/\text{с}$ , то в летние месяцы они понижаются до 21,1-57,4  $\text{м}^3/\text{с}$ , величина минерализации при повышенных расходах воды равна 800-1090  $\text{мг}/\text{л}$ , а при пониженных расходах несколько повышена: до 1280-1390  $\text{мг}/\text{л}$ .

Кроме описания современного гидрологического и гидрохимического режимов на створах среднего течения р.Сырдарьи была прослежена динамика за этими режимами за прошедшие тридцать лет в целом за 1990-2020 гг., а также по периодам, разбитым на отдельные десятилетия: 1)1990-1999 гг.,

2)2000-2009 гг., 3)2010-2020 гг. Построенные графики среднего многолетнего внутригодового изменения расходов воды и минерализации у створа Каль за различные периоды лет приведены на рис.1.6.

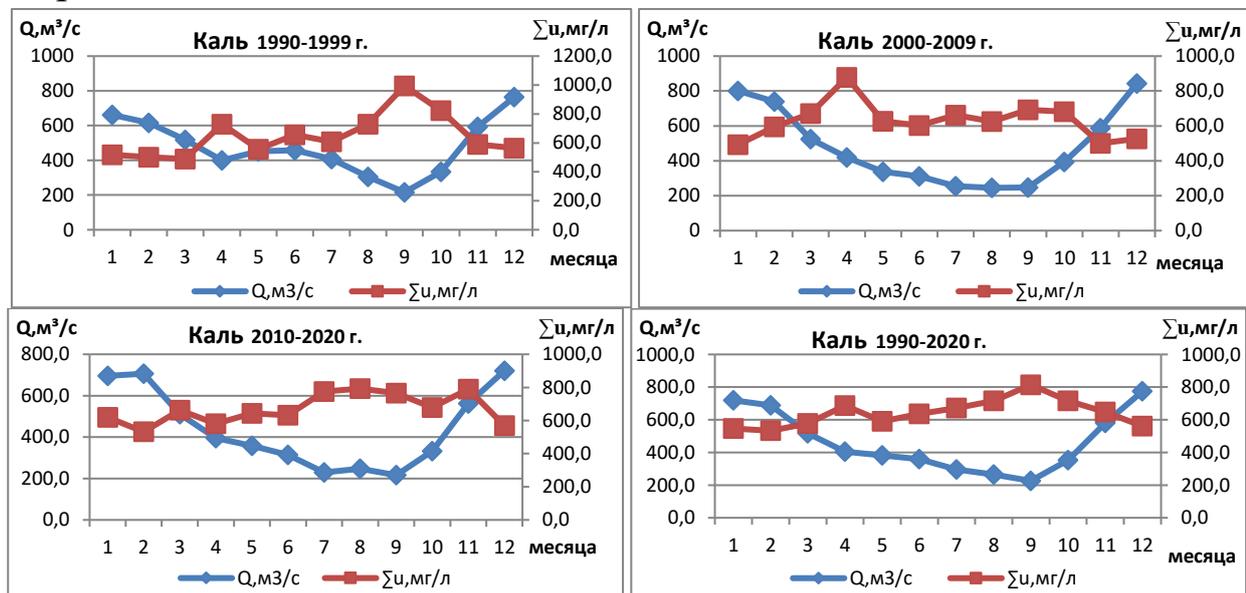


Рисунок 1.6. Внутригодовое изменение расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $\Sigma u$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ) реки Сырдарья у створа Каль по периодам: 1990-1999 гг., 2000-2009 гг., 2010-2020 гг., 1990-2020 гг.

На створе Каль в течение всех четырех рассматриваемых периодов наибольшие средние месячные расходы воды наблюдались в течение января-апреля и ноября-декабря ( $511\text{-}843 \text{ м}^3/\text{с}$ ), а наименьшие – в мае-октябре ( $451\text{-}216 \text{ м}^3/\text{с}$ ); в это же время в течение – апреля и ноября-декабря величина минерализации была несколько понижена ( $619\text{-}493 \text{ мг}/\text{л}$ ), а во время пониженных средних месячных расходов, величина минерализации была несколько выше:  $626\text{-}824 \text{ мг}/\text{л}$ . Таким образом, можно сделать вывод о том, что у створа Каль в течение всего рассматриваемого периода (1990-2020 гг.) наблюдается обратно пропорциональная зависимость между гидрологическим и гидрохимическим режимом.

Подобная картина изменения внутригодовой минерализации от средних месячных расходов воды в общем виде наблюдается также на створах ниже сброса канала Дуслик (КМК), п.Надеждинский и г.Чиназ (Приложение 2).

Значительные уменьшение расходов воды в реке в летние месяцы объясняются водозабором до створа Каль на орошение и другие нужды по всему её течению.

Внутригодовые средние многолетние распределение речного стока (в %) за 2016-2020 гг. в створах р.Сырдарья приведено в рис.1.7.

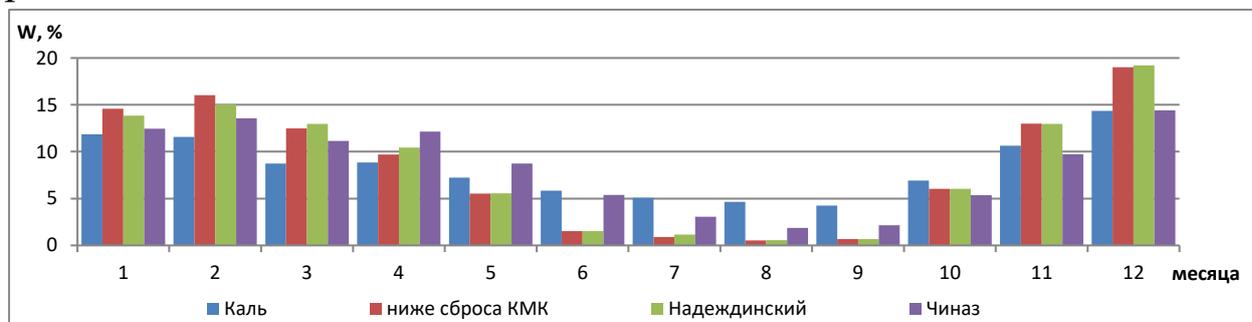


Рисунок 1.7. Внутригодовое распределение стока (в %) р.Сырдарья по месяцам за 2016-2020 гг.: у створов Каль, ниже сброса канала Дуслик (КМК), Надеждинский, Чиназ.

Видно, что наибольшее количество стока (до 80%) проходит в реке за январь-май и октябрь-ноябрь месяцы.

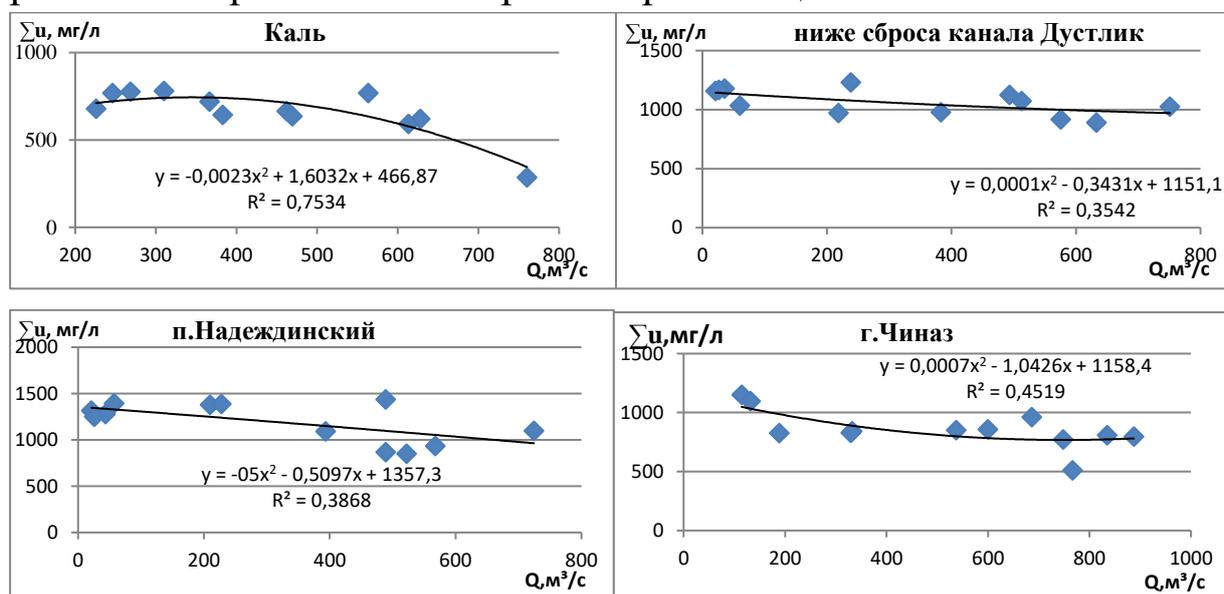


Рисунок 1.8. Зависимости средних многолетних месячных величин минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л) от средних многолетних величин месячных расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) реки Сырдарья за 2016-2020 гг: а) Каль, б) ниже сброса канала Дуслик (КМК), в) п.Надеждинский, г) г.Чиназ.

Наличие обратно пропорциональной зависимости между водными гидрохимическим режимами позволили надеяться на то, что на графиках между средними многолетними месячными

величинами минерализации и средними многолетними месячными расходами воды будет достаточно тесная связь (рис.1.8.).

Однако относительно тесной ( $R^2=0,75$ ) она оказалась только в створе Каль, а в остальных створах как ниже сброса канала Дустлик, Надеждинский, г.Чиназ она оказалась равной  $R^2=0,35-0,45$ . Этот график можно использовать в практических расчетах, когда при известной величине расходов воды ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) можно ориентировочно определить величину минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л).

В горной части бассейна наблюдается тенденция к уменьшению минерализации речных вод с ростом ее расходов. Как правило, у створов, расположенных в нижних течениях рек, изменение минерализации по месяцам протекает сложнее. Здесь наблюдается несколько ее подъемов и спадов, объясняющихся поступлением в русло рек возвратных вод с орошаемых полей во время их промывок и поливов.

### **§1.5. Гидрохимические особенности р.Сырдарья в среднем течении**

У створа г. Наманган (к.Каль) минерализация воды повышается до 800 мг/л, состав воды становится гидрокарбонатно-сульфатным-магниевым-кальциевым (ГС-МК).

В верхнем течении р.Сырдарья–к.Каль в речной воде среди анионов преобладает сульфатный ион ( $R^2=0,83$ ), на втором месте – гидрокарбонатный ион, на третьем – хлоридный ион. Среди катионов преобладает ион кальция ( $R^2 =0,65$ ). На втором месте – ион магния ( $R^2 =0,49$ ), на третьем месте – ион натрия плюс калий ( $R^2 = 0,47$ ) (рис.1.9).

р. Сырдарья гидропост п.Надеждинский среди анионов преобладает сульфатный ион ( $R^2 =0,95$ ), на втором месте - хлоридный ион ( $R^2 = 0,93$ ), на третьем –гидрокарбонатный. Среди катионов преобладает ион натрия плюс калий ( $R^2 = 0,89$ ). На втором месте – ион магния ( $R^2 = 0,78$ ), на третьем месте – ион кальция ( $R^2 = 0,81$ ) (рис.1.9).

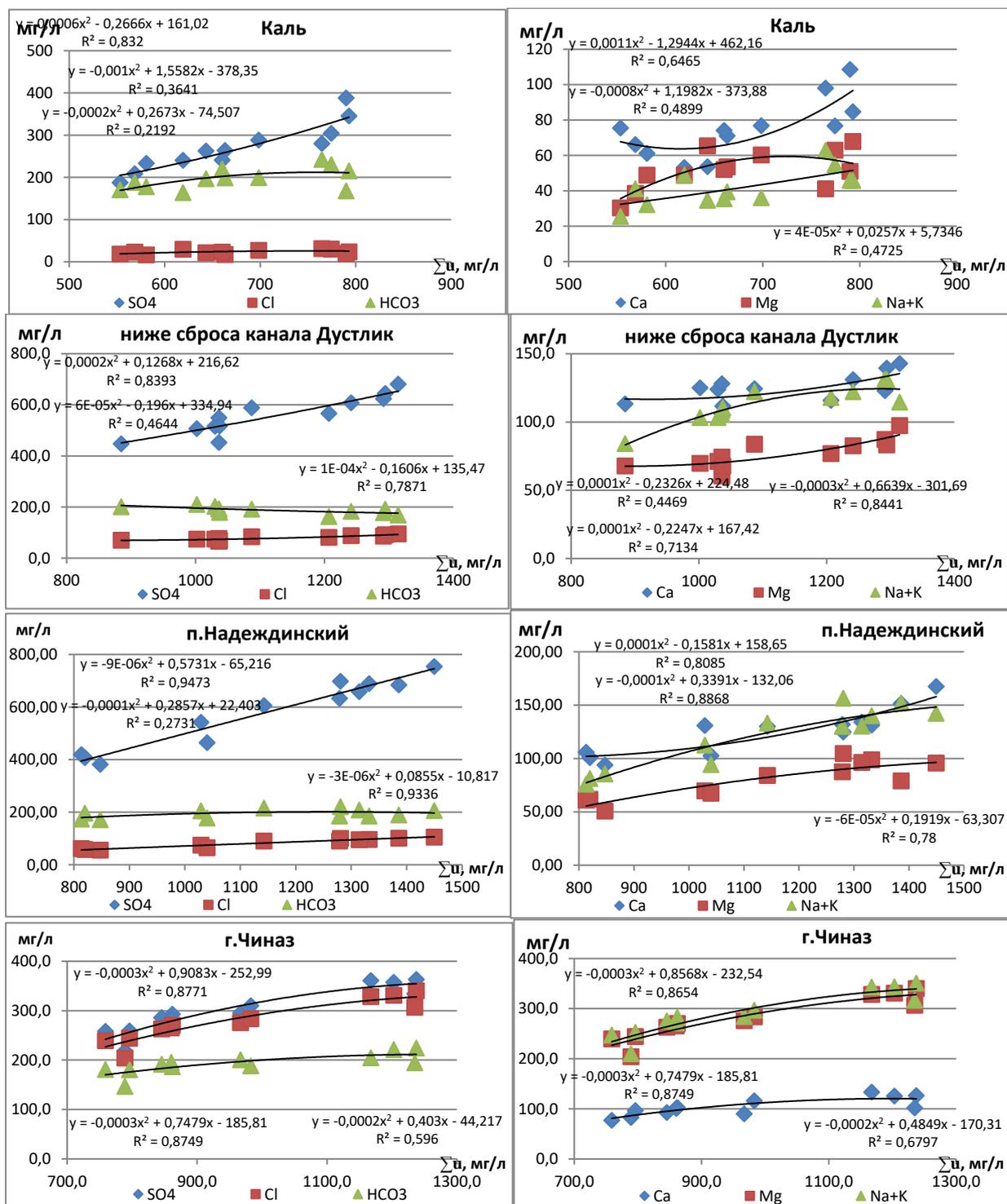


Рисунок 1.9. Зависимости изменения содержания главных ионов от величины минерализации воды р. Сырдарья у створов: а) Каль, б) ниже сброса канала Дуслик (КМК), в) п.Надеждинский, г) г.Чиназ за 2011-2020 гг.

В целом закономерность изменений химического состава воды по длине реки сохраняется и в последние годы. Если в верховьях реки минерализация равна 380-440 мг/л, а состав воды сульфатно-гидрокарбонатный-натриево-магниевый-кальциевый (СГ-НМК), то в нижнем течении минерализация до 800-1240 мг/л, при этом состав

воды меняется на гидрокарбонатно-сульфатный-кальциево-натриевый (ГС-КН).

В нижнем течении р.Сырдарья–г.Чиназ среди анионов преобладает сульфатный ион, на втором месте – гидрокарбонатный ион, на третьем – хлоридный. Среди катионов преобладает ион натрия. На втором месте – ион кальция, на третьем месте – ион магния.

Таким образом, на створах, расположенных в средних и нижних течениях реки, в связи с влиянием орошения в последние годы диапазон колебания минерализации вод внутри года возрос. Одновременно наблюдается рост минерализации речных вод и по длине водотока.

### **§1.6. Оценка изменения гидрохимических стадий воды р.Сырдарья за многолетний период**

При исследовании гидрохимического режима речных вод особый интерес представляет изменение минерализации по их длине. Этот процесс обуславливается различными природными и антропогенными факторами. К их числу можно отнести выщелачивание легкорастворимых солей из откосов и ложа русла, наличие в бассейнах засоленных почво-грунтов, участков с выклинивающими подземными водами и испарение.

В опубликованных работах специалистов было выявлено, что в соответствии с генетическими особенностями состава поступающих в реку возвратных вод с орошаемой территории, рост минерализации воды по длине реки происходит, главным образом, за счет увеличения хлоридов и сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов [4, 60, 83]. Так, например, выявлено, что в большинстве рек Узбекистана химический состав воды постепенно переходит от ясно выраженного гидрокарбонатного-кальциевого состава (Г-К) до хлоридно-сульфатного-магниевонатриевого (ХС-МН).

Для всех рек бассейна р.Сырдарья, а также его частей была рассчитана величина изменения минерализации за различные

периоды лет, начиная с 1940-1950 гг., до 2010-2020 гг. (Приложение 1). В верховьях бассейна у створа Учкурган (р.Нарын) и Кампыррават (р.Карадарья) величина минерализации за прошедшие годы хотя и увеличилась до 420-500 мг/л, но все равно она оставалась хорошей по качеству, т.е. она была меньше 1000 мг/л. В верховьях рек по прежнему наблюдается сульфатно-гидрокарбонатная-магниевая-натриево-кальциевая (СГ-МНК) стадия, а в р.Сырдарья при выходе из Ферганской долины – сульфатная-магниевая-натриево-кальциевая (С-МНК) стадия, т.е. это показывает, что в воде р.Сырдарья среди анионов преобладает сульфатный ион [89].

### **§1.7. Характеристика степени загрязненности поверхностных вод среднего течения р. Сырдарья**

Перечень загрязняющих веществ на исследованных створах и их средние годовые превышения относительно предельно допустимой концентрации (ПДК) приведены в рис.1.10 и в Приложении 3 (данные «Государственного водного кадастра», Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет)) [17].

Ниже по течению у г. Бекабад (выше и ниже города), в створе п.Надеждинский, ниже устья коллектора ГПК-С и у коллектора Геджиген также наблюдается превышение меди, фенолов, сульфатов, а на некоторых постах предельно допустимую концентрацию (ПДК) начинают превышать биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), минерализация, азот нитритный, нефтепродукты и магний. Это вызвано тем, что на этом участке в реку попадают различные сточные воды и коллекторный сток с орошаемых полей.

Деривационный канал Фархадской ГЭС и канал Дустлик и Геджиген – устье также загрязнены медью, сульфатами, фенолами, нефтепродуктами, ПДК превышают также БПК<sub>5</sub> – в 2,1 раза и минерализация – в 1,1-1,3 раза.

Наиболее загрязнена вода в коллекторах Шурузяк и ГПК-С – устье, а также в озере Арнасай. В воде коллекторов ПДК

превышает магний, сульфаты, фенолы, медь, нефтепродукты, цинк и минерализация – в 1,9-2,1 раза.

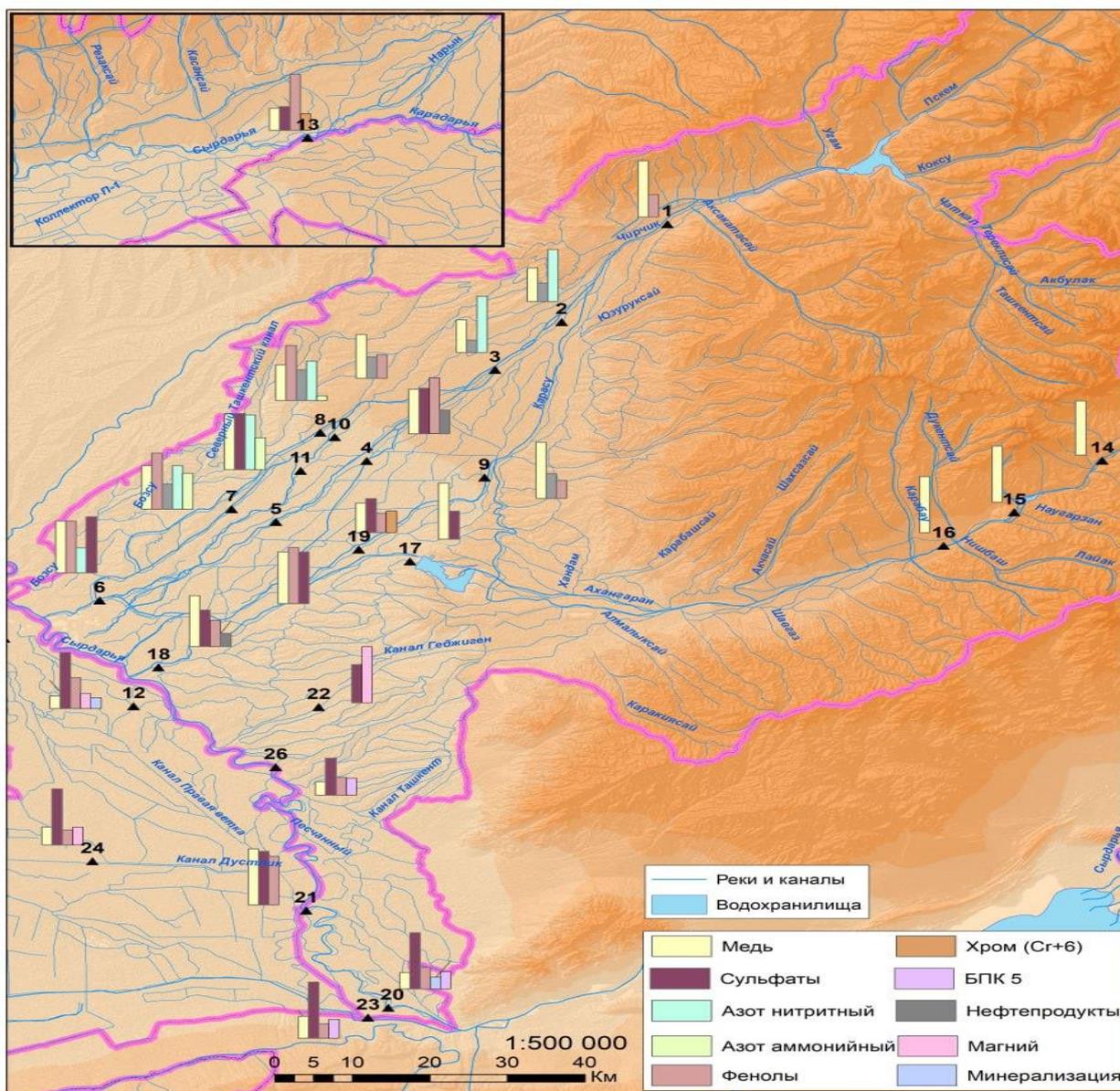


Рисунок 1.10. Карта превышения ПДК загрязняющих элементов в воде рек среднего течения р.Сырдарья

В озере Арнасай ПДК превышают девять ингредиентов: кальций, магний, сульфаты, фенолы, ХПК, хлориды, медь, цинк, величина минерализации достигает 10,5-19,2 г/л.

При использовании этих вод в различных сферах экономики, необходимо проводить их очистку.

Выводы по первой главе:

- согласно данным по створу Каль за 1956-2020 гг. было выявлено количество маловодных лет – 16, средних по водности –

33 и многоводных – 16. В среднем за последние пять лет по водности, через створ Каль в многоводные годы проходит – 574 м<sup>3</sup>/с, в средние по водности годы – 406 м<sup>3</sup>/с и в маловодные годы – 308 м<sup>3</sup>/с. Наибольшие величины среднегодовых расходов воды по отдельным пятилетиям наблюдались в 1966-1970 гг. – 568 м<sup>3</sup>/с и в 2001-2005 гг. – 520 м<sup>3</sup>/с, наименьшие в 1976-1980 гг. – 266 м<sup>3</sup>/с и в 1981-1985 гг. – 317 м<sup>3</sup>/с;

- согласно проведенным расчетам внутригодового распределения расходов воды за 2016-2020 гг. было выявлено, что у створов Каль, ниже сброса канала Дуслик, п.Надеждинский, г.Чиназ наибольшее количество стока (до 80%) проходит в реке за январь-май и октябрь-ноябрь;

- в последние годы у створа Наманган (к.Каль) минерализация повышается до 800 мг/л, состав воды становится гидрокарбонатно-сульфатным-магниевым-кальциевым (ГС-МК). При выходе р.Сырдарья на территорию Казахстана минерализация воды повышается до 1200-1290 мг/л, а состав воды меняется на гидрокарбонатно-сульфатный-кальциевый-натриевый (ГС-КН);

- были построены зависимости средней многолетней месячной величины минерализации от средней многолетней месячной величины расходов воды за 2016-2020 гг. для всех рассматриваемых створов. Относительно тесной, данная связь оказалось для створа Каль ( $R^2 = 0,75$ ), в остальных створах ниже сброса канала Дуслик, Надеждинский, Чиназ оказалось равной  $R^2 = 0,35-0,45$ ;

- был проведен анализ степени загрязненности поверхностных вод среднего течения р.Сырдарья за 2020 г.: если при выходе реки из Ферганской долины в воде предельно допустимую концентрацию (ПДК) превышают медь, сульфаты, фенолы, азот нитритный, нефтепродукты; то у створа Геджиген ПДК превышают магний, минерализация, сульфаты, фенолы.

## **Глава II. Анализ динамики гидрологического и гидрохимического режимов поверхностных вод в бассейнах рек Чирчик и Ахангаран**

### **§2.1. Краткая характеристика природных и водохозяйственных условий**

Чирчик-Ахангаранская долина расположена в северо-восточной части республики между рекой Сырдарья и отрогами Западного Тянь-Шаня. На северо-западе физико-географического района проходит граница между Узбекистаном и Казахстаном, по долине р.Келес и хребтам Каржантау и Угам. На востоке по Таласскому, Пскемскому и Чаткальскому хребтам он граничит с Кыргызстаном. Кураминский хребет отделяет Чирчик-Ахангаранскую долину от Ферганской долины, юго-западная граница района проходит по реке Сырдарья [59, 95].

Ташкентский оазис относительно богат водными ресурсами. По его территории проходят две крупные реки - Чирчик и Ахангаран. Главная река Ташкентской области Чирчик - образуется от слияния рек Пскем и Чаткал, имеющих истоки на высотах 4400 м. Длина ее 225 км, площадь бассейна 14240 км<sup>2</sup> [89].

Чирчик относится к рекам снегово-ледникового типа с явным преобладанием питания за счет сезонных снегов среднего и нижнего ярусов. Чирчик принимает только два сравнительно крупных притока: справа – р.Угам и слева – р.Аксак-Ата. Остальные притоки - типичные саи.

Использование воды на территории бассейнов р. Чирчик и Ахангаран осуществляется Чирчик-Ахангаранской бассейновой ирригационной системой.

В Ташкентской области имеется 590,6 тыс. га посевной площади, из них 393 тыс. га орошаются. В целях улучшения мелиоративного состояния земель построены коллекторно-дренажные системы общей длиной 8145 км. Для развития орошаемого земледелия в области построены оросительные каналы (Зах, Жун и др.) и водохранилища (Чарвакское, Ахангаранское, Ташкентское и др.).

Для орошения земель используются водные ресурсы из пяти источников. Среди них особое место занимает река Чирчик, водные ресурсы которой используются для орошения 286 тыс.га земель.

## §2.2. Особенности гидрологического и гидрохимического режимов

Все собранные гидрологические данные по величинам средних годовых расходов воды у створа Газалкент р.Чирчик были разделены на три группы с учетом их обеспеченности (в %): а)маловодные годы – 21 год; б)годы средней водности – 29 лет; в)многоводные годы – 11 лет.

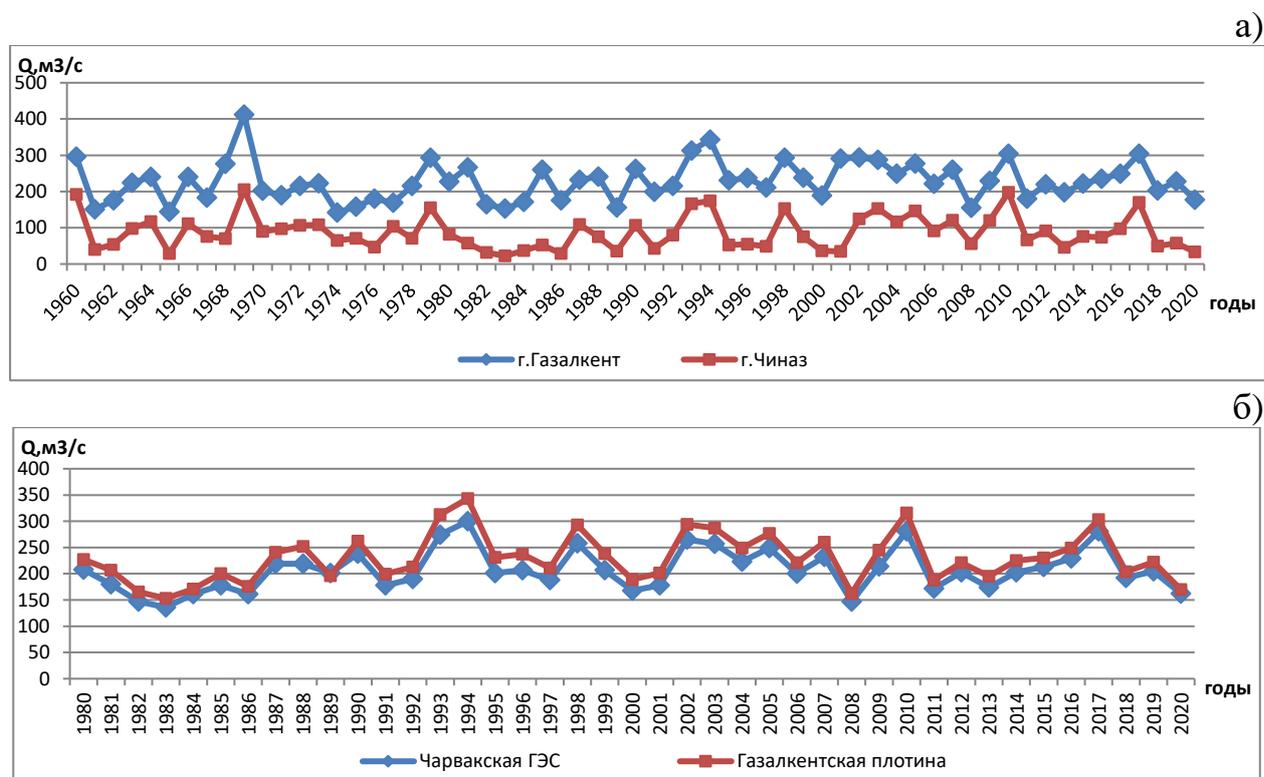


Рисунок 2.1. Многолетние колебания средних годовых расходов воды р.Чирчик на гидропостах: а) г.Газалкент, г.Чиназ, б) плотина Чарвакской ГЭС, Газалкентская плотина.

Согласно проведенным расчетам были также определены различия величин средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес.}}, \text{м}^3/\text{с}$ ) у створа Газалкент в многоводные, средние по водности и многоводные годы по сравнению с многоводным годом; при этом определено, что в многоводные годы проходит в среднем  $296 \text{ м}^3/\text{с}$ , в средние по водности годы  $226 \text{ м}^3/\text{с}$ , в маловодные годы  $181 \text{ м}^3/\text{с}$  (табл.2.1.).

Таблица 2.1.

Внутригодовые изменения средних месячных расходов воды в р. Чирчик у створа Газалкент  
в различные по водности годы

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.год
Многоводные годы													
2017	189	181	158	333	585	706	486	296	192	175	189	159	304
2010	176	187	259	403	484	652	555	320	178	150	139	139	304
2003	222	223	185	318	356	527	557	379	217	144	150	165	287
2002	131	125	151	227	366	714	663	365	215	190	178	203	294
2001	83,6	87,4	106	167	275	345	363	329	200	181	135	134	291
Средние по водности годы													
2019	140	175	112	214	324	369	439	274	172	172	184	156	228
2016	197	132	169	158	366	552	425	304	180	178	183	147	249
2015	174	168	150	191	356	459	349	278	170	163	171	182	235
2014	130	147	118	134	328	513	396	276	182	150	147	140	222
2013	121	123	120	148	199	381	354	309	191	164	119	130	198
Маловодные годы													
2020	154	153	141	126	154	273	313	258	158	141	135	121	177
2018	169	166	118	166	212	296	384	232	167	164	173	181	203
2011	107	129	167	149	228	246	300	299	183	134	108	107	180
2008	176	112	123	104	198	248	269	240	107	99,0	87,2	91,3	155
2000	129	146	177	179	258	229	342	293	142	109	86,4	76,2	189

На рис.2.1 показаны многолетние изменения средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) за 1960-2020 гг. на створах р.Чирчик: а)г.Газалкент, г.Чиназ, б)Чарвакская ГЭС, Газалкентская плотина. Наиболее многоводными годами являются 1960, 1969, 1979, 1993, 1994, 1998, 2001, 2002, 2003, 2010, 2017, а наиболее маловодными: 1965, 1974, 1983. Эта же закономерность прослеживается не только на створе г.Газалкент, но и на других перечисленных створах.

Также была прослежена динамика средних годовых расходов воды по отдельным пятилетиям, также за период 1960-2020 гг. (рис.2.2.).

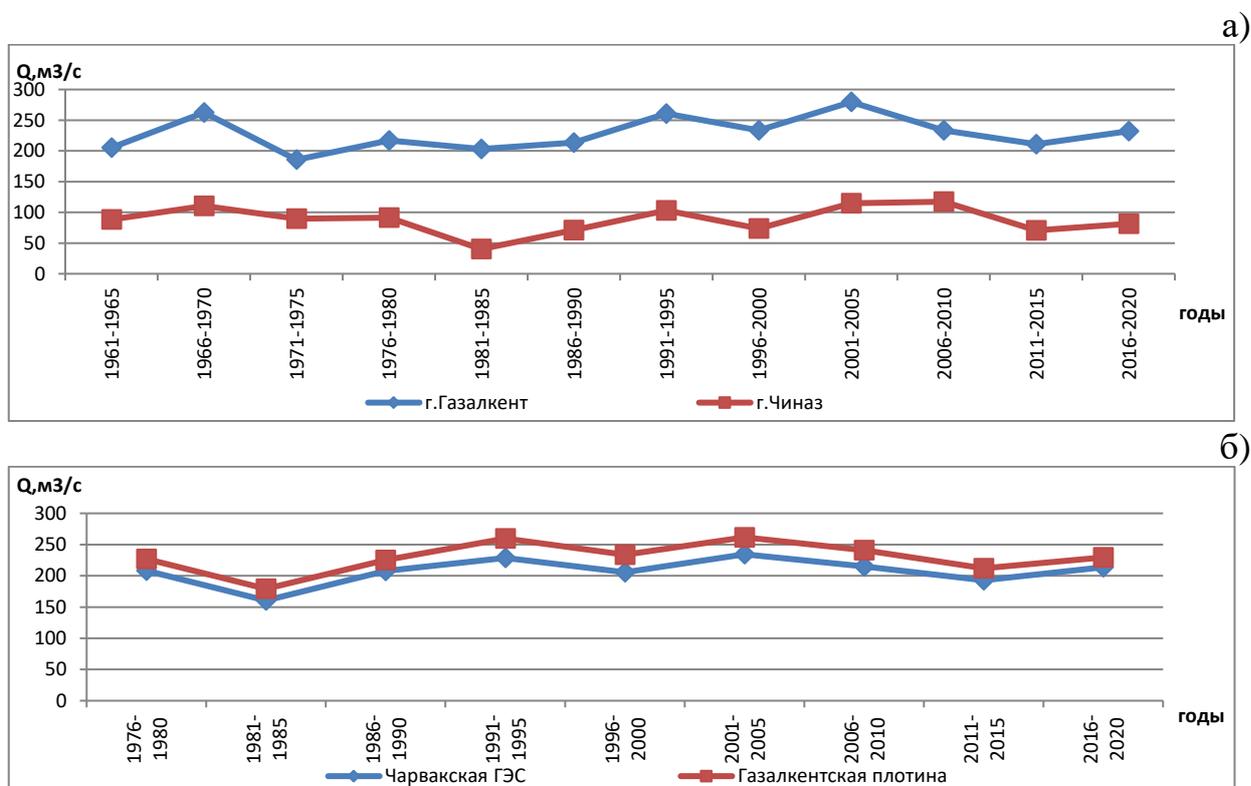


Рисунок 2.2. Многолетние изменения средних годовых расходов воды р.Чирчик по пятилетиям

У створа г.Газалкент наибольшие расходы воды наблюдаются в 1991-1995 гг., 1966-1970 гг. и 2001-2005 гг., а у створа Чиназ – в 2006-2010 гг., 2001-2005 гг. и 1996-2000 гг. Современные данные о водном и гидрохимическом режимах в р.Чирчик в створах г.Газалкент, створ Газалкентской плотины и г.Чиназ приведены в табл.2.2. и на рис.2.4.

Таблица 2.2.

Среднее многолетнее внутригодовое распределение стока (W, млн.м<sup>3</sup>) и минерализации в створах реки Чирчик за 2016 – 2020 гг.

Год	месяца												Ср. ГОДОВОЙ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
г.Газалкент													
W, млн.м <sup>3</sup>	456	392	375	518	879	1137	1069	710	438	442	453	396	605
%	6,1	5,8	5,08	6,9	11,9	15,9	14,9	9,9	6,4	5,3	6,3	5,5	100
∑и, мг/л	190	250	180	200	170	130	150	150	190	200	190	280	200
Створ Газалкентской плотины													
W, млн.м <sup>3</sup>	453	394	375	490	879	1137	1096	732	451	391	448	396	604
%	6,1	5,8	5,1	7,2	11,9	15,9	14,4	9,6	6,1	6,3	6,3	5,5	100
∑и, мг/л	190	210	180	190	170	130	150	150	170	210	190	200	180
г.Чиназ													
W, млн.м <sup>3</sup>	281	236	131	272	397	433	198	61	84	131	133	204	213
%	10,7	9,9	5,0	10,7	15,1	17,1	7,5	2,3	3,3	5,0	5,2	8,1	100
∑и, мг/л	440	500	600	460	480	600	750	880	690	510	680	610	600

В табл.2.2. и рис.2.3. также приведено внутригодовое распределение стока на всех рассматриваемых створах. Наибольшее количество стока (до 60%) р.Чирчик проходит в апреле-сентябре.

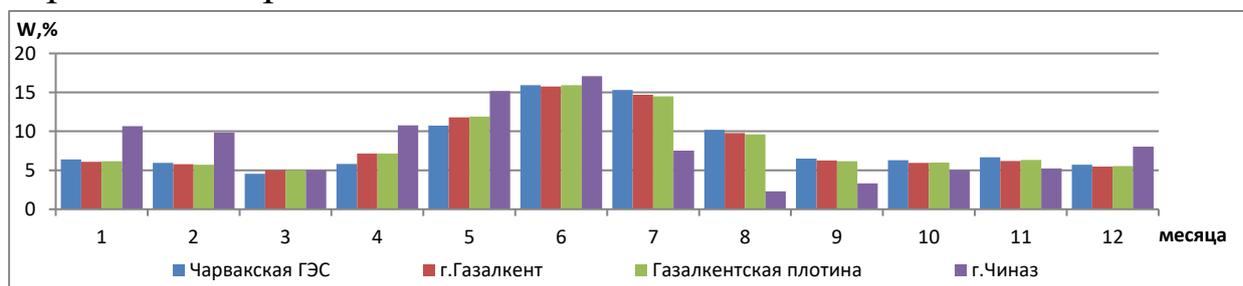


Рисунок 2.3. Внутригодовое распределение стока (в %) р.Чирчик за 2016-2020 гг.: у створов плотина Чарвакской ГЭС, г.Газалкент, створ Газалкентской плотины, г.Чиназ.

Из данных табл.2.2 можно также заключить, что величины средних многолетних годовых расходов воды наблюдаемые в верхних створах реки (214-232 м<sup>3</sup>/с) к створу Чиназ значительно понижаются до 81,5 м<sup>3</sup>/с, что показывает на то что, речной сток значительно забирается на потребности различных сфер экономики, и конечно главным образом на орошение сельскохозяйственных культур.

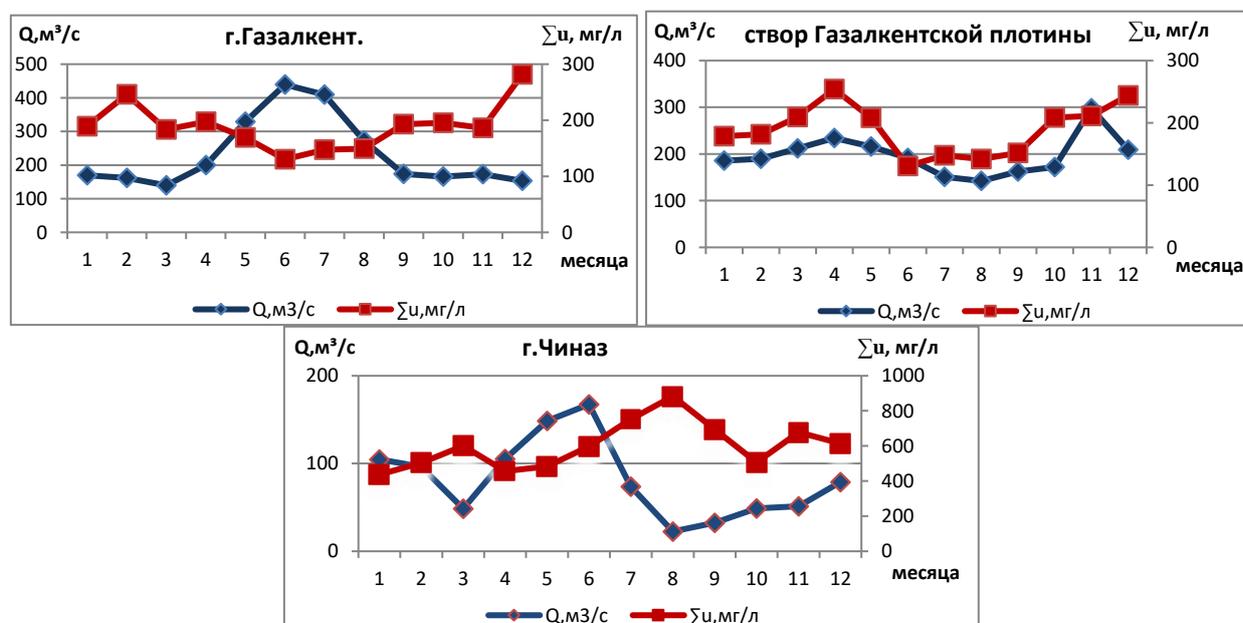


Рисунок 2.4. Внутригодовое изменение расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л) реки Чирчик за 2016 – 2020 гг.: а) г.Газалкент, б) створ Газалкентской плотины, в) г.Чиназ.

Так, например, у г.Газалкент в осенне-зимние месяцы средние месячные расходы воды изменяются от 140 до 189 м<sup>3</sup>/с, то в мае-июле они возрастают до 273-439 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации наоборот с 180-280 мг/л в осенне-зимний период, в мае-июле уменьшается до 170-130 мг/л. Подобная картина наблюдается и у створа Газалкентской плотины.

Как и в случае для р.Сырдарья, также и для р.Чирчик были построены графики среднего многолетнего внутригодового изменения расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л) для отмеченных выше створов за различные периоды лет: а) 1990-1999 гг., б) 2000-2009 гг., в) 2010-2020 гг. и г) 1990-2020 гг. (рис.2.5).

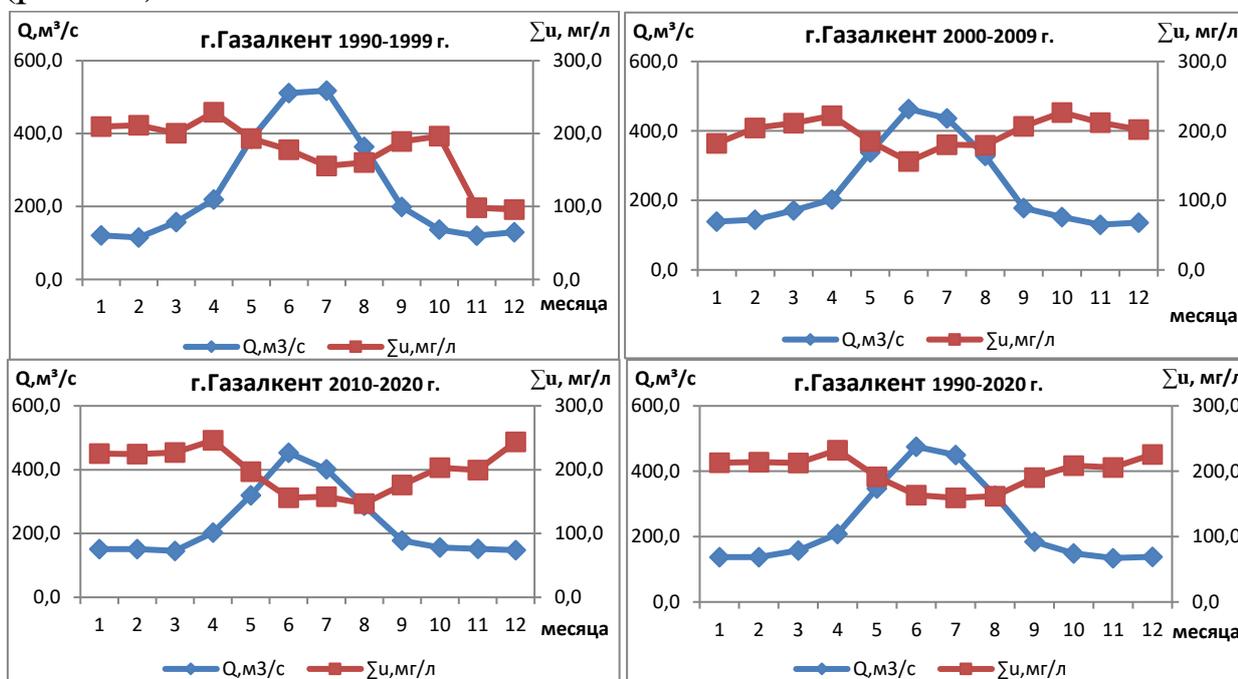


Рисунок 2.5. Внутригодовое изменение расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л) реки Чирчик у створа г.Газалкент по периодам: 1990-1999 гг., 2000-2009 гг., 2010-2020 гг., 1990-2020 гг.

Также, как для современного периода (2016-2020 гг.) между изменениями величин средних многолетних месячных расходов и средних многолетних месячных величин минерализации у створа г.Газалкент для всех расчетных периодов наблюдается обратно пропорциональная зависимость, когда при увеличении расхода (в мае-августе) до 265-514 м<sup>3</sup>/с величина минерализации понижается

до 147-210 мг/л, а при понижении расходов воды до 147-96 м<sup>3</sup>/с, она увеличивается до 197-249 мг/л.

Подобная картина более отчетливо наблюдается и в створе Газалкентская плотина, несколько сдвинутая и по месяцам у створа Чиназ (Приложение 4).

У створа г.Чиназ эта зависимость несколько нарушается, хотя при значительных уменьшениях расходов воды наблюдаются более повышенные величины минерализации. Нарушение зависимости у створа г.Чиназ, объясняется влиянием различных сбросов сточных и коллекторно-дренажных вод, попадающих в реку в среднем и нижнем течении [89, 97].

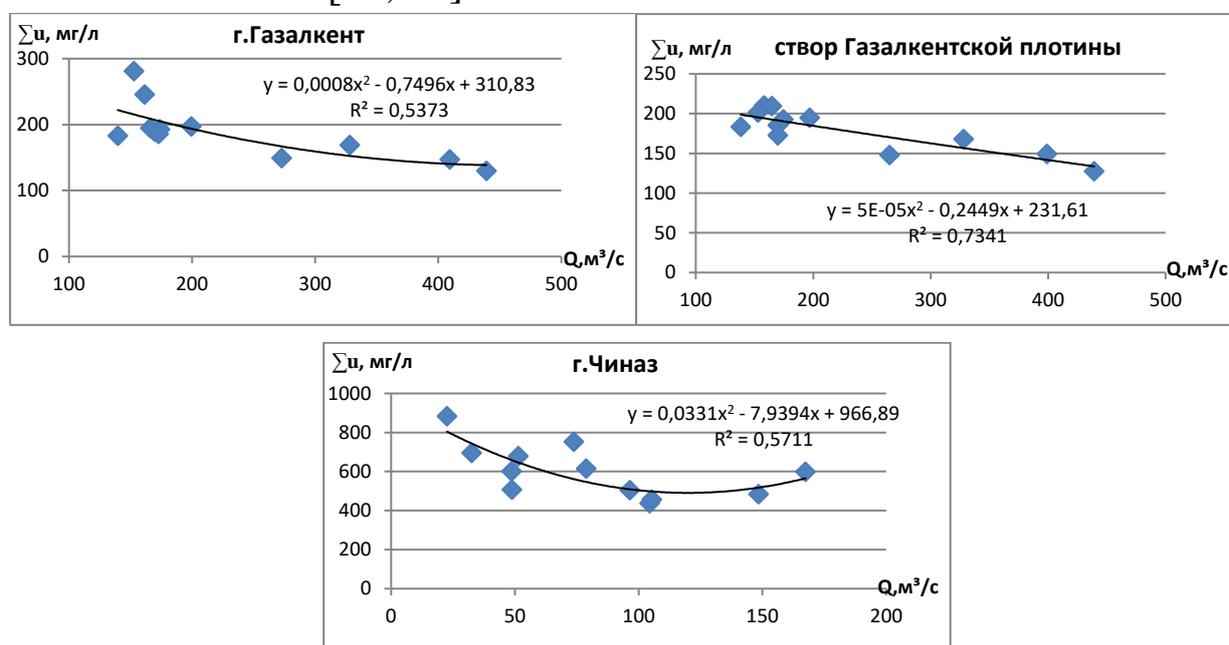


Рисунок 2.6. Зависимости средних многолетних месячных величин минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л) от средних многолетних месячных величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) реки Чирчик за 2016-2020 гг: а) г.Газалкент, б) створ Газалкентской плотины, в) г.Чиназ.

Наличие отмеченной зависимости между водным и гидрохимическим режимами позволили надеяться на то, что на графиках, между средней многолетней месячной величиной минерализации ( $\Sigma u$ , мг/л) и средними многолетними месячными расходами воды будет достаточно тесная связь (рис.2.6). Действительно для всех четырех створов эта связь оказалось достаточно тесной от  $R^2=0,54-0,57$  (для створов

г.Газалкент и г.Чиназ) до  $R^2=0,73$  (для створов Газалкентская плотина).

На рис.2.7. приведена зависимость средних многолетних месячных расходов воды для створа г.Чиназ от средних многолетних месячных расходов воды створа г.Газалкент. К сожалению, эта зависимость оказалась недостаточно тесной, из-за влияния водозаборов в различные каналы и частично из-за сбросов коллекторов

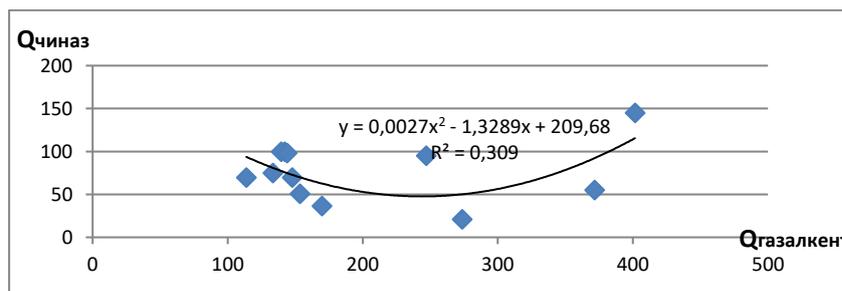


Рисунок 2.7. Зависимость средних многолетних месячных расходов воды р.Чирчик для створа г.Чиназ от средних многолетних месячных расходов створа Газалкент за 2011-2020 гг.

**Анализ зависимостей содержания главных ионов от величины минерализации воды р.Чирчик и р.Ахангаран.** О качестве речной воды судили на основании данных, приведенных в бюллетенях «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Узбекистан» за 2011-2020 гг.

Была определена теснота связи каждого из главных ионов с величиной минерализации в створах р.Чирчик–г.Газалкент, створ Газалкентской плотины, г.Чиназ, р. Ахангаран – Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, нижний бьеф Туябугуского водохранилища, п.г.т.Дустобод (Солдатское).

В верхнем течении р.Чирчик - г.Газалкент среди анионов преобладает гидрокарбонатный ион ( $R^2=0,8$ ), на втором месте – сульфатный ион, на третьем – хлоридный ион. Среди катионов преобладает ион кальция ( $R^2=0,96$ ). На втором месте – ион магния ( $R^2=0,68$ ), на третьем месте – ион натрия плюс калий ( $R^2=0,61$ ) (рис.2.8.).

В нижнем течении р. Чирчик – г.Чиназ среди анионов преобладает сульфатный ион ( $R^2=0,98$ ), на втором месте – гидрокарбонатный ион – 0,75, на третьем – хлоридный ( $R^2=0,91$ ). Среди катионов преобладает ион натрия плюс калий ( $R^2=0,97$ ). На втором месте – ионы кальция ( $R^2=0,54$ ), на третьем месте – ион магния ( $R^2=0,93$ ). Минерализация до 490-900 мг/л, при этом состав воды меняется на гидрокарбонатно-сульфатный-натриево-магниевый-кальциевый –(ГС-КН).

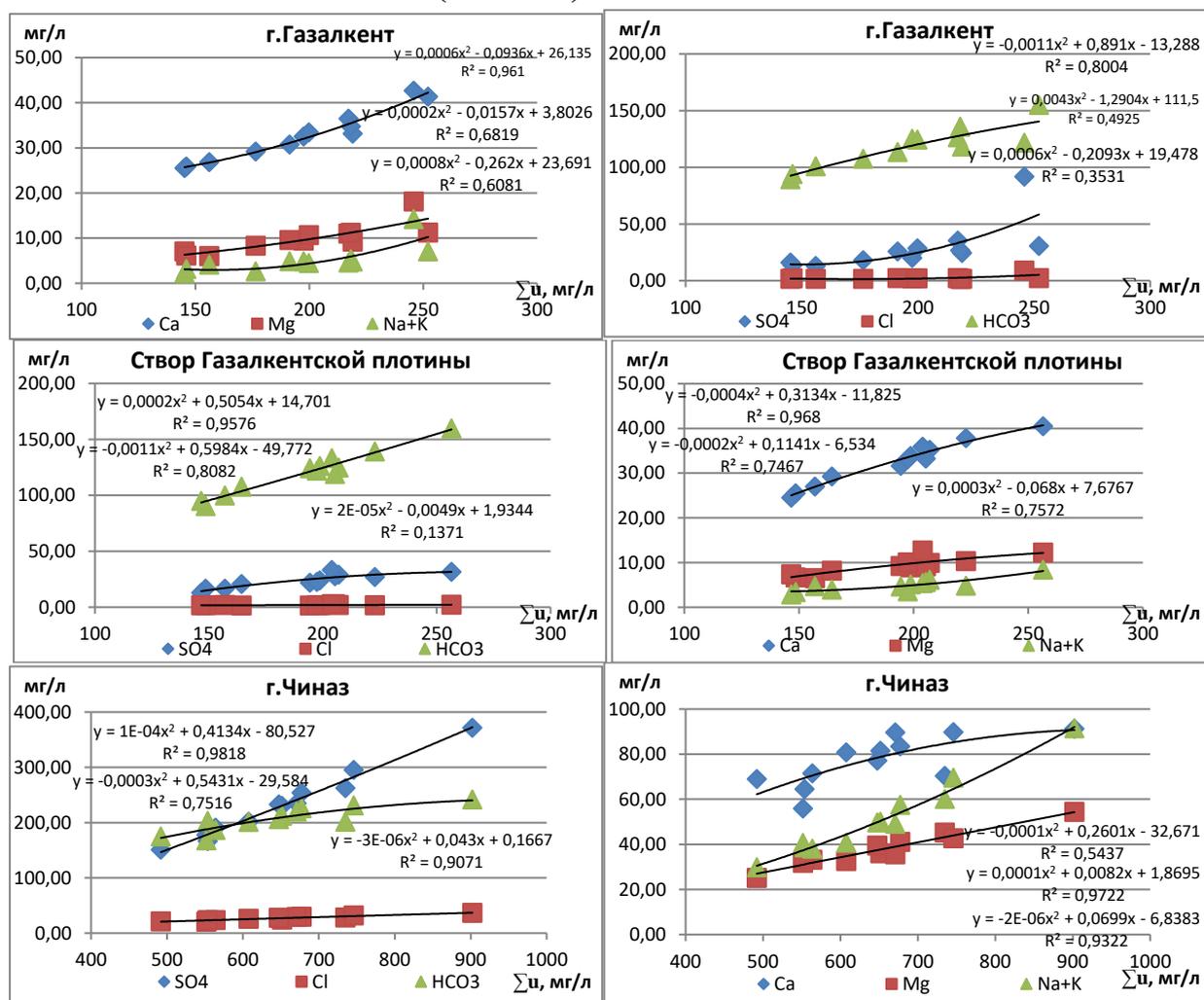


Рисунок 2.8. Зависимости изменения содержания главных ионов от величины минерализации воды р.Чирчик у створов: г.Газалкент, створ Газалкентской плотины, г.Чиназ

В верхнем течении р.Ахангаран – ниже устья р.Ирташ среди анионов преобладает гидрокарбонатный ион ( $R^2=0,94$ ), на втором месте – сульфатный ион – 0,92, на третьем – хлоридный ион – 0,69.

Среди катионов преобладает ион кальция ( $R^2=0,5$ ). На втором месте – ион магния ( $R^2=0,9$ ); на третьем месте – ион натрия плюс

калий ( $R^2=0,78$ ). Минерализация воды изменяется от 60 до 170 мг/л, состав воды сульфатно-гидрокарбонатный-магниево-кальциевый (СГ-МК) (рис.2.9).

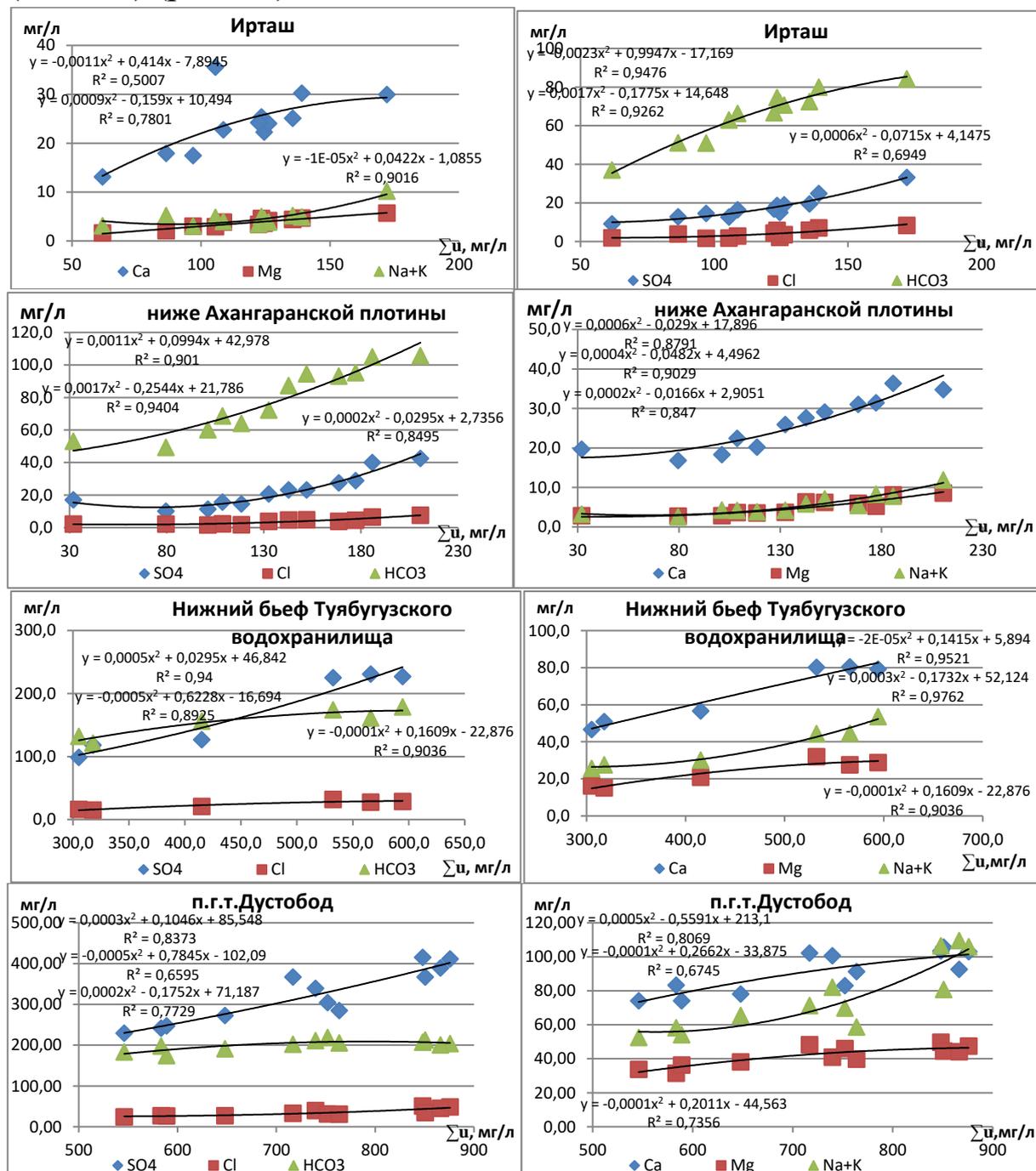


Рисунок 2.9. Зависимости изменения содержания главных ионов от величины минерализации воды р.Ахангаран у створов: ниже устья Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, нижний бьеф Туябугузского водохранилища, п.г.т.Дустобод (Солдатское)

В нижнем течении р.Ахангаран–п.г.т.Дустобод (Солдатское) среди анионов преобладает сульфатный ион ( $R^2=0,83$ ), на втором месте – гидрокарбонатный ион – 0,66, на третьем – хлоридный

( $R^2=0,77$ ). Среди катионов преобладает ион кальция ( $R^2=0,81$ ). На втором месте – ионы магния ( $R^2=0,74$ ), на третьем месте – ион натрия плюс калий ( $R^2=0,67$ ). Минерализация до 550-880 мг/л, при этом состав воды меняется на гидрокарбонатно-сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый – (ГС-МНК).

### **§2.3. Характеристика степени загрязненности поверхностных вод р. Чирчик**

Перечень загрязняющих веществ на рассматриваемых створах и их средние годовые превышения относительно ПДК приведены в Приложении 5 (данные «Государственного водного кадастра», Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет)) [17].

В верховьях бассейна (створы выше и ниже Газалкента, р.Чимган – курорт Чимган, р.Пскем – к.Муллала, р.Чирчик - к. Ходжикент, р.Акташ – курорт Акташ) предельно допустимую концентрацию в речной воде превышает, в основном, медь – в 2,2-2,5 раза, при входе р. Чирчик в промышленную зону в воде начинают превышать медь, азот аммонийный, фенолы, нефтепродукты, азот нитритный. Также ингредиенты превышают ПДК в речной воде выше и ниже г. Ташкент, у пос. Новомихайловка, а в низовьях бассейна у г. Чиназ содержание меди превышает ПДК в 3,5 раза, азота нитритного в 1,7 раз, сульфатов в 3,8 раз и фенолов в 3,5 раз. В воде канала Салар на всех отмеченных выше створах ПДК превышают следующие ингредиенты: медь – в 3,7-4,5 раза, азот аммонийный – в 3,5-3,7 раза, фенолы – в 1,0-5,7 раз, азот нитритный – в 3,3-4,1 раза, нефтепродукты – в 1,9-3,2 раза, сульфаты – в 1,3 раза.

Вода канала Карасу и канала Бозсу в верхнем течении загрязнена в меньшей степени. ПДК превышают следующие ингредиенты: фенолы – в 1,1-2,1 раз, медь – в 2,9-3,9 раза, нефтепродукты – в 1,9-2,5 раза, сульфаты – в 1,4 раза. В воде канала Бозсу у устья количество ингредиентов, превышающих ПДК увеличивается: сульфаты – в 3,9 раза, азот аммонийный – в 2,2 раза, азот нитритный – в 3,8 раза, медь – в 3,9 раза, фенолы – в 1,8 раза,

магний – в 1,3 раза. Причиной загрязнения речной воды являются сточные воды промышленности и коллекторный сток с орошаемых полей.

## §2.4. Гидрологические и гидрохимические особенности р.Ахангаран

Все собранные гидрологические данные по величинам средних годовых расходов воды у створа ниже устья р.Ирташ р.Ахангаран были разделены на три группы по величине модульного коэффициента ( $K_0$ ): а)маловодные годы – 21 год; б)годы средней водности – 29 лет; в)многоводные годы – 11 лет.

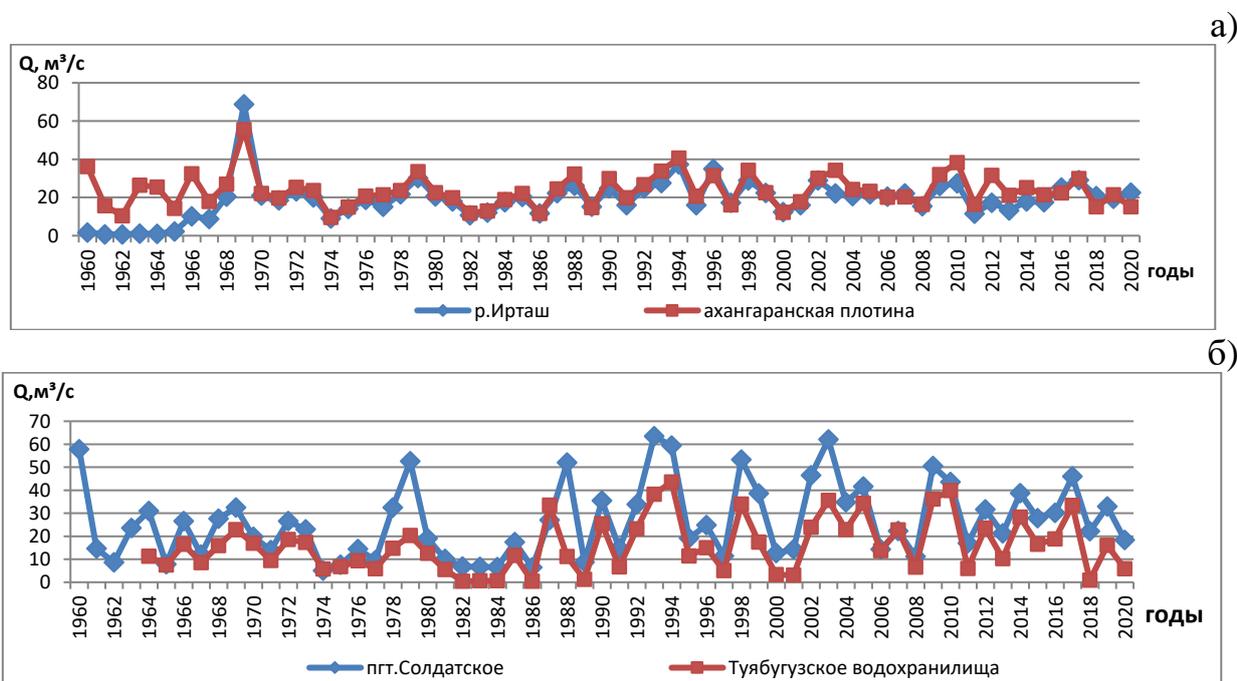


Рисунок 2.10. Многолетние колебания средних годовых расходов воды бассейна р.Ахангаран на постах: а) устье р.Ирташ, Ахангаранская плотина; б) пгт.Дустобод (Солдатское), Туябугузское водохранилища

На рис.2.10 показаны многолетние изменения средних годовых расходов воды ( $Q_{ср.год}$ ,  $m^3/s$ ) за 1960-2020 гг. по рассматриваемым створам р.Ахангаран. Из него видно, что наиболее многоводными годами являются 1968, 1969, 1979, 1993, 1994, 1998, 2002, 2017, а наиболее маловодными: 1962, 1973, 1982, 1983.

Эта же закономерность прослеживается не только на створе устье р.Ирташ, но и на других перечисленных створах. Была

прослежена динамика средних годовых расходов воды по отдельным пятилетиям, также за период 1960-2020 гг. (рис.2.11.). Согласно проведенным расчетам были определены различия величин средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) у створа ниже устья р.Ирташ в многоводные, средние по водности и маловодные годы по сравнению с многоводным годом.

При этом определено, что в многоводные годы средний годовой расход воды составлял  $30,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , в средние по водности годы  $21,1 \text{ м}^3/\text{с}$ , в маловодные годы  $14,19 \text{ м}^3/\text{с}$  (табл.2.3.).

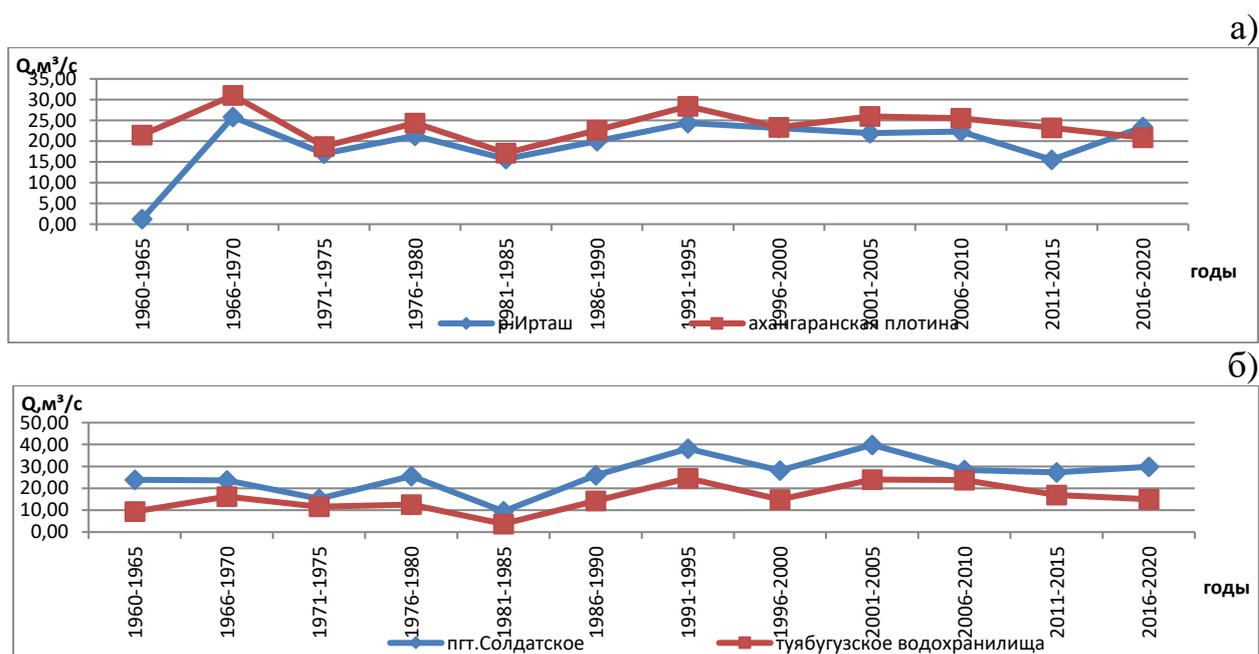


Рисунок 2.11. Многолетние изменения средних годовых расходов воды р.Ахангаран по пятилетиям

Расчеты показали, что величины средних годовых расходов воды в створе ниже устья р.Ирташ наблюдались в 2016-2020 гг.  $23,4 \text{ м}^3/\text{с}$ , в 1991-1995 гг.  $24,3 \text{ м}^3/\text{с}$  и в 1966-1970 гг.  $25,8 \text{ м}^3/\text{с}$ , а в створе Солдатское в 2006-2010 гг.  $25,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , в 2001-2005 гг.  $26,0 \text{ м}^3/\text{с}$  и в 1991-1995 гг.  $28,4 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Современные данные о гидрологическом и гидрохимическом режимах в р.Ахангаран в створах устье р.Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, нижний бьеф Туябугузского водохранилища, пгт.Дустобод (Солдатское) приведены в табл.2.4. и рис.2.12.

В створе Ирташ наибольшие средние месячные величины расходов воды ( $43,6-87,3 \text{ м}^3/\text{с}$ ) наблюдаются в апреле-июне

максимум в мае, с августа они резко понижаются и в течение августа-февраля изменяются в пределах 4,25-6,31 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации при повышенных расходах воды равна 69-96 мг/л, в осенне-зимние месяцы она повышается до 126-140 мг/л (0,13-0,14 г/л).

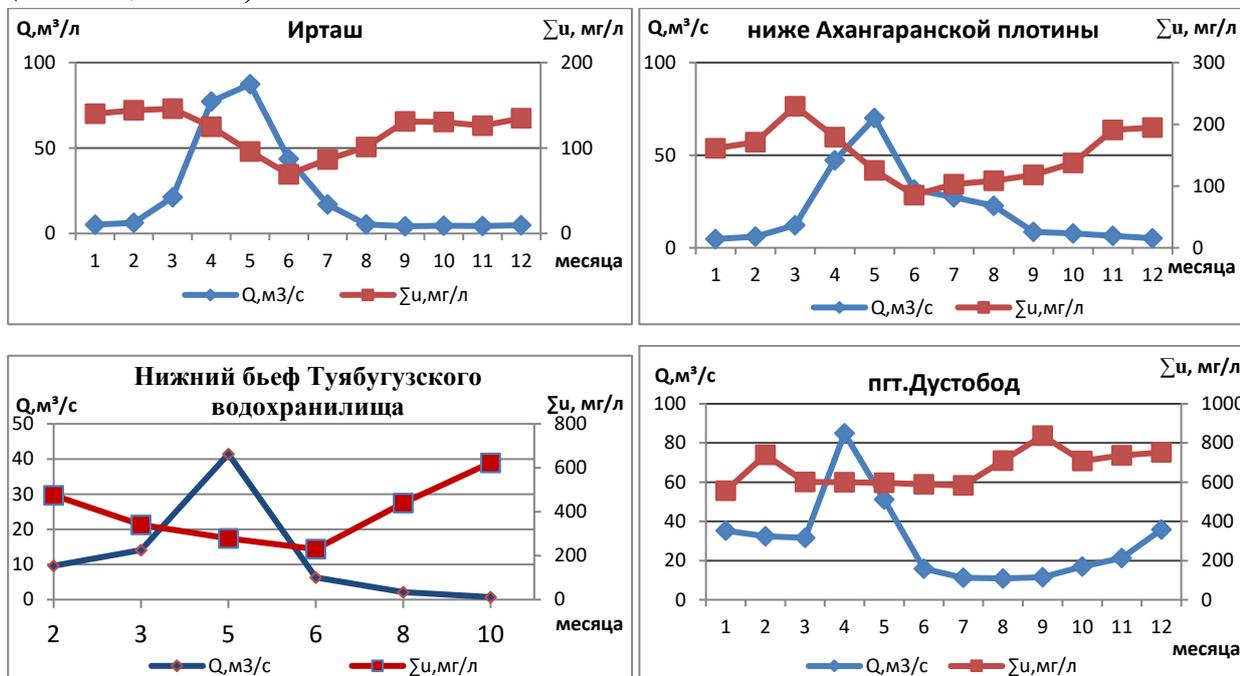


Рисунок 2.12. Внутригодовое изменение минерализации ( $\Sigma_{и}$ , мг/л) и расходов воды ( $Q_{ср.м}$ , м<sup>3</sup>/с) р.Ахангаран за 2016-2020 гг. на створах: а) ниже устье Ирташ, б) ниже Ахангаранской плотины, в) нижний бьеф Туябугузского водохранилища, г) п.г.т.Дустобод (Солдатское)

В створе ниже Ахангаранской плотины также наблюдается обратно пропорциональная зависимость между водным и гидрохимическим режимом, когда с понижением расходов воды её минерализация повышается. Наибольшие величины расходов воды наблюдаются в апреле-июле: 27,3-70,0 м<sup>3</sup>/с, в период с сентября по февраль они равны всего 4,75-8,57 м<sup>3</sup>/с.

Таблица 2.3.

Внутригодовые изменения средних месячных расходов воды в р. Ахангаран у створа Иргаш в различные по

водности годы

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.год
Многоводные годы													
2017	6,4	8,16	19,7	87,2	121	53,6	21,9	6,78	5,28	7,32	5,54	5,25	29,1
2002	6,14	7,52	25,2	103	73,4	61,6	32,7	17,3	8,1	5,94	3,84	3,87	28,8
1998	4,03	5,42	18,4	105	81,4	81,0	29,4	10,5	2,5	2,02	3,66	4,61	29,0
1994	8,68	6,42	30,7	89,3	152	80,7	29,3	9,51	5,9	4,42	20,1	10,7	38,01
1993	2,32	7,5	8,51	62,1	115	72,9	20,0	10,7	5,62	4,81	20,8	10,6	28,4
Средние по водности годы													
2020	3,24	5,63	17,9	105	79,5	33,5	10,3	4,98	3,16	3,28	2,74	2,84	22,7
2019	4,27	4,52	14,1	72,4	64,2	38,8	14,5	3,81	5,87	4,1	3,28	3,3	19,4
2018	4,64	4,73	25,4	62,1	76,0	44,3	14	3,59	2,76	3,07	4,18	4,61	20,8
2016	7,07	8,53	28,9	59,3	95,8	47,7	23,9	7,09	4,18	5,13	6,06	8,2	25,2
2015	3,71	5,72	8,24	45,0	74,1	31,1	11,8	4,74	4,29	6,75	10,3	5,01	17,6
Маловодные годы													
2013	2,39	4,3	13,1	36,8	52,8	24,9	9,0	2,63	2,20	3,01	3,07	4,01	13,2
2012	4,37	4,85	8,72	70,4	58,9	37,2	10,9	3,51	2,31	1,92	3,12	1,94	17,3
2011	3,47	4,14	12,3	45,5	34,0	12,4	5,72	3,0	2,09	2,92	10,1	3,79	11,6
2008	2,39	3,05	24,1	45,7	58,2	23,4	4,51	3,24	1,73	5,51	8,47	3,84	15,4
2000	3,21	2,71	12,1	62,3	35,3	8,0	3,18	3,86	2,8	14,1	7,15	7,17	13,5

Таблица 2.4.

Среднее многолетнее внутригодовое распределение стока (W, млн.м<sup>3</sup>) и минерализации в створах реки Ахангаран за 2016 – 2020 гг.

Год	месяца												Ср. годово́й
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Устье р.Ирташ													
W, млн.м <sup>3</sup>	14	15	57	200	234	113	45	14	11	12	11	13	62
%	1,82	2,25	7,55	27,48	31,08	15,51	6,03	1,87	1,51	1,63	1,55	1,72	100
∑и, мг/л	140	140	150	130	100	70	90	100	130	130	130	140	120
Ниже Ахангаранской плотины													
W, млн.м <sup>3</sup>	13	15	33	122	188	82	73	61	22	21	17	13	55
%	1,91	2,43	4,88	18,93	28,07	12,62	10,96	9,06	3,44	3,09	2,57	2,04	100
∑и, мг/л	160	170	230	180	130	90	100	110	120	140	190	200	150
Нижний бьеф Туябугузского водохранилища													
W, млн.м <sup>3</sup>	38	24	38	209	111	16	2	6	1	2	5	20	39
%	7,88	5,34	7,85	44,88	23	3,49	0,43	1,19	0,31	0,41	1,04	4,18	100
∑и, мг/л	-	480	340	-	280	230	-	440	-	620	480	-	400
Пгт.Солдатское													
W, млн.м <sup>3</sup>	95	79	85	220	137	41	30	29		45	55	93	83
%	9,84	9,02	8,8	23,67	14,25	4,41	3,13	3,03	3,19	4,72	5,95	9,99	100
∑и, мг/л	560	740	600	600	600	590	580	710	840	710	740	750	670

Величина минерализации при повышенных расходах воды равна 90-110 мг/л, а при пониженных расходах воды несколько повышена: до 160-230 мг/л.

В створе ниже устья р.Ирташ наблюдается хорошо известная специалистам обратно пропорциональная зависимость между водным и гидрохимическим режимом, когда с понижением расходов воды её минерализация повышается, это объясняется подземным типом питания реки в зимние месяцы так как известно, что минерализация подземных вод обычно выше, чем минерализация речных вод.

В створе нижний бьеф Туябугузского водохранилища также наблюдается обратнопропорциональная зависимость между водным и гидрохимическим режимами, когда с понижением расходов воды её минерализация повышается. Наибольшие величины расходов воды наблюдаются в апреле-мае: 41,4-80,8 м<sup>3</sup>/с, в остальные месяцы величина расходов воды намного меньше 14,2-0,56 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации при повышенных расходах воды равна 280-340мг/л, а при пониженных расходах воды повышена до 480-620 мг/л.

В створе пгт. Дустобод (Солдатское) также наблюдается обратно пропорциональная зависимость между водным и гидрохимическим режимами, когда с понижением расходов воды её минерализация повышается. Наибольшие величины расходов воды наблюдаются в апреле-мае: 51,1-84,9 м<sup>3</sup>/с, самые меньшие расходы воды наблюдаются в июне-октябре: 10,9-16,9 м<sup>3</sup>/с, в декабре-марте они несколько больше: 31,6-35,8 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации при повышенных расходах воды равна 600 мг/л, а при пониженных расходах воды она повышена до 740-840 мг/л.

Как и в случае для рек Сырдарья и Чирчик, также и для р.Ахангаран были построены графики внутригодового изменения средних месячных величин расходов воды ( $Q_{ср.м}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{ср.м}$ , мг/л) для отмеченных выше створов за различные периоды лет: а)1990-1999 гг., б)2000-2009 гг., в)2010-2020 гг., и г) 1990-2020 гг. (рис.2.13).

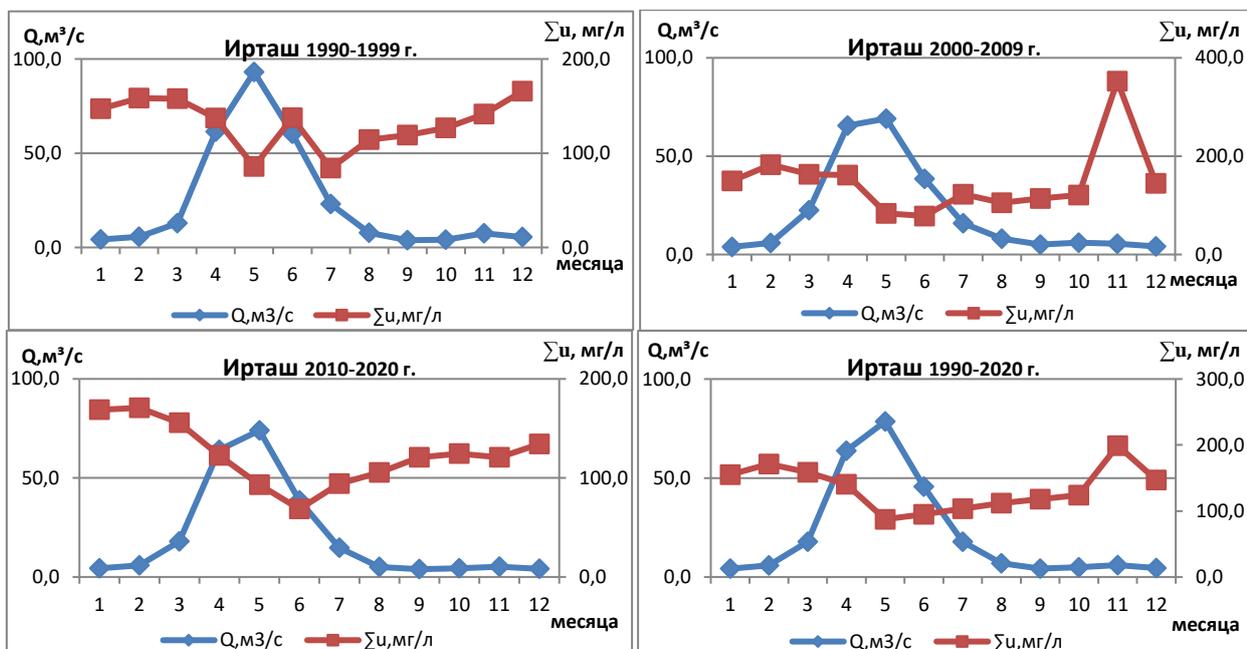


Рисунок 2.13. Внутригодовое изменение расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $\Sigma u$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ) реки Ахангаран у створа ниже устье Ирташ по периодам: 1990 – 1999 гг., 2000 – 2009 гг., 2010 – 2020 гг., 1990 – 2020 гг.

Также, как для современного периода (2016-2020 гг.) между изменениями величин средних многолетних месячных расходов воды и средних многолетних месячных величин минерализации у створа Ирташ для всех расчетных периодов наблюдается обратно пропорциональная зависимость, когда при увеличении расходов воды в апреле-июне (до  $38,5\text{-}78,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ) величина минерализации понижается до  $69\text{-}140 \text{ мг}/\text{л}$ ; а при понижении расходов воды до  $3,9\text{-}22,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , она увеличивается до  $119\text{-}199 \text{ мг}/\text{л}$ .

Подобная картина более отчетливо наблюдается и в створах ниже Ахангаранской плотины и Тюябугузское водохранилище, несколько сдвинутая к весенним месяцам у створа пгт.Дустобод (Солдатское) (Приложение б).

Для этих же створов, были построены графики зависимости средней многолетней (за 2016-2020 гг.) месячной величины минерализации ( $\Sigma u$ ,  $\text{г}/\text{л}$ ) от средней многолетней месячной величины расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) (рис.2.14).

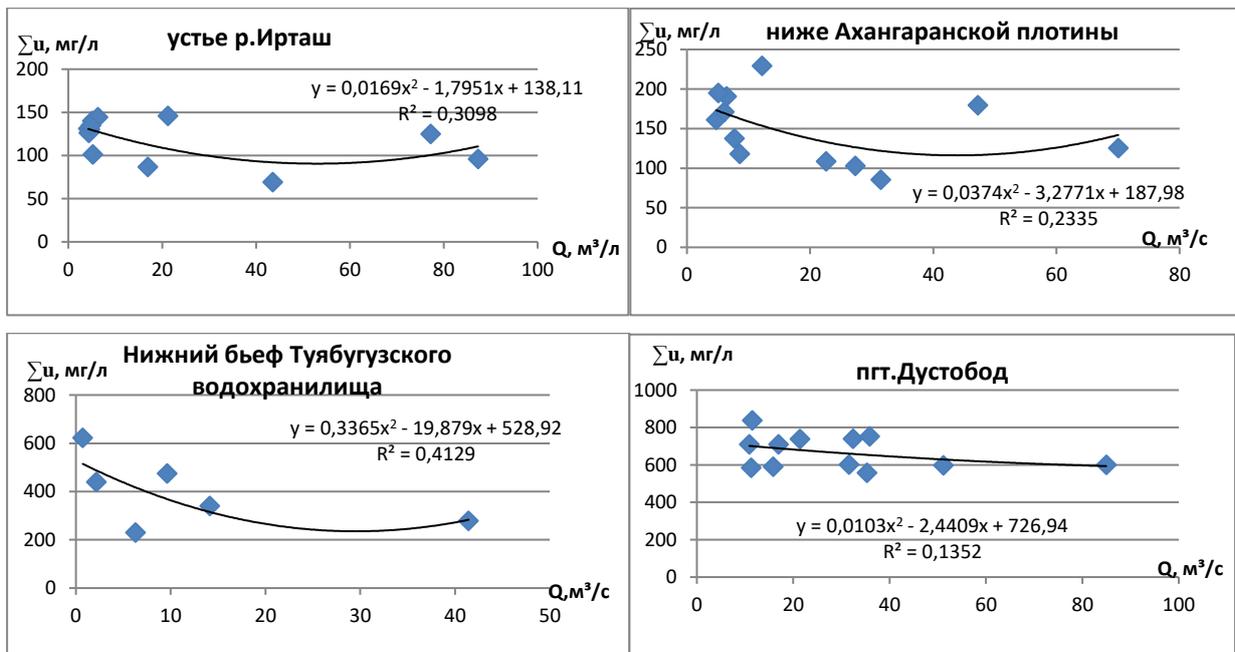


Рисунок 2.14. Зависимости средней многолетней месячной величины минерализации от средних многолетних месячных расходов воды реки Ахангаран на створах: а) устье р.Ирташ, б) ниже Ахангаранской плотины, в) ниже бьефа Туябугузского водохранилища, г) пгт.Дустобод (Солдатское).

На большинстве графиках теснота связи получилась слабой, поэтому пользоваться этими графиками на практике можно для ориентировочных расчетов. Наилучшая зависимость получилась для нижнего бьефа Туябугузского водохранилища, когда  $R^2=0,41$ , ею можно пользоваться в практических расчетах.

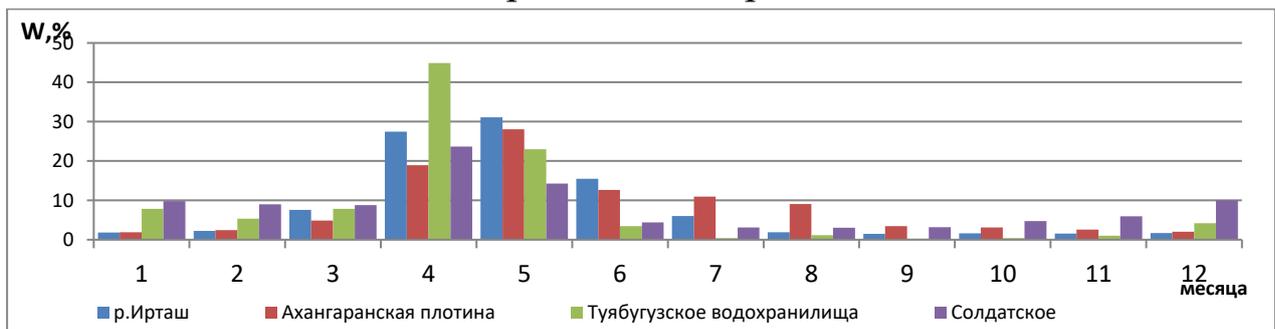


Рисунок 2.15. Внутригодовое среднее многолетнее распределение стока (в %) р.Ахангаран за 2016-2020 гг.:у створов устье р.Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, ниже бьефа Туябугузского водохранилища, пгт.Дустобод (Солдатское).

Среднее многолетнее внутригодовое изменение речного стока (в%) в перечисленных выше створах (устье Ирташ, Ахангаранская плотина, Туябугузское водохранилище и Дустобод) приведено в

табл.2.4 и на рис.2.15. Видно, что наибольшее количество стока (до 74%) проходит в реке за апрель-июнь месяцы.

Попытка построить зависимость средних многолетних месячных расходов воды ( $Q_{\text{ср.м}}$ , м<sup>3</sup>/с) на створе Дустобод от средних многолетних месячных расходов воды на створе устье Ирташ не получилась, коэффициент корреляции оказался всего  $R=0,16$  (рис.2.16).

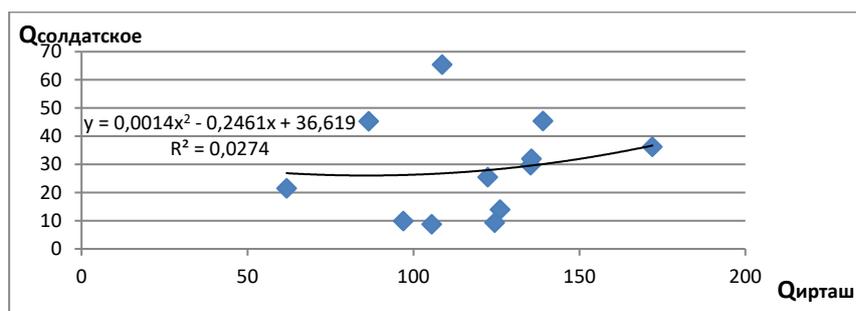


Рисунок 2.16. Зависимость средних многолетних месячных расходов воды р.Ахангаран на створе Дустобод от средних многолетних месячных расходов у створа устье Ирташ за 2011-2020 гг.

## §2.5. Характеристика степени загрязненности поверхностных вод р. Ахангаран

Перечень загрязняющих веществ на рассматриваемых створах и их средние годовые превышения относительно предельно допустимой концентрации (ПДК) приведены в Приложении 7 (данные «Государственного водного кадастра», Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет)) [17].

В верховьях бассейна р. Ахангаран (створы устье р. Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, дюкера Ташкентского канала), р. Кызылча – кишл. Иерташ отмечено превышение ПДК только меди в 2,0-2,8 раза. Ниже по течению в нижнем бьефе Туябугузского водохранилища вплоть до пгт. Дустобод (выше поселка) и в р. Абдязсай – кишл. Абдяз в речной воде наблюдается превышение меди в 3,4-4,6 раза и сульфатов в 1,7-3,1 раза.

В Правобережном канале Туябугузского водохранилища – пос. Туябугуз содержание меди превышает ПДК в 2,8 раза, а сульфатов в 2,0 раза.

В низовьях р. Ахангаран – пгт.Дустобод (выше устья) превышение ПДК наблюдается у четырех ингредиентов: меди – в 3,9 раза, нефтепродуктов – в 1,0 раз, сульфатов – в 2,8 раза, фенолов – в 2,0 раза.

В Левобережном канале Карасу превышение ПДК наблюдается также у четырех ингредиентов: меди – в 3,8 раза, фенолов – в 2,5 раза, сульфатов – в 4,4 раза и хром трехвалентного – в 2,8 раза.

Таким образом можно отметить, что в данном бассейне качество речной воды, при ее движении с верховьев бассейна и низовьям постепенно ухудшается. Причиной этого является попадание в реку различных загрязненных сточных вод и сброс коллекторов с оросительной территории бассейна.

## **§2.6. Анализ водно-солевых балансов орошаемой территории Ташкентской области**

Анализ приближенных водно-солевых балансов орошаемой территории Ташкентской области проведен по материалам мелиоративной экспедиции.

Сведения о приближенном водно-солевом балансе орошаемой территории за 2011-2020 гг. приведены в Приложении 8 [89].

В течение рассматриваемого периода величина водозабора в области изменялась от 2589,5 млн.м<sup>3</sup> (2017 г.) до 3628,06 млн.м<sup>3</sup> (2020 г.); величина минерализации изменялась от 0,54 г/л (2014 г.) до 1,07 г/л (2012 г.). Наименьшее содержание хлоридного иона наблюдалось в 2018 г. – 0,04 г/л; наибольшее – 2012 г. – 0,06 г/л.

В среднем за рассматриваемый период величина водозабора оказалась равной 3014,52 млн.м<sup>3</sup>, средняя величина минерализации оросительной воды – 0,68 г/л, а содержание хлоридного иона – 0,05 г/л.

Наибольшая величина поступивших солей была в 2012 г. – 3871,82 тыс.т, при этом поступило 217,11 тыс.т хлоридного иона; наименьшее количество поступивших солей наблюдалось в 2014 г. – 1427,01 тыс.т, при этом поступило 105,70 тыс.т хлоридного иона.

В среднем за рассматриваемый период поступило 1751,56 тыс.т солей, в том числе 152,84 тыс.т хлоридного иона.

Величина коллекторного стока изменялась от 1767,50 млн.м<sup>3</sup> (2011 г.) до 3341,05 млн.м<sup>3</sup> (2020 г.), минерализация коллекторно-дренажных вод изменялась от 0,97 г/л (2011 г.) до 1,71 г/л (2012 г.), а содержание хлоридного иона – от 0,06 г/л (2011 г.) до 0,16 г/л (2015 г.).

Наибольшая величина выносимых солей была в 2020 г. – 4309,95 тыс.т, при этом было вынесено 367,52 тыс.т хлоридного иона; наименьшее количество вынесенных солей наблюдалось в 2011 г. – 1714,48 тыс.т, при этом было вынесено 106,05 тыс.т хлоридного иона.

В среднем за рассматриваемый период было вынесено 2927,72 тыс.т солей, в том числе 280,92 тыс.т хлоридного иона.

Исходя из разницы поступивших и выносимых солей видно, что почти во все годы наблюдался отрицательный солевой баланс, когда в среднем вынос солей превышал их поступление на 1176,16 тыс.т, при этом выносилось на 128,08 тыс.т больше хлоридного иона, чем поступило.

Так как величина минерализации коллекторно-дренажных вод в принципе не очень высокая (в среднем она равна 1,29 г/л), то формирующийся объем коллекторно-дренажного стока по существующим нормативам можно повторно использовать для орошения различных сельскохозяйственных культур, особенно в маловодные годы.

## **§2.7. Анализ типов гидрохимического режима магистральных коллекторов**

Несмотря на некоторые различия в изменении сезонной минерализации в отдельных коллекторах, в пределах орошаемой зоны Средней Азии Э.И.Чембарисовым (1988) было выявлено три типа их гидрохимического режима: а) I-й обратно пропорциональный водному режиму коллекторов, б) II-й прямо пропорциональный водному режиму коллекторов и в) III-й независимый от водного режима коллекторов [83], позже С.Шодиевым был предложен IV-й тип гидрохимического режима, который он назвал «сложным», при этом типе режима в

коллекторах в течение года может наблюдаться несколько перечисленных типов (I, II, III) в разные месяцы [83, 100].

I-й тип гидрохимического режима наблюдается в большинстве коллекторов Средней Азии. Ему присуще противоположное изменение расходов воды в коллекторах и ее минерализации: т.е. с ростом расходов воды минерализация уменьшается, а при понижении расходов увеличивается. Этот тип обычно наблюдается в коллекторах с четко выраженным «вегетационным периодом». Понижение минерализации при этом происходит в виду попадания в коллекторы менее минерализованных оросительных вод.

II-й тип гидрохимического режима обычно наблюдается на засоленных массивах, в которых процессы рассоления почв и грунтовых вод еще не достигли стабилизации. Как уже было отмечено, при этом типе с ростом расходов воды в коллекторах происходит некоторое повышение ее минерализации. Это наблюдается в отдельных внутрихозяйственных коллекторах Бухарского оазиса и Каршинской степи.

III-й тип гидрохимического режима наблюдается на массивах старого орошения: выявлен для некоторых коллекторов старой зоны орошения Голодной степи. Если почвы и грунтовые воды подобных массивов достаточно хорошо рассолены за предшествующий период орошения (50-60 лет) то, при внутригодовых изменениях расходов воды в коллекторах, их минерализация меняется незначительно [83].

На рис.2.17 показано внутригодовое изменение среднемесячных средних многолетних величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Ташкентской области за 2011-2020 гг.: а)Карасу-1, б)Карасу-2, в)Уртукли, г)Кумли, д)Тутувчи-2, е)Каракамыш, ж)Гежиген, з)Шуралисой.

В коллекторе Карасу-1 наблюдается I-й тип гидрохимического режима – обратно пропорциональный водному режиму коллекторов. Средние месячные расходы воды изменяются от 1,70 м<sup>3</sup>/с (март) до 2,85 м<sup>3</sup>/с (август), в среднем за год величина расхода воды равна 2,16 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от

0,6 г/л (февраль) до 1,57 г/л (сентябрь), в среднем за год она равна 1,08 г/л (Приложение 9).

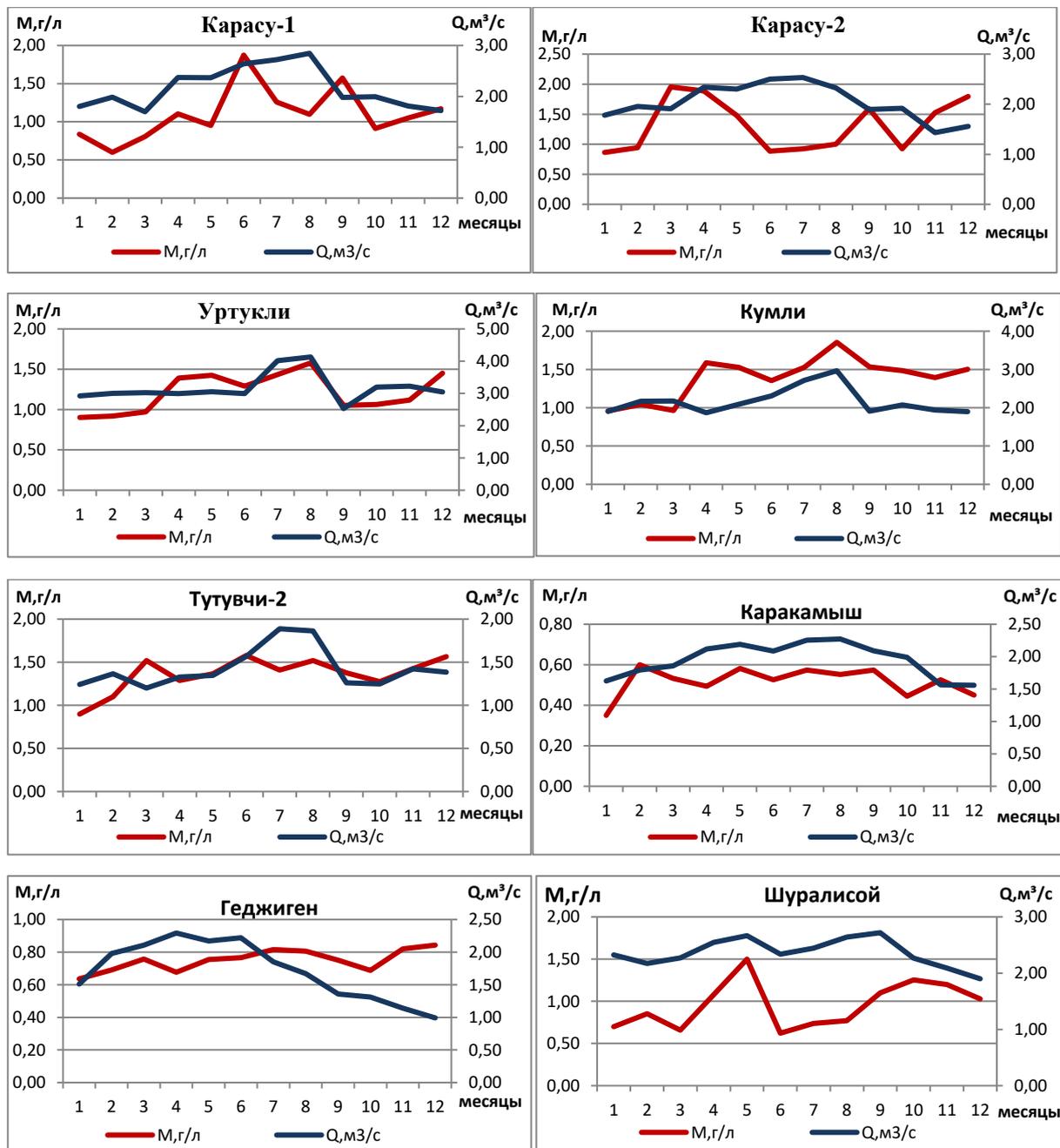


Рисунок 2.17. Внутригодовые изменения среднемесячных средних многолетних величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Ташкентской области за 2011-2020 гг.: а)Карасу – 1, б)Карасу-2, в)Уртукли, г)Кумли, д)Тутувчи – 2, е)Каракамыш, ж)Геджиген, з)Шуралисой.

В коллекторе Карасу-2 также наблюдается I-й тип гидрохимического режима – обратно пропорциональный водному режиму. Средние месячные расходы воды изменяются от  $1,43 \text{ м}^3/\text{с}$

(ноябрь) до 2,53 м<sup>3</sup>/с (июль), в среднем за год величина расходов воды равна 2,04 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 0,86 г/л (январь) до 1,95 г/л (март), в среднем за год она равна 1,31 г/л.

В коллекторе Уртукли в течение года наблюдаются два типа гидрохимического режима: с января по июнь – I-й тип, с июля по декабрь – II-й тип, т.е. IV-й тип. Средние месячные расходы воды изменяются от 2,53 м<sup>3</sup>/с (сентябрь) до 4,13 м<sup>3</sup>/с (август), в среднем за год величина расходов воды равна 3,18 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 0,9 г/л (январь) до 1,42 г/л (май), в среднем за год она равна 1,25 г/л.

Из рис.2.18 видно, что в выбранных коллекторах величины расходов воды внутри года изменяются незначительно, хотя максимальные расходы воды наблюдаются в июне-сентябре.

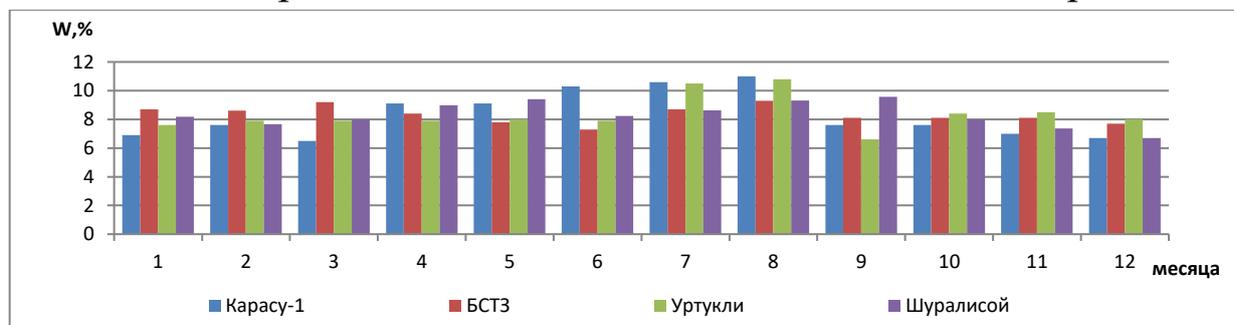


Рисунок 2.18. Внутригодовое распределение стока в магистральных коллекторах Ташкентской области (в %) за 2016 – 2020 гг.

В коллекторе Кумли в течение года также наблюдаются два типа гидрохимического режима: с января по июнь – I-й тип, с июля по декабрь – II-й тип, т.е. IV-й тип. Средние месячные расходы воды изменяются от 1,90 м<sup>3</sup>/с (декабрь-январь) до 2,97 м<sup>3</sup>/с (август), в среднем за год величина расходов воды равна 2,17 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 0,96 г/л (январь) до 1,85 г/л (август), в среднем за год она равна 1,39 г/л.

В коллекторе Тутувчи-2 в течение года также наблюдаются два типа гидрохимического режима: с января по май – I-й тип, с июля по декабрь – II-й тип, т.е. IV-й тип. Средние месячные расходы воды изменяются от 1,20 м<sup>3</sup>/с (март) до 1,89 м<sup>3</sup>/с (июль), в среднем за год величина расходов воды равна 1,43 м<sup>3</sup>/с.

Минерализация воды изменяется от 0,90 г/л (январь) до 1,58 г/л (июль), в среднем за год она равна 1,34 г/л.

В коллекторе Каракамыш наблюдаются III-й тип гидрохимического режима – независимый от водного режима коллекторов. Средние месячные расходы воды изменяются от 1,20 м<sup>3</sup>/с (март) до 1,89 м<sup>3</sup>/с (июль), в среднем за год величина расходов воды равна 1,95 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 0,35 г/л (январь) до 0,60 г/л (февраль), в среднем за год она равна 0,52 г/л.

В коллекторе Геджиген в течение года наблюдаются два типа гидрохимического режима: с января по июнь – I-й тип, с июля по декабрь – II-й тип, т.е. IV-й тип. Средние месячные расходы воды изменяются от 0,99 м<sup>3</sup>/с (декабрь) до 2,29 м<sup>3</sup>/с (апрель), в среднем за год величина расходов воды равна 1,72 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 0,64 г/л (январь) до 0,84 г/л (декабрь), в среднем за год она равна 0,75 г/л.

В коллекторе Шуралисой в течение года также наблюдаются два типа гидрохимического режима: с января по июнь – II-й тип, с июля по декабрь – I-й тип, т.е. IV-й тип. Средние месячные расходы воды изменяются от 1,90 м<sup>3</sup>/с (декабрь) до 2,72 м<sup>3</sup>/с (сентябрь), в среднем за год величина расходов воды равна 2,37 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 0,66 г/л (март) до 1,25 г/л (октябрь), в среднем за год она равна 0,96 г/л.

В итоге можно отметить, что среди режимов в коллекторных водах Ташкентской области встречаются все три типа, однако в большинстве коллекторов наблюдается IV-й тип в зависимости от водного режима.

Для этих же коллекторов были построены графики зависимости средних годовых величин минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) от средних годовых величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) за 2011-2020 гг. (рис.2.19).

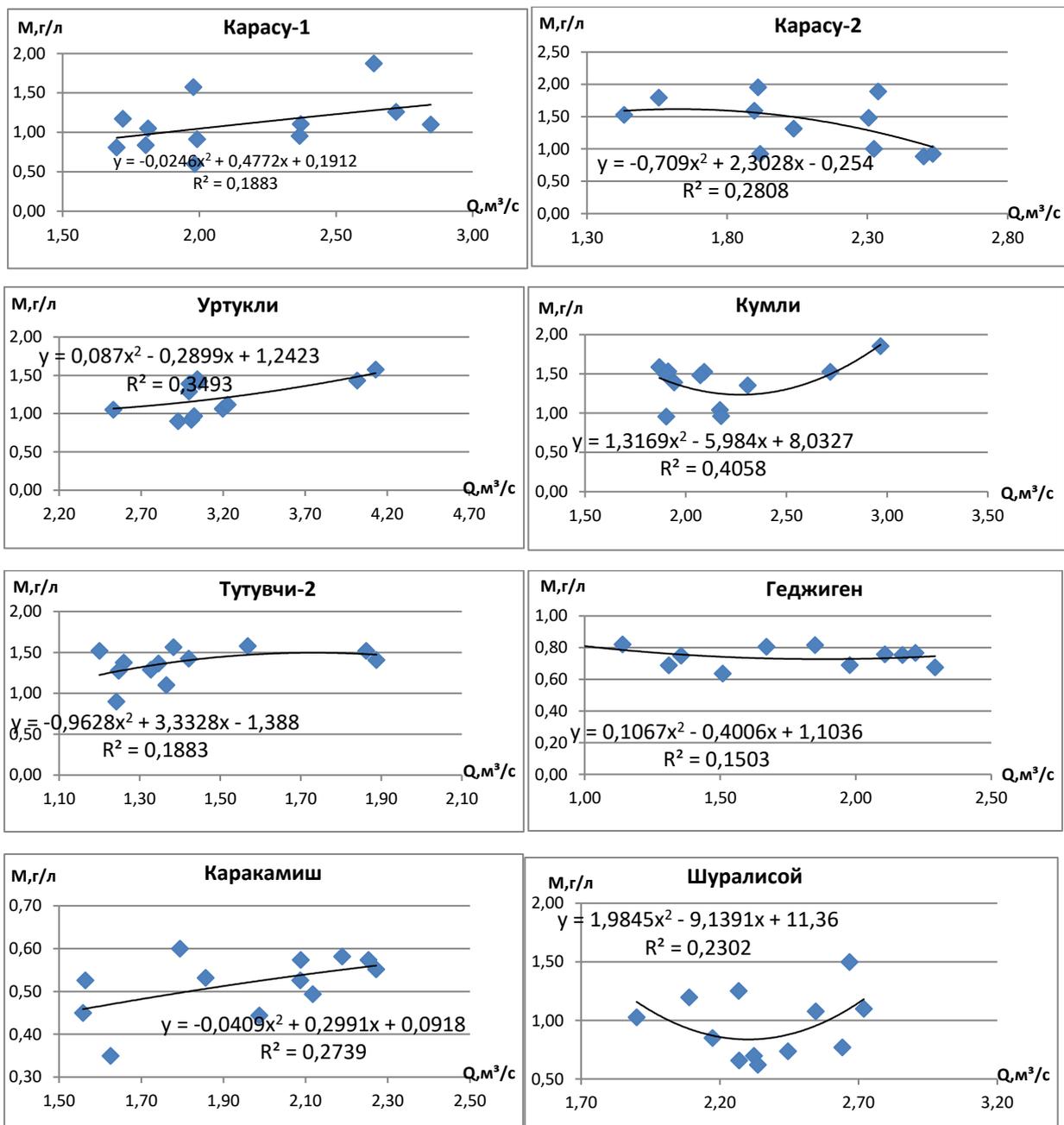


Рисунок 2.19. Зависимости средних годовых величин минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) от средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) в магистральных коллекторах Ташкентской области за 2011-2020 гг.: а) Карасу – 1, б) Карасу-2, в) Уртукли, г) Кумли, д) Тутувчи – 2, е) Геджиген, ж) Каракамыш, з) Шуралисой.

Наибольшая связь наблюдается в коллекторах Кумли, Уртукли, Карасу-2 и Каракамыш ( $R^2=0,27-0,41$ ), в других коллекторах эта связь незначительна. Этот график можно использовать для практических расчетов, когда при известных расходах воды можно определить ориентировочно величину минерализации.

Также для магистральных коллекторов Ташкентской области были построены графики многолетнего изменения средних годовых расходов воды и минерализации за 2011-2020 гг. (Приложение 10).

В коллекторе Карасу-1 в течении рассматриваемого периода средние годовые расходы воды изменялись от 1,38 м<sup>3</sup>/с (2018 г.) до 3,55 м<sup>3</sup>/с (2011 г.), средний многолетний расход воды равен 2,16 м<sup>3</sup>/с. Согласно официальным данным Ташкентской мелиоративной экспедиции минерализация воды в этот период менялась незначительно, и в среднем за многолетие равна 1,08 г/л.

В коллекторе Карасу-2 величина среднего годового расхода воды изменялась от 1,37 м<sup>3</sup>/с (2020 г.) до 3,19 м<sup>3</sup>/с (2011 г.), средний многолетний расход воды равен 2,04 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды в этот период менялась незначительно, от 0,97 до 1,40 г/л, в среднем за многолетие равна 1,21 г/л.

В коллекторе Уртукли величина среднего годового расхода воды изменялась от 2,43 м<sup>3</sup>/с (2015 г.) до 4,69 м<sup>3</sup>/с (2019 г.), в среднем за многолетие она равна 3,18 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды в этот период изменялась от 1,15 г/л (2011 г.) до 1,38 г/л (2014 г.), в среднем за многолетие она равна 1,25 г/л.

В коллекторе Кумли величина среднего годового расхода воды изменялась от 0,95 м<sup>3</sup>/с (2012, 2016 г.) до 3,35 м<sup>3</sup>/с (2020 г.), в среднем за многолетие она равна 2,17 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды в этот период изменялась от 1,18 г/л (2011 г.) до 1,50 г/л (2012, 2016 гг.), в среднем за многолетие она равна 1,39 г/л.

В коллекторе Тутувчи-2 величина среднего годового расхода воды изменялась от 1,02 м<sup>3</sup>/с (2014 г.) до 2,41 м<sup>3</sup>/с (2011 г.), в среднем за многолетие она равна 1,43 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 1,14 г/л (2018 г.) до 1,65 г/л (2011 гг.), в среднем за многолетие она равна 1,34 г/л.

В коллекторе Каракамыш величина среднего годового расхода воды изменялась от 0,50 м<sup>3</sup>/с (2018 г.) до 4,66 м<sup>3</sup>/с (2011 г.), в среднем за многолетие она равна 1,95 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды

изменялась от 0,50 г/л (2011, 2018 г.) до 0,57 г/л (2019, 2020 гг.), в среднем за многолетие она равна 0,52 г/л.

В коллекторе Геджиген величина среднего годового расхода воды изменялась от 0,92 м<sup>3</sup>/с (2015, 2018 г.) до 2,68 м<sup>3</sup>/с (2013 г.), в среднем за многолетие она равна 1,72 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 0,57 г/л (2011 г.) до 0,88 г/л (2012, 2016 гг.), в среднем за многолетие она равна 0,75 г/л.

В коллекторе Шуралисой величина среднего годового расхода воды изменялась от 0,95 м<sup>3</sup>/с (2016 г.) до 2,90 м<sup>3</sup>/с (2014, 2017 гг.), в среднем за многолетие она равна 2,37 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды в этот период изменялась от 0,72 г/л (2011, 2013 гг.) до 1,14 г/л (2019, 2020 гг.), в среднем за многолетие она равна 0,96 г/л.

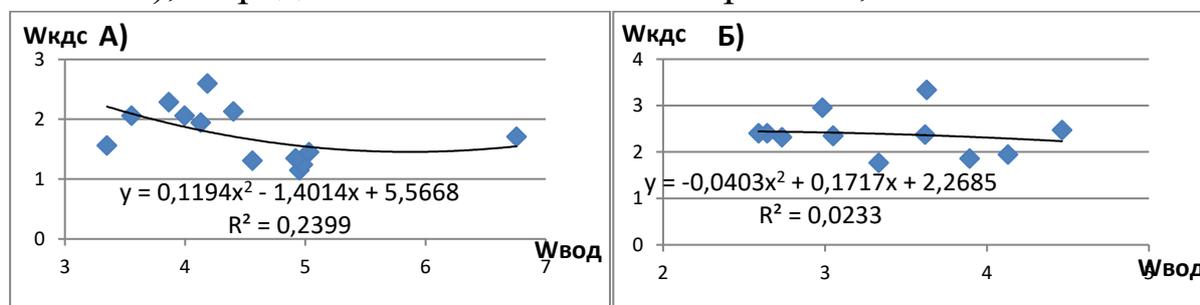


Рисунок 2.20. Зависимости объемов коллекторно-дренажных вод от объемов водозабора Ташкентской области: А)1970-2000 гг., Б)2001-2020 гг.

В целом отмеченными коллекторами выносятся до 19,6 м<sup>3</sup>/с (0,62 км<sup>3</sup>) воды с минерализацией от 0,52 г/л до 1,39 г/л, сток которых можно полностью использовать повторно для орошения.

Большой интерес в практических расчетах представляет зависимость объемов коллекторно-дренажных вод ( $W_{к-д-в}$ , км<sup>3</sup>) от величины водозабора ( $W_{вд}$ , км<sup>3</sup>), такие зависимости были построены для Ташкентской области за два периода: А)за 1970-2000 гг., и Б)за 2001-2020 гг. (рис.2.20). К сожалению, эти зависимости получились недостаточно тесными, и ими нельзя пользоваться в практических расчетах, когда по известной величине водозабора на орошение можно было ориентировочно определить ожидаемый объем коллекторно-дренажного стока.

**Карта распределения объемов ( $W_{к-д-в}$ , км<sup>3</sup>), минерализации (М, г/л) и химического состава коллекторно-дренажных вод**

**внутри области.** Картографическое распределение объемов коллекторно-дренажных вод в среднем за 2016-2020 гг. показана на рис.2.21. На этой карте также указана средняя многолетняя величина минерализации ( $M_{\text{ср.мн}}$ ) и преобладающий химический состав.

Расчеты показали, что в Бостанлыкском районе средняя многолетняя величина объема коллекторно-дренажных вод (к-д-в) равна  $0,06 \text{ км}^3$ , средняя многолетняя величина минерализации ( $M_{\text{ср.мн}}$ ) –  $1,00 \text{ г/л}$ , преобладает сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (С-МНК) состав.

В Кибрайском районе формируется  $0,16 \text{ км}^3$  коллекторно-дренажных вод с минерализацией  $1,0 \text{ г/л}$ , преобладает хлоридно-сульфатно- гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

В Паркентском районе формируется  $0,09 \text{ км}^3$  коллекторно-дренажных вод с минерализацией  $1,34 \text{ г/л}$ , преобладает гидрокарбонатно-сульфатный-натриево-кальциевый-магниевый (ГС-НКМ) состав.

В Юкоричирчикском районе формируется  $0,20 \text{ км}^3$  коллекторно-дренажных вод с минерализацией  $0,70 \text{ г/л}$ , преобладает хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

В Ахангаранском районе формируется  $0,08 \text{ км}^3$  коллекторно-дренажных вод с минерализацией  $0,62 \text{ г/л}$ , преобладает хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

В Зангиатинском районе формируется  $0,42 \text{ км}^3$  коллекторно-дренажных вод с минерализацией  $0,63 \text{ г/л}$ , преобладает хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

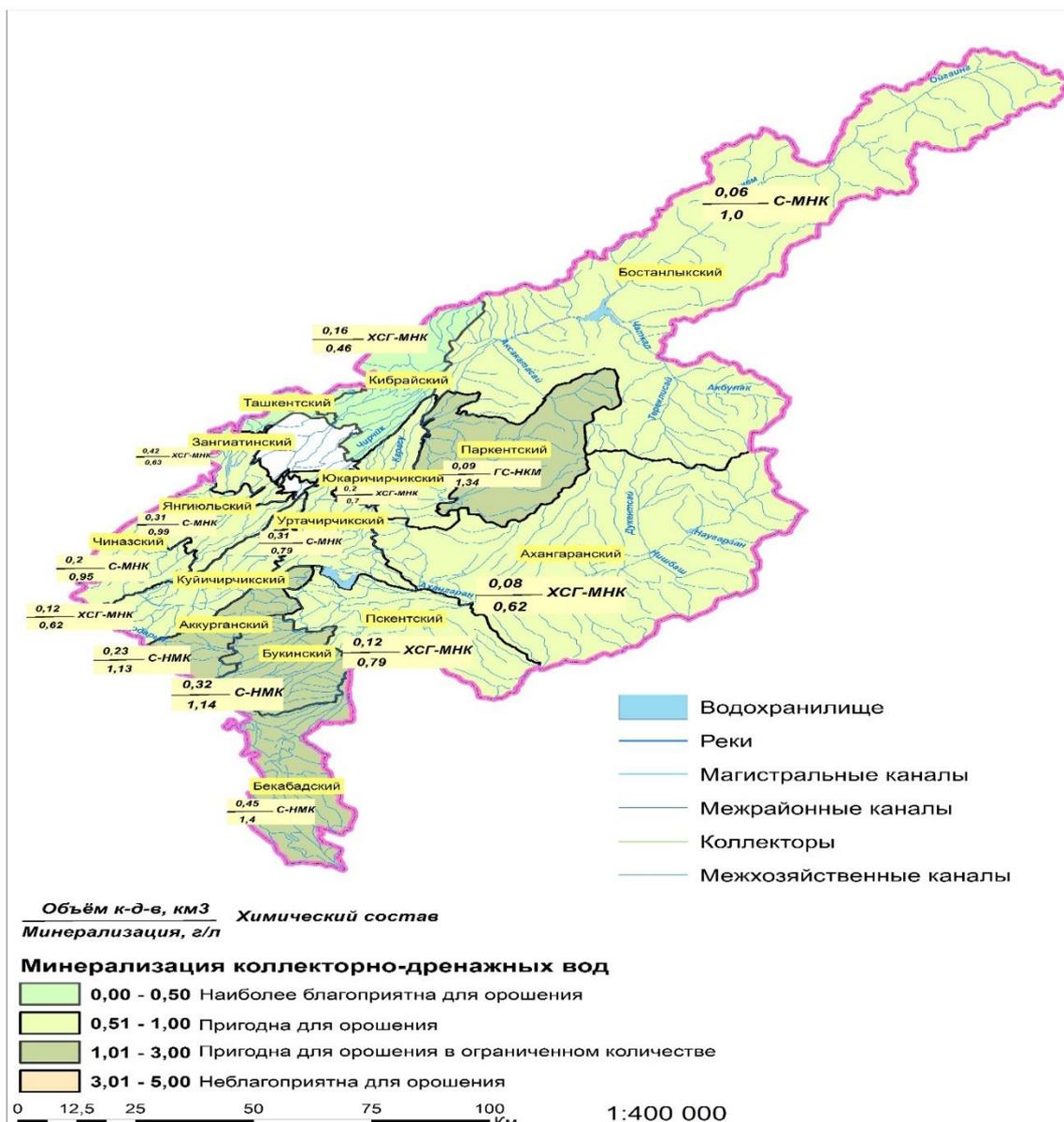


Рисунок 2.21. Карта распределения объемов ( $W_{к-д-в}$ , км<sup>3</sup>), минерализации (М, г/л) и химического состава коллекторно-дренажных вод по административным районам Ташкентской области за 2016-2020 гг.

В Янгиюльском районе формируется 0,31 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 0,99 г/л, преобладает сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (С-МНК) состав.

В Уртачирчикском районе формируется 0,31 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 0,79 г/л, преобладает хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

В Аккурганском районе формируется 0,23 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 1,13 г/л, преобладает сульфатный-натриево-магниевый -кальциевый (С-НМК) состав.

В Букинском районе формируется 0,32 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 1,14 г/л, преобладает сульфатный-натриево-магниевый -кальциевый (С-НМК) состав.

В Бекабадском районе формируется 0,45 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 1,40 г/л, преобладает сульфатный-натриево-магниевый -кальциевый (С-НМК) состав.

В Чиназском районе формируется 0,13 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 0,95 г/л, преобладает сульфатный-магниевый-натриево -кальциевый (С-МНК) состав.

В Пскентском районе формируется 0,12 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 0,79 г/л, преобладает хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

В Куйичирчикском районе формируется 0,12 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод с минерализацией 0,62 г/л, преобладает хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХСГ-МНК) состав.

В целом в области формируется 3,0 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, которые можно полностью использовать повторно для орошения сельскохозяйственных культур, в маловодные годы с соблюдением различных агротехнических условий.

#### Выводы по второй главе:

- особенности гидрологического и гидрохимического режимов в р.Чирчик были изучены по данным за 1990-2020 гг., на створах г.Газалкент, створ Газалкентской плотины и г.Чиназ, на первых двух створах наблюдается четкая связь между ними, когда с ростом расходов воды, величина минерализации в реке уменьшается, у створа г.Чиназ эта зависимость несколько нарушена, хотя при значительных уменьшениях расходов воды наблюдаются более повышенные величины минерализации.

В р.Ахангаран особенности гидрологического и гидрохимического режимов были изучены на створах устье р.Ирташ; ниже Ахангаранской плотины; нижний бьеф Туябугузского водохранилища; п.г.т.Дустобод (Солдатское) за 1990-2020 гг., на всех створах наблюдается обратно пропорциональная зависимость между динамикой расходов воды и изменением средней месячной минерализации;

- как для р.Чирчик, так и для р.Ахангаран были построены зависимости средних многолетних месячных величин минерализации от средних многолетних месячных расходов воды за 2016-2020 гг. для всех перечисленных выше створов. Для р.Чирчик эта связь оказалось достаточно тесной от  $R^2=0,54$  (для створа г.Газалкент) до  $R^2=0,75$  (для створа Газалкентская плотина). Для р.Ахангаран эта связь оказалось слабой:  $R^2=0,41$  для створа нижний бьеф Туябугузского водохранилища и  $R^2=0,13-0,31$  для остальных створов. Этими зависимостями можно пользоваться для ориентировочных расчетов, когда для известной величины расходов воды можно судить о величине ее минерализации;

- степень загрязненности воды по течению р.Чирчик изменяется следующим образом: в створе выше г.Газалкент в воде превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) только медь, в створе г.Чирчик (ниже сбросов УзКТЖМ) в воде превышают медь, азот нитритный, фенолы, азот аммонийный, нефтепродукты, а в устье реки у створа Чиназ в воде ПДК превышают медь, азот нитритный, сульфаты, фенолы.

В р.Ахангаран у створа устье р.Ирташ ПДК превышают только медь, в створе р.Ахангаран – нижний бьеф Туябугузского водохранилища – сульфаты и медь, а в нижнем створе – пгт.Дустобод (Солдатское) – медь, нефтепродукты, сульфаты и фенолы. Соответствующим организациям необходимо принять необходимые меры по очистке сточных и коллекторных вод, попадающих как в р.Чирчик, так и в р.Ахангаран;

в состав Ташкентской области входят четырнадцать административных районов, для практического использования

была составлена карта средних многолетних объемов воды, минерализации и химического состава по этим районам за 2016-2020 гг. Наибольшая величина коллекторно-дренажного стока (к-д-с) наблюдается в Бекабадском районе – 0,45 км<sup>3</sup>, с минерализацией 1,4 г/л, наименьшая величина к-д-с наблюдается в Бостанлыкском районе – 0,06 км<sup>3</sup>, с минерализацией 1,0 г/л.

- для восьми магистральных коллекторов были составлены графики внутригодичного изменения средних многолетних месячных расходов и минерализации воды за 2011-2020 гг. Анализ построенных графиков показал, что в рассматриваемых коллекторах встречаются все четыре типа гидрохимического режима: I-й тип обратно пропорциональный водному режиму, II-й тип прямо пропорциональный водному режиму и III-й тип независимый от водного режима и IV-й сложный тип, в большинстве коллекторов наблюдаются IV-й тип в зависимости от водного режима (Уртукли, Кумли, Тутувчи, Геджиген, Шуралисой).

Для рассматриваемых магистральных коллекторов были построены графики зависимости средних многолетних внутригодичных величин минерализации от средних многолетних внутригодичных величин расходов воды за 2011-2020 гг. Наибольшая связь наблюдается в коллекторах Кумли ( $R^2=0,41$ ), Уртукли ( $R^2=0,35$ ), Карасу-2 ( $R^2=0,28$ ) и Каракамиш ( $R^2=0,27$ ), в других коллекторах эта связь незначительна. Эти графики можно использовать в практических расчетах, когда при известных расходах воды можно определить ориентировочно величину минерализации.

## **Глава III. Анализ гидрологического и гидрохимического режимов коллекторно-дренажных вод Сырдарьинской и Джизакской областей**

### **§3.1. Краткая характеристика природных и водохозяйственных условий**

**Сырдарьинская область.** В физико-географическом отношении Сырдарьинскую область на юге окружает Туркестанский хребет, на севере и востоке – Чаткальский хребет. С запада она граничит с пустыней Кызылкум и Голодной степью и открыта для проникновения теплых воздушных масс, что отражается на климате. Климат района – резко континентальный, с относительно мягкой зимой и продолжительным жарким летом.

Осадков выпадает около 390 мм, 80% которых приходится на зимне-весеннее время. Как видно, рассматриваемая территория характеризуется недостаточным увлажнением. Относительная влажность воздуха в зимнее время составляет 74-78%, а в летнее – 29-31%, при среднегодовом значении 56%. Годовая испаряемость равна 1500 мм [45, 46, 89].

Климатические условия (высокие летние температуры воздуха, малое количество осадков, повышенные скорости ветра) района благоприятствуют испарению воды с поверхности почвы при орошении полей, что в свою очередь, способствует засолению почвы и грунтовой воды.

Вся территория Сырдарьинской области относится к области затрудненного притока и оттока грунтовых вод (ГВ) с неустойчивой как глубиной, так и режимом. Режим ГВ регулируется транспирацией, испарением и работой постоянного дренажа. Вода из Сырдарьи на поля орошения отводятся по Южно-Мирзачулскому каналу и каналу Дустлик. Самотечный канал Дустлик реконструированный в 1954 году, забирает воду из отводящего канала Фархадской ГЭС. Протяженность его 113 км, головной водозабор 230 м<sup>3</sup>/с. Общая подкомандная площадь Дустлик – 218 тыс.га.

**Джизакская область.** Джизакская область расположена в центральной части Республики Узбекистан между реками Сырдарья и Зарафшан, граничит на севере, северо-востоке с Республикой Казахстан и Сырдарьинской областью, на юго-востоке с Республикой Таджикистан, на западе и юго-западе с Навоийской и Самаркандской областями. Территория области составляет 21,2 тыс.кв.км, или 4,8% территории Узбекистана (рис.3.1).

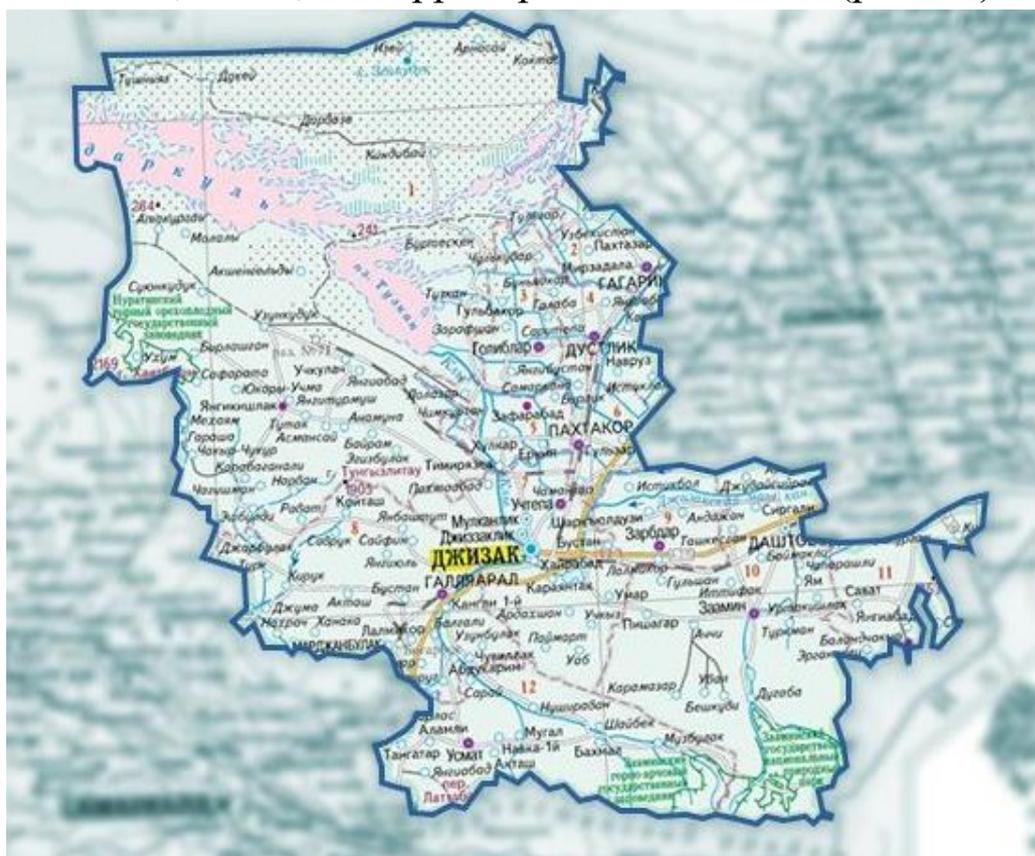


Рисунок 3.1. Административное положение Джизакской области

В состав области входят двенадцать административных районов: Арнасайский, Бахмальский, Галляаральский, Ш.Рашидова, Дустликский, Зааминский, Зарбдарский, Зафарабадский, Мирзачульский, Пахтакорский, Фаришский и Янгиабадский, административный центр – город Джизак.

По своим природно-климатическим условиям область относится к зоне резко континентального климата, лето жаркое, сухое, зима сравнительно мягкая. Средняя температура в январе - +1°C, +4°C, в июле +26°C, +30 °C. За год выпадает до 400-500 мм осадков, вегетационный период длится 240-260 дней,

относительная влажность составляет 78-80 %, летом - 20-40% [28, 89]. Величины водозабора из рек бассейна следующие: если в 2012 г. она была равна 2,39 км<sup>3</sup>, а в 2013г. – 3,10 км<sup>3</sup>, в 2020 г. – 2,69 км<sup>3</sup>.

На севере области расположено Арнасайское понижение, куда в многоводном 1969 г. было сброшено 20,0 км<sup>3</sup> воды из Сырдарьи. Для лучшей водообеспеченности земель построено Джизакское водохранилище объемом 80 млн. м<sup>3</sup>, питающееся стоком Санзара [91]. В Джизакской области под посевные культуры занято 390,5 тыс.га (зерновые, хлопковые, бахчевые, овощные и фруктовые сады). В 2020 г. из 299,23 тыс.га, обследованных орошаемых сельхозугодий, засоленные составили 228,5 тыс.га, в т.ч. слабосоленые – 183,29 тыс.га (80%), средnezасоленные – 40,9 тыс.га (18%), и сильнозасоленные – 4,31тыс.га (2,0%) [89].

В пределах протекают две реки: Зааминсу средний годовой расход воды у п.Дуаба равен 1,83 м<sup>3</sup>/с, а в р.Санзар у устья он равен 2,12 м<sup>3</sup>/с. На Зааминсу минерализация воды определяется у створа Дуабе, на Санзаре – у Кырк. В рассматриваемых реках она одинаковая и в период половодья равна 300-360 мг/л, по составу сульфатно-гидрокарбонатная-кальциевая (СГ-К); в межень минерализация воды возрастает до 500-600 мг/л; состав не меняется.

Минерализация и состав воды р.Сырдарья, забираемой в ЮМК при движении по каналу меняется незначительно, что подтверждается следующими данными: в январе она была равна 1320 мг/л, в июне – 1240 мг/л, в декабре – 1280 мг/л.

### **§3.2. Анализ приближенных водно-солевых балансов орошаемой территории за многолетний период**

Также как и в Ташкентской области, анализ водно-солевых балансов орошаемой территории данных областей проведен по материалам мелиоративной экспедиции [89]. Сведения о приближенном водно-солевом балансе орошаемой территории Сырдарьинской области за 2012-2021 гг. приведены в Приложении

11, Джизакской области за 2010-2020 гг. приведены в Приложении 14.

В настоящее время величина орошаемой площади в Сырдарьинской области превышает 287 тыс.га, для отвода подземных вод с этой площади функционирует коллекторно-дренажная сеть длиной 16190 км, в т.ч. 7480 км открытого дренажа и 8710 км закрытого дренажа. В течении рассматриваемого периода величина водозабора в области менялась от 2607,53 млн.м<sup>3</sup> (2016 г.) до 3730,30 млн.м<sup>3</sup> (2017 г.); наименьшая величина минерализации оросительных вод изменялась от 1,15 г/л (2021 г.) до 1,41 г/л (2014 г.), наименьшее содержание хлоридного иона наблюдалось в 2021-2013 гг. – 0,09 г/л; наибольшее – в 2016 г. – 0,14 г/л.

В среднем за рассматриваемый период величина водозабора оказалась равной 3072,27 млн.м<sup>3</sup>, величина минерализации – 1,29 г/л и содержание хлоридного иона 0,11 г/л. Величина коллекторно-дренажного стока изменялась от 1141,88 млн.м<sup>3</sup> (2021 г.) до 2201,88 млн.м<sup>3</sup> (2018 г.); минерализация коллекторно-дренажных вод изменялась от 2,99 г/л (2016 г.) до 4,14 г/л (2021 г.), а содержание хлоридного иона от 0,25 г/л (2018 г.) до 0,36 г/л (2021 г.). Наибольшая величина поступивших солей была в 2017 г – 4796,86 тыс.т, при этом поступило 424,01 тыс.т хлоридного иона; наименьшее количество поступивших солей наблюдалось в 2012 г. – 3365,22 тыс.т, при этом поступило 276,06 тыс.т хлоридного иона. В среднем за рассматриваемый период поступило 3950,21 тыс.т солей, в том числе 341,73 тыс.т хлоридного иона.

Наибольшая величина выносимых солей была в 2017 г. – 6558,85 тыс.т, при этом было вынесено 664,50 тыс.т хлоридного иона; наименьшее количество вынесенных солей наблюдалось в 2021 г. – 4724,53 тыс.т, при этом было вынесено 415,36 тыс.т хлоридного иона. В среднем за рассматриваемый период было вынесено 5765,45 тыс.т солей, в том числе 537,47 тыс.т хлоридного иона. Исходя из разницы поступивших и вынесенных солей видно, что во все годы наблюдается отрицательный солевой баланс,

который в среднем равен 1815,25 тыс.т, при этом выносилось на 195,74 тыс.т больше хлоридного иона, чем поступило.

Несмотря на значительный объем коллекторно-дренажных вод и не очень большую минерализацию (2,68-3,28 г/л) они практически не используются в сферах экономики и отводятся лишь в реку Сырдарья и в пустынные понижения.

В орошаемой зоне Джизакской области также существует коллекторно-дренажная сеть. Общая ее протяженность в 1986 г. была равна 7863 км, а к 2015 г. она возросла до 8100 км. С орошаемой территории в год отводится 0,74-0,89 км<sup>3</sup> воды. Большая часть дренажных вод отводится коллекторами ЦК-9, ПК-6, Пограничный, Ок-булок, Клы, Джизакский главный коллектор (ЖБЗ).

В течение рассматриваемого периода (2010-2020 гг.) величина водозабора в области изменялась от 2379,7 млн.м<sup>3</sup> (2012 г.) до 3652,14 млн.м<sup>3</sup> (2017 г.); величина минерализации изменялись от 1,04 г/л (2014 г.) до 1,25 г/л (2018 г.). Наименьшее содержание хлоридного иона наблюдалось в 2014 и 2020 годы – 0,27-0,29 г/л; наибольшее – 2011-2012 гг. – 0,41 г/л. В среднем величина водозабора оказалась равной 2834,18 млн.м<sup>3</sup>, минерализации – 1,12 г/л, а содержание хлоридного иона – 0,35 г/л. Наибольшая величина поступивших солей была в 2017 г. – 5056,8 тыс.т, при этом поступило 1370,84 тыс.т хлоридного иона; наименьшее количество поступивших солей наблюдалось в 2015 г. – 2608,32 тыс.т, при этом поступило 764,66 тыс.т хлоридного иона. В среднем за рассматриваемый период поступило 3271,37 тыс.т солей, в том числе 1005,75 тыс.т хлоридного иона.

Величина коллекторного стока изменялась от 679,41 млн.м<sup>3</sup> (2011 г.) до 1115,83 млн.м<sup>3</sup> (2015 г.), минерализация коллекторно-дренажных вод изменялась от 2,23 г/л (2019 г.) до 3,56 г/л (2017 г.), а содержание хлоридного иона – от 0,53 г/л (2019 г.) до 1,03 г/л (2014 г.). В среднем за рассматриваемый период величина коллекторного стока оказалась равной 885,17 млн.м<sup>3</sup>, а минерализации – 3,10 г/л, а содержание хлоридного иона – 0,82 г/л.

Наибольшая величина выноса солей была 2017 г. – 4265,55 тыс.т, из них 755,35 тыс.т хлоридного иона; наименьшее количество выносимых солей наблюдалось в 2011 г. – 2081,41 тыс.т, при этом было вынесено 607,76 тыс.т хлоридного иона. В среднем за рассматриваемый период было вынесено 2827,58 тыс.т солей, в том числе 728,49 тыс.т хлоридного иона.

Исходя из разницы поступивших и выносимых солей видно, что почти во все годы в орошаемой зоне наблюдался положительный солевой баланс, т.е. поступление солей с оросительной водой превышало их вынос с коллекторно-дренажной водой и только в 2020 году баланс был отрицательный, т.е. вынос солей превысил их поступление на 242,26 тыс.т. Отрицательный солевой баланс наблюдался также в 2015 году, когда вынос солей превысил их поступление на 126,67 тыс.т.

В старой зоне орошения преобладают воды с хлоридно-сульфатным-кальциево-магниевым-натриевым составом (ХС-КМН). В новой зоне орошения (при значительных величинах минерализации) состав коллекторно-дренажных вод хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН), т.е. они более насыщены токсичными солями.

В Арнасайском понижении минерализация воды не одинакова: наиболее повышена она в приплотинной зоне, а также в районе впадения коллектора Акбулак и Клы – до 13-15 г/л, в южной части (бывшее оз. Тузкан) – 9-10 г/л и в западной части – 4-6 г/л; по составу вода везде сульфатная-натриевая (С-Н). Использование этой воды для орошения требует предварительно глубокого и полного обоснования с постановкой полевых опытов.

Несмотря на существенный объем коллекторно-дренажных вод (885,17 млн.м<sup>3</sup>) и относительно невысокую минерализацию (3,1 г/л), эти воды практически не используются в сферах экономики, а отводятся лишь в водотоки и понижения рельефа. Поэтому появилась необходимость более подробного изучения данных вод, начиная с магистральных коллекторов и кончая оценкой ирригационного качества по наиболее часто

употребляемым специалистами подходам, методикам и эмпирическим формулам.

### §3.3. Гидрологические и гидрохимические характеристики магистральных коллекторов и внутригодовые изменения их режимов

Для практического использования коллекторно-дренажного стока повторно для орошения важно оценить его характеристики на конкретных, магистральных коллекторах.

Согласно анализу данных мелиоративной экспедиции в Сырдарьинской области было выделено семь магистральных коллекторов: ММЗ, Шурузяк, ГПК, Боёвут, Еттисой, ЦК-6 и ЦК-7, среднемноголетние характеристики этих коллекторов за 2013-2020 гг. приведены в Приложении 12.

Наибольшая величина среднего многолетнего среднего годового расхода воды наблюдается в коллекторе ММЗ – 54,74 м<sup>3</sup>/с, при средней многолетней величине минерализации – 4,16 г/л; наименьшая величина среднего многолетнего среднего годового расхода воды наблюдается в коллекторе ГПК – 2,31 м<sup>3</sup>/с, при средней многолетней величине минерализации – 2,26 г/л.

В целом этими коллекторами за год выносятся 92,13 м<sup>3</sup>/с или 2,90 км<sup>3</sup>.

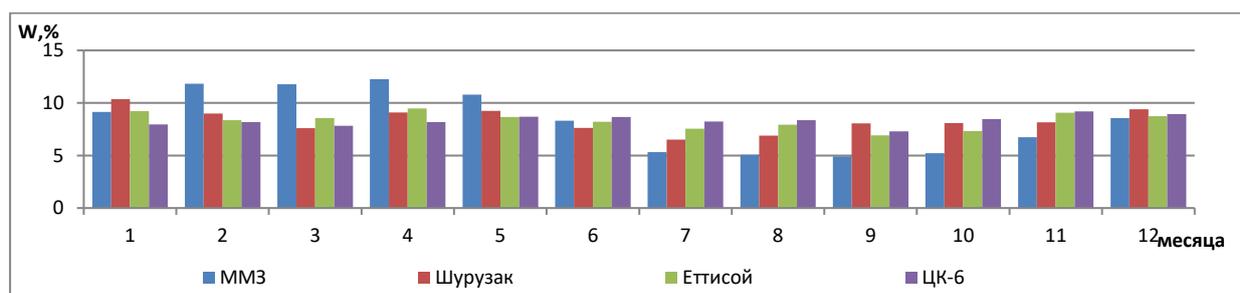


Рисунок 3.2. Внутригодовые распределения стока в магистральных коллекторах Сырдарьинской области (в %) за 2016-2020 гг.

Внутригодовые изменения средних многолетних расходов воды в некоторых магистральных коллекторах Сырдарьинской области (в %) за 2016-2020 гг. приведены на рис.3.2. Из него видно, что большая часть коллекторного стока проходит в январе-мае и ноябре-декабре.

В Джизакской области имеются 8 магистральных коллекторов: ЦК-9, ПК-6, Пограничный, Ок-булок, Жайилма, ЦК-9-3, Клы, ЖБЗ.

Средние годовые величины минерализации коллекторно-дренажных вод колеблются от 1,27 до 5,03 г/л, содержание хлоридного иона от 0,2 г/л до 1,55 г/л. Состав этих вод преимущественно, хлоридно-сульфатный-магниевый-кальциево-натриевый (ХС-МКН).

Наибольшие расходы воды наблюдаются в коллекторе Клы до 10,5-12,51 м<sup>3</sup>/с, за год через коллектор вытекает до 331,1-394,5 млн.м<sup>3</sup>, средняя годовая величина минерализации изменяется до 1,84-3,76 г/л (Приложение 12). Наименьшие расходы воды наблюдаются в коллекторе Жайилма до 0,59-0,72 м<sup>3</sup>/с, за год через коллектор вытекает до 18,6-22,7 млн.м<sup>3</sup>, средняя годовая величина минерализации изменяется до 1,27-2,35 г/л. Суммарно через перечисленные выше коллектора из орошаемой зоны области вытекает до 1131 млн.м<sup>3</sup>.

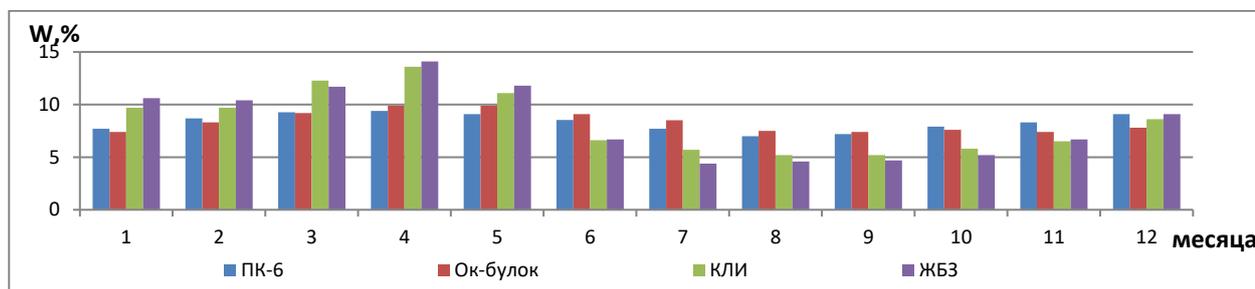


Рисунок 3.3. Внутригодовые распределения стока в магистральных коллекторах Джизакской области (в %) за 2016-2020 гг.

Внутригодовые изменения средних многолетних расходов воды в некоторых магистральных коллекторах Джизакской области (в %) за 2016-2020 гг. приведены на рис.3.3. Из него видно, что большая часть коллекторного стока проходит в январе-июне и ноябре-декабре.

**Анализ типов гидрохимического режима магистральных коллекторов Сырдарьинской области.** На рис.3.4. показано среднее многолетнее внутригодовое изменение средних месячных расходов воды (Q, м<sup>3</sup>/с) и минерализации (M, г/л) в отмеченных магистральных коллекторах.

В коллекторе ММЗ наблюдается I-й тип гидрохимического режима, обратно пропорциональный водному режиму. Наибольшие величины расходов воды наблюдаются в декабре-мае ( $56,31-80,47 \text{ м}^3/\text{с}$ ), наименьшие – в июле-ноябре ( $32,28-35,03 \text{ м}^3/\text{с}$ ) величина минерализации внутри года изменяется от  $3,45 \text{ г/л}$  (январь) до  $4,78 \text{ г/л}$  (май, июль), в среднем за год она равна  $4,16 \text{ г/л}$ .

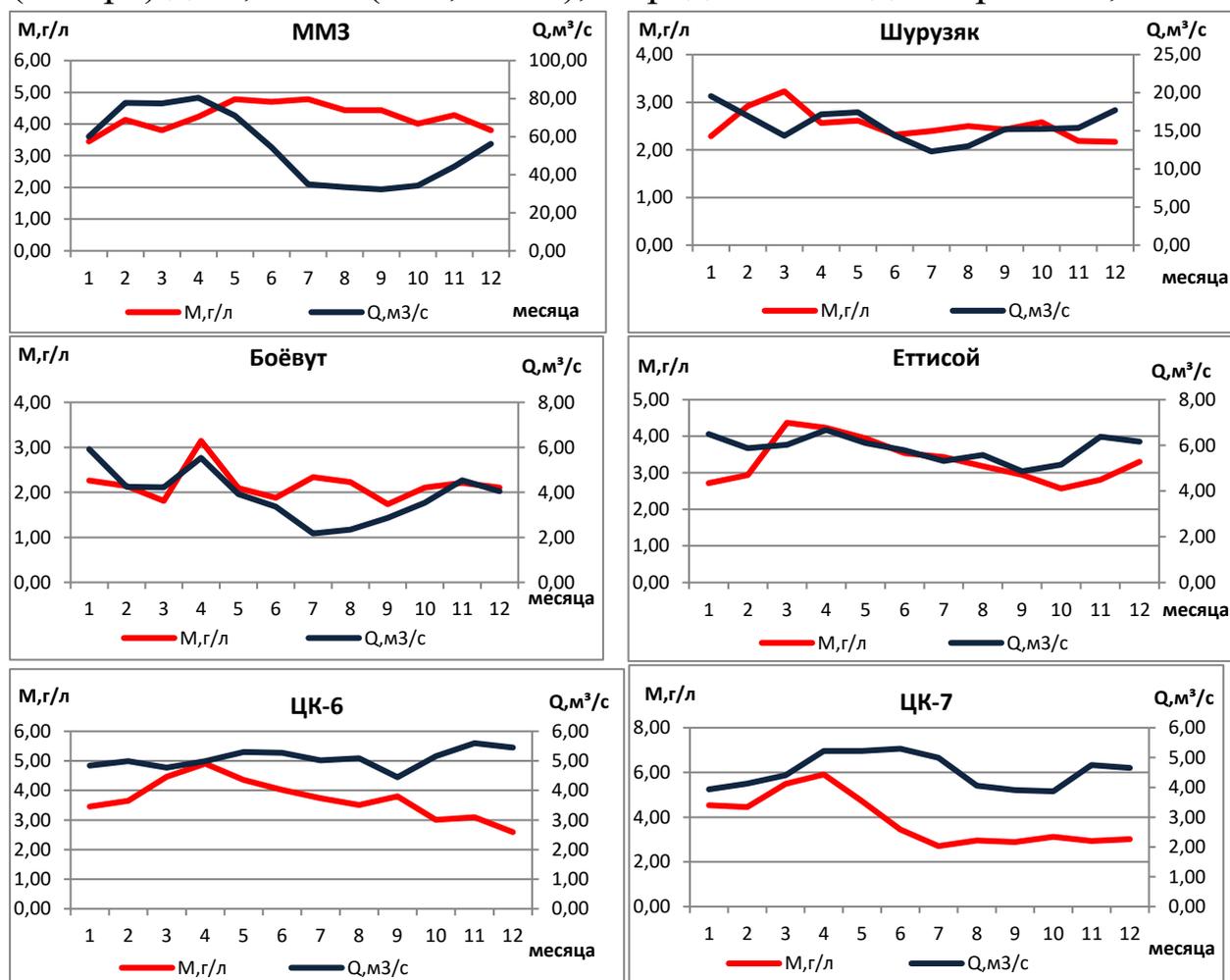


Рисунок 3.4. Внутригодовые изменения средних месячных расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{г/л}$ ) в магистральных коллекторах Сырдарьинской области за 2012-2020 гг.: а)ММЗ, б)Шурузяк, в)Боёвут, г)Еттисой, д)ЦК-6, е)ЦК-7

В коллекторе Шурузяк большую часть года наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму коллекторов. Наибольшие величины расходов воды наблюдается в декабре-мае ( $14,37-19,56 \text{ м}^3/\text{с}$ ), величина минерализации внутри года изменяется от  $2,17 \text{ г/л}$  (декабрь) до  $3,23 \text{ г/л}$  (март), в среднем за год она равна  $2,53 \text{ г/л}$ .

В коллекторе ГПК наблюдается два типа (т.е. сложный) гидрохимического режима: обратно пропорциональный водному режиму в июле-августе, и пропорциональный водному режиму в феврале-мае и сентябре-ноябре. Средние месячные расходы воды изменяются от 1,74 м<sup>3</sup>/с (июнь) до 2,46 м<sup>3</sup>/с (март), в среднем за год величина расходов воды равна 2,31 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 2,11 г/л (февраль) до 2,39 г/л (март), в среднем за год она равна 2,26 г/л.

В коллекторе Баявут также наблюдается два типа (т.е. сложный) гидрохимического режима: прямо пропорциональный водному режиму (II-й тип) в январе-мае и ноябре-декабре, и обратно пропорциональный водному режиму (I-й тип) в июне-сентябре. Средние месячные расходы воды изменяются от 2,17 м<sup>3</sup>/с (июль) до 5,92 м<sup>3</sup>/с (январь), в среднем за год величина расходов воды равна 3,89 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 1,81 г/л (март) до 3,14 г/л (апрель), в среднем за год она равна 2,13 г/л.

В коллекторе Етгисой наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму. Средние месячные расходы воды изменяются от 4,87 м<sup>3</sup>/с (сентябрь) до 6,67 м<sup>3</sup>/с (апрель), в среднем за год величина расходов воды равна 5,87 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 2,57 г/л (октябрь) до 4,37 г/л (октябрь), в среднем за год она равна 3,33 г/л.

В коллекторе ЦК-6 наблюдается I-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму. Средние месячные расходы воды изменяются от 4,45 м<sup>3</sup>/с (сентябрь) до 5,07 м<sup>3</sup>/с (ноябрь), в среднем за год величина расходов воды равна 5,07 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 2,59 г/л (декабрь) до 4,90 г/л (апрель), в среднем за год она равна 3,71 г/л.

В коллекторе ЦК-7 наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму. Средние месячные расходы воды изменяются от 3,87 м<sup>3</sup>/с (октябрь) до 5,30 м<sup>3</sup>/с (июнь), в среднем за год величина расходов воды равна 4,53 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 3,87 г/л (октябрь) до 5,30 г/л (июнь), в среднем за год она равна 3,85 г/л.

В итоге можно отметить, что среди гидрохимических режимов в коллекторах Сырдарьинской области встречаются как I-й, так и II-й тип, иногда они встречаются во внутригодовом гидрохимическом режиме коллектора вместе, характеризуя IV-й тип.

**Современные типы гидрохимического режима коллекторных вод Джизакской области.** На рис.3.5 приведены графики среднего многолетнего внутригодового изменение расходов воды ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M$ , г/л) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011-2020 гг.

В коллекторе ЦК-9 наблюдается III-й тип гидрохимического режима, независимый от водного режима. Наименьшие величины расходов воды (0,44-0,75 м<sup>3</sup>/с) наблюдаются в январе-апреле и сентябре-октябре, наибольшие величины (1,16-1,55 м<sup>3</sup>/с) – в июле-августе, что связано с поступлением остатков оросительной воды поступающей в коллектор. Средний годовой расход воды равен 0,85 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течении года меняется незначительно: от 4,01 г/л (декабрь) до 4,90 г/л (май), в среднем за год она равна 4,46 г/л.

В коллекторе ПК-6 наблюдается I-й тип гидрохимического режима, обратно пропорциональный водному режиму. Внутри года расходы воды изменяется от 2,27 м<sup>3</sup>/с (август) до 3,05 м<sup>3</sup>/с (апрель), средний годовой расход воды равен 2,71 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течении года изменяется от 3,5 г/л (октябрь) до 4,1 г/л (июль), в среднем за год она равна 3,66 г/л.

В Пограничном коллекторе наблюдается I-й тип гидрохимического режима, обратно пропорциональный водному режиму. Внутри года расходы воды изменяются от 1,88 м<sup>3</sup>/с (ноябрь) до 3,03 м<sup>3</sup>/с (апрель), средний годовой расход воды равен 2,34 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течении года изменяется от 3,32 г/л (январь) до 4,11 г/л (май), в среднем за год она равна 3,74 г/л.

В коллекторе Ок-булок наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному

режиму. Внутри года расходы воды изменяются от 4,88 м<sup>3</sup>/с (январь, сентябрь) до 6,58 м<sup>3</sup>/с (апрель), средний годовой расход воды равен 5,53 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течении года изменяется от 3,19 г/л (январь) до 3,96 г/л (апрель), в среднем за год она равна 3,68 г/л.

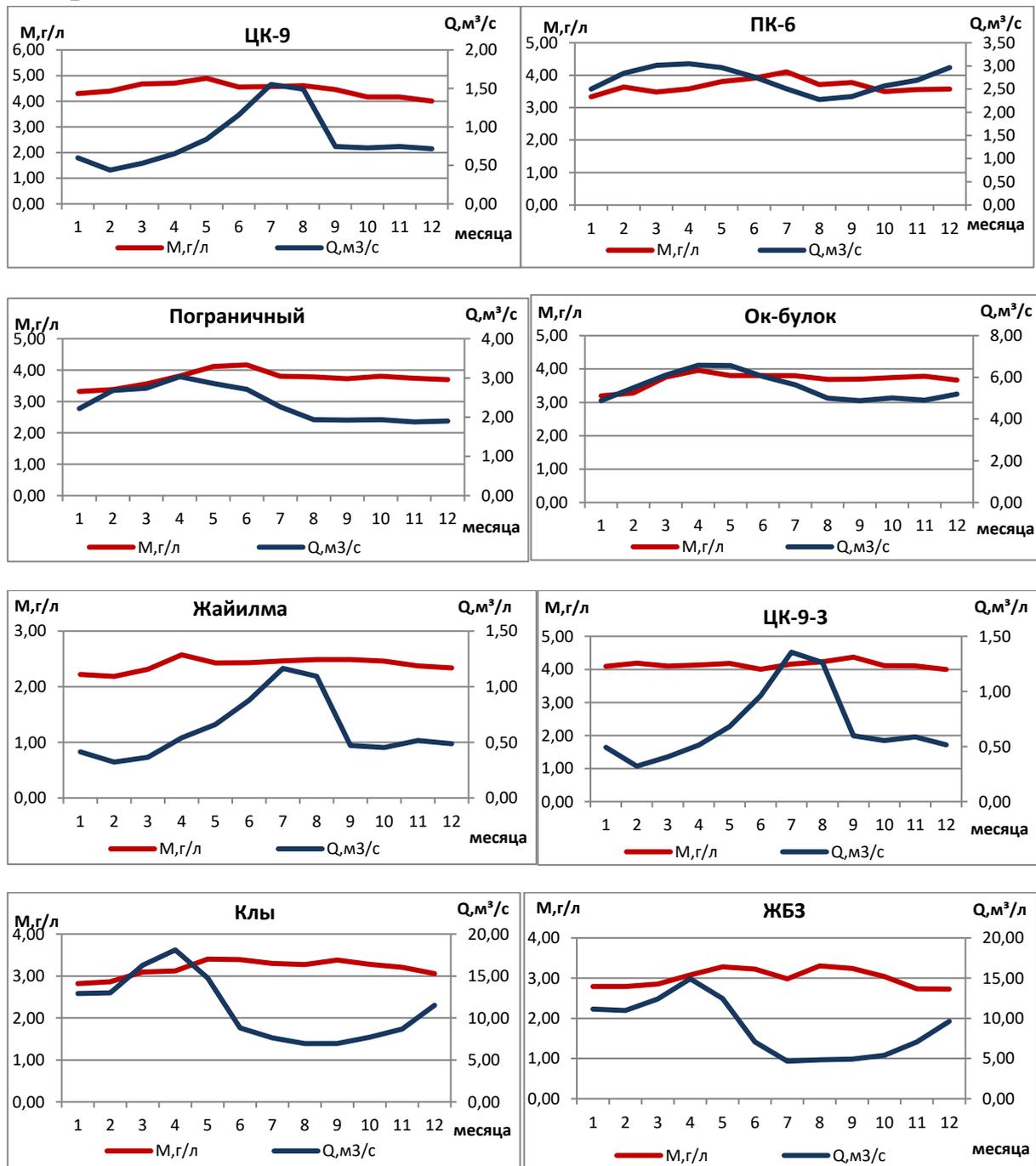


Рисунок 3.5. Внутригодовое изменение средних многолетних величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011-2020 гг.: а) ЦК-9; б) ПК-6; в) Пограничный; г) Ок-булак; д) Жайилма; е) ЦК-9-3; ж) Клы; з) ЖБЗ.

В коллекторе Жайилма наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму. Внутри года расходы воды изменяются от 0,32 м<sup>3</sup>/с (февраль) до 1,17 м<sup>3</sup>/с (июль), средний годовой расход воды равен 0,61 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течение года изменяется от 2,22 г/л (январь) до 2,57 г/л (апрель), в среднем за год она равна 2,4 г/л.

В коллекторе ЦК-9-3 наблюдаются I-й тип гидрохимического режима – обратно пропорциональный водному режиму. Внутри года расходы воды изменяются от 0,32 м<sup>3</sup>/с (февраль) до 1,36 м<sup>3</sup>/с (июнь), средний годовой расход воды равен 0,69 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течение года изменяется от 4,00 г/л (декабрь) до 4,37 г/л (сентябрь), в среднем за год она равна 4,14 г/л.

В коллекторе Клы наблюдается III-й тип гидрохимического режима, независимый от водного режима. Внутри года расходы воды изменяются от 6,95 м<sup>3</sup>/с (август) до 18,11 м<sup>3</sup>/с (апрель), средний годовой расход воды равен 11,12 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течение года изменяются незначительно: от 2,82 г/л (январь) до 3,40 г/л (май), в среднем за год она равна 3,18 г/л.

В коллекторе ЖБЗ наблюдается I-й тип гидрохимического режима – обратно пропорциональный водному режиму коллекторов. Внутри года расходы воды изменяются от 4,66 м<sup>3</sup>/с (июнь) до 14,92 м<sup>3</sup>/с (апрель), средний годовой расход воды равен 8,79 м<sup>3</sup>/с. Величина минерализации в течение года изменяется от 2,73 г/л (декабрь) до 3,30 г/л (август), в среднем за год она равна 3,00 г/л.

В итоге можно отметить, что в магистральных коллекторах Джизакской области наблюдают все три типа гидрохимического режима, однако в большинстве коллекторов (ПК-6, Пограничный, ЦК-9-3, ЖБЗ) наблюдается I-й тип гидрохимического режима, обратно пропорциональный водному режиму.

### §3.4. Зависимости средних годовых величин минерализации от средних годовых расходов воды в магистральных коллекторах

Для выше указанных коллекторов были построены графики зависимости средних многолетних величин минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) от средних многолетних величин средних месячных расходов воды Сырдарьинской области ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) за 2012-2020 гг. (рис.3.6), Джизакской области за 2011-2020 гг. (рис.3.7).

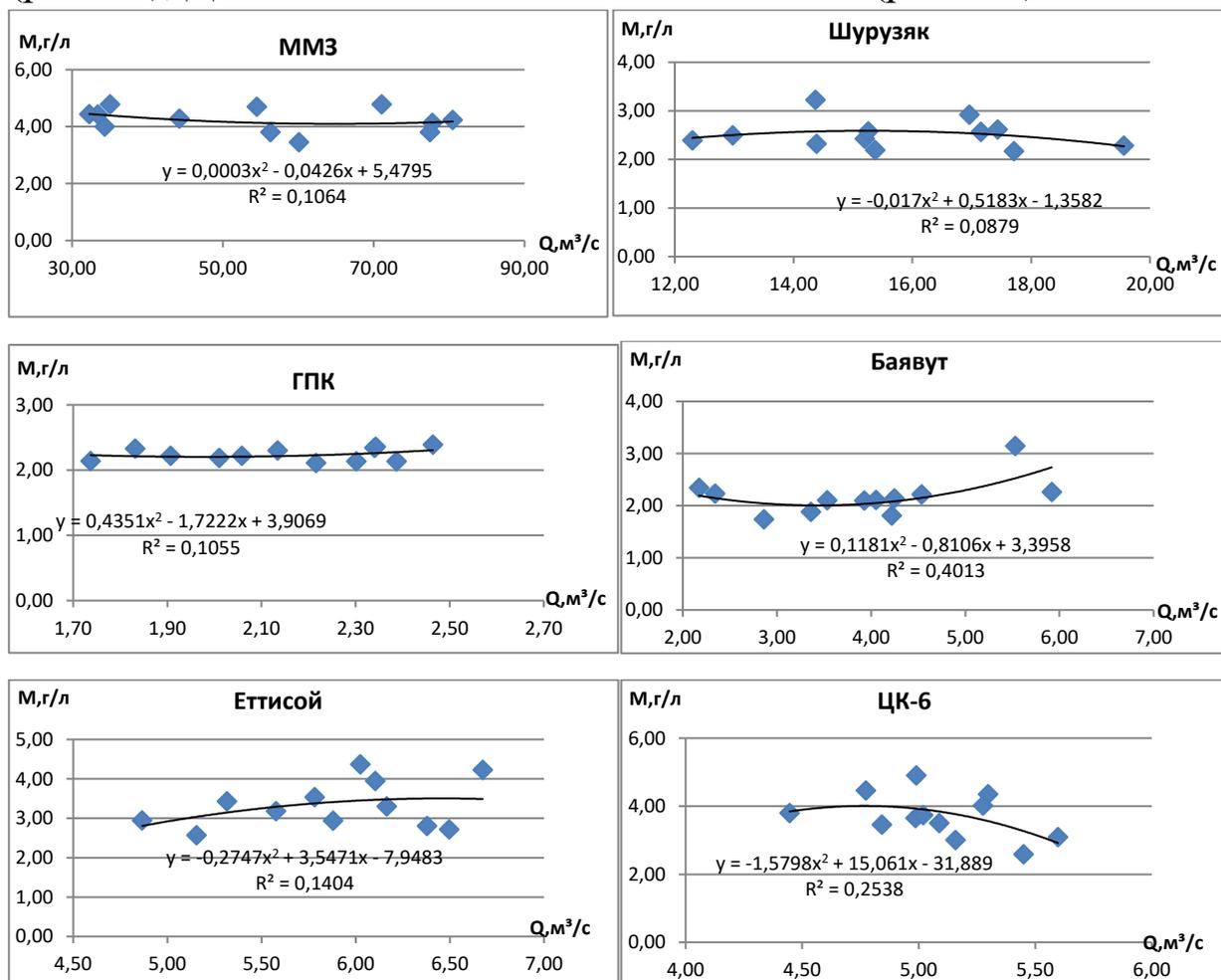


Рисунок 3.6. Зависимости средних годовых величин минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) от средних месячных величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) в магистральных коллекторах Сырдарьинской области за 2012-2020 гг: а)ММЗ, б)Шурузяк, в)ГПК, г)Баявут, д)Еттисой, е)ЦК-6.

Наибольшая связь в Сырдарьинской области наблюдается в коллекторах ЦК-6 и Баявут, в других коллекторах эта связь незначительна. Графики коллекторов ЦК-6 и Баявут можно использовать в практических расчетах, когда при известных расходах воды ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) можно ориентировочно судить о величине ее минерализации ( $M$ , г/л).

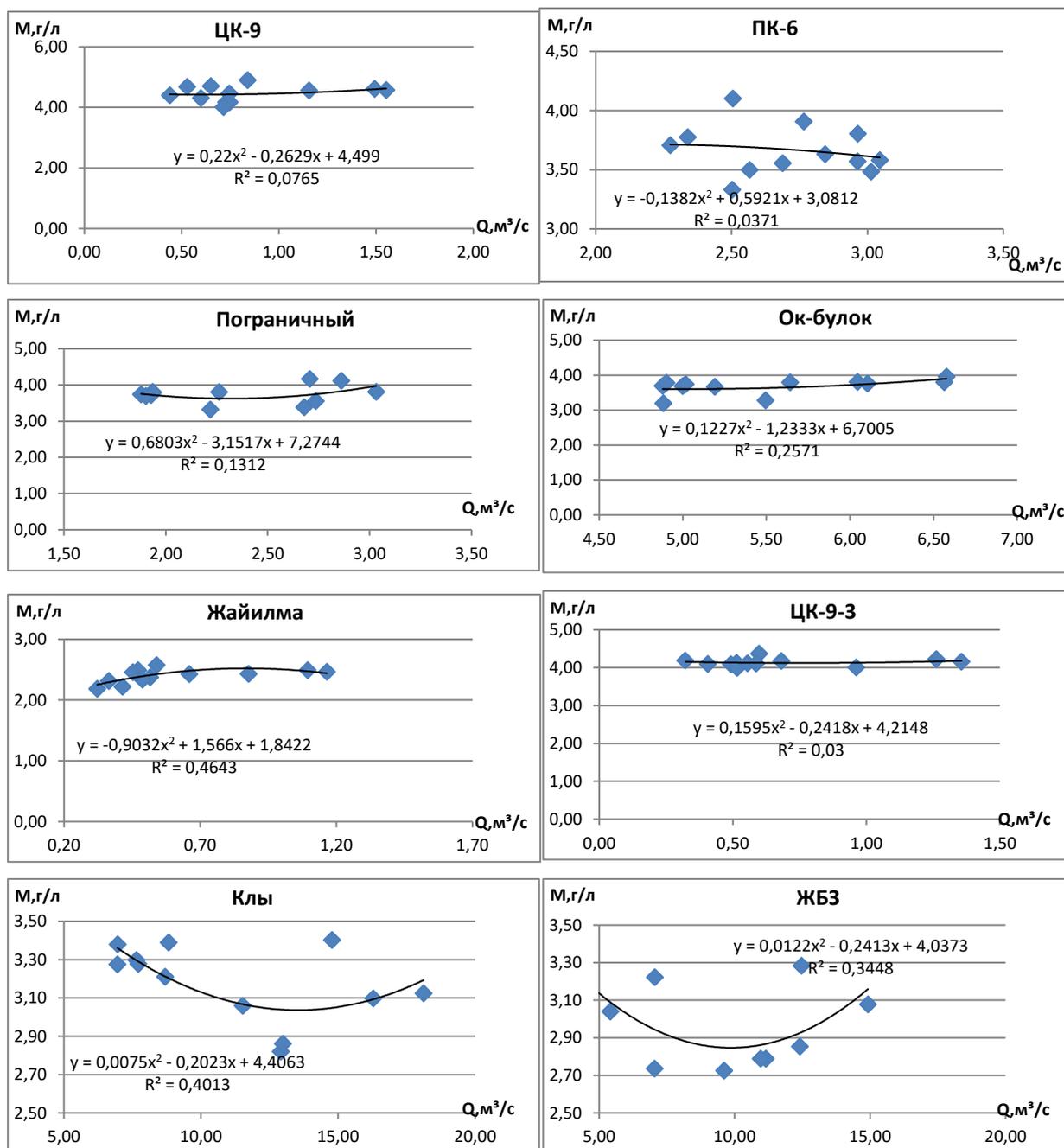


Рисунок 3.7. Зависимости средних годовых величин минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) от средних годовых величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011-2020 гг: а)ЦК-9, б)ПК-6, в)Пограничный, г)Ок-булак, д)Жайилма, е)ЦК-9-3, ж)Клы, з)ЖБЗ.

Наибольшая величина связи в Джизакской области ( $R^2=0,34-0,46$ ) наблюдается в коллекторах ЖБЗ, Клы и Жайилма, в остальных коллекторах эта связь не значительна. Приведенные графики для коллекторов Ок-булак, ЖБЗ, Клы и Жайилма можно использовать для практических расчетов, когда при известных

расходах воды можно определить ориентировочную величину минерализации.

**Многолетние изменения средних годовых расходов и минерализации воды.** Также для магистральных коллекторов Сырдарьинской и Джизакской областей были построены графики многолетнего изменения средних годовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ ,  $\text{г/л}$ ) (Приложение 13 и Приложение 16).

Из них видно, что в коллекторе ММЗ в течение рассматриваемого периода средние годовые расходы воды изменялись от  $46,99 \text{ м}^3/\text{с}$  (2013 г) до  $60,97 \text{ м}^3/\text{с}$  (2017 г.), в среднем за многолетие расход воды равен  $54,74 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минерализация воды изменялась от  $3,68 \text{ г/л}$  (2017 г.) до  $4,54 \text{ г/л}$  (2014 г.), в среднем за многолетие она равна  $4,16 \text{ г/л}$ .

В коллекторе Шурузяк средние годовые расходы воды изменялись от  $14,11 \text{ м}^3/\text{с}$  (2014 г) до  $17,33 \text{ м}^3/\text{с}$  (2017 г.), в среднем за многолетие расход воды равен  $15,72 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минерализация воды изменялась от  $2,10 \text{ г/л}$  (2019 г.) до  $2,74 \text{ г/л}$  (2014 г.), в среднем за многолетие она равна  $2,53 \text{ г/л}$ .

В коллекторе ГПК средние годовые расходы воды изменялись от  $2,01 \text{ м}^3/\text{с}$  (2016 г) до  $2,70 \text{ м}^3/\text{с}$  (2014 г.), в среднем за многолетие расход воды равен  $2,31 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минерализация воды изменялась от  $2,01 \text{ г/л}$  (2016 г.) до  $2,70 \text{ г/л}$  (2014 г.), в среднем за многолетие она равна  $2,26 \text{ г/л}$ .

В коллекторе Баявут средние годовые расходы воды изменялись от  $3,35 \text{ м}^3/\text{с}$  (2014 г) до  $4,40 \text{ м}^3/\text{с}$  (2018 г.), в среднем за многолетие расход воды равен  $3,89 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минерализация воды изменялась от  $1,95 \text{ г/л}$  (2019 г.) до  $2,37 \text{ г/л}$  (2014, 2016 г.), в среднем за многолетие она равна  $2,13 \text{ г/л}$ .

В коллекторе Еттисой средние годовые расходы воды изменялись от  $5,37 \text{ м}^3/\text{с}$  (2014 г) до  $6,88 \text{ м}^3/\text{с}$  (2019 г.), в среднем за многолетие расход воды равен  $5,87 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минерализация воды изменялась от  $2,75 \text{ г/л}$  (2019 г.) до  $4,57 \text{ г/л}$  (2017 г.), в среднем за многолетие она равна  $3,33 \text{ г/л}$ .

В коллекторе ЦК-6 средние годовые расходы воды изменялись от  $4,23 \text{ м}^3/\text{с}$  (2014 г) до  $5,72 \text{ м}^3/\text{с}$  (2018 г.), в среднем за многолетие

расход воды равен 5,07 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 2,80 г/л (2019 г.) до 4,16 г/л (2014 г.), в среднем за многолетие она равна 3,71 г/л.

В коллекторе ЦК-7 средние годовые расходы воды изменялись от 3,42 м<sup>3</sup>/с (2014 г) до 5,87 м<sup>3</sup>/с (2018 г.), в среднем за многолетие расход воды равен 4,53 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 2,91 г/л (2019 г.) до 4,46 г/л (2014 г.), в среднем за многолетие она равна 3,85 г/л. В коллекторе ЦК-9 средние годовые расходы воды изменялись от 0,57 м<sup>3</sup>/с (2012 г.) до 1,12 м<sup>3</sup>/с (2015 г.) в среднем за 2011-2020 гг. величина среднего годового расхода воды равна 0,85 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменяется от 3,09 г/л (2020 г.) до 5,35 г/л (2017 г.), в среднем за многолетие она равна 4,46 г/л.

В целом отмеченными коллекторами выносятся до 2,90 км<sup>3</sup> с минерализацией от 2,13 г/л до 4,16 г/л.

В Джизакской области в коллекторе ПК-6 средние годовые расходы изменялись от 1,74 м<sup>3</sup>/с (2013 г.) до 3,77 м<sup>3</sup>/с (2017 г.) в среднем за многолетие величина расхода воды равна 2,71 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 2,90 г/л (2019 г.) до 4,94 г/л (2016 г.), в среднем за многолетие она равна 3,66 г/л.

В Пограничном коллекторе расходы воды изменялись от 1,55 м<sup>3</sup>/с (2014 г.) до 3,01 м<sup>3</sup>/с (2011 г.) в среднем за многолетие величина расхода воды равна 2,34 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 2,88 г/л (2019 г.) до 4,76 г/л (2018 г.), в среднем за многолетие она равна 3,74 г/л.

В коллекторе Ок-булак расходы воды изменялись от 3,91 м<sup>3</sup>/с (2016 г.) до 8,93 м<sup>3</sup>/с (2019 г.), в среднем за многолетие величина расхода воды равна 5,53 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 2,37 г/л (2019 г.) до 4,86 г/л (2014 г.), в среднем за многолетие она равна 3,68 г/л.

В коллекторе Жайилма расходы воды изменялись от 0,48 м<sup>3</sup>/с (2011, 2016 гг.) до 0,74 м<sup>3</sup>/с (2017 г.), в среднем за многолетие величина расходов воды равна 0,61 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 1,27 г/л (2019 г.) до 3,67 г/л (2011 г.), в среднем за многолетие она равна 2,4 г/л.

В коллекторе ЦК-9-3 расходы воды изменялись от 0,44 м<sup>3</sup>/с (2012 г.) до 1,10 м<sup>3</sup>/с (2015 г.), в среднем за многолетие величина

расходов воды равна 0,69 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 2,86 г/л (2019 г.) до 5,22 г/л (2017 г.), в среднем за многолетие она равна 4,14 г/л.

В коллекторе Клы расходы воды изменялись от 8,93 м<sup>3</sup>/с (2011 г.) до 12,61 м<sup>3</sup>/с (2014 г.), в среднем за многолетие величина расходов воды равна 11,12 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 1,84 г/л (2019 г.) до 3,49 г/л (2014 г.), в среднем за многолетие она равна 3,18 г/л.

В коллекторе ЖБЗ расходы воды изменялись от 7,2 м<sup>3</sup>/с (2011 г.) до 10,13 м<sup>3</sup>/с (2015 г.), в среднем за многолетие величина расходов воды равна 8,79 м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды изменялась от 1,77 г/л (2019 г.) до 3,78 г/л (2017 г.), в среднем за многолетие она равна 3,00 г/л.

Воду коллекторов Баявут, ГПК и Шурузяк можно повторно использовать для орошения сельскохозяйственных культур с учетом почвенных условий и солеустойчивости растений.

В маловодные годы сток остальных коллекторов при использовании необходимо смешивать с речной (оросительной водой) до 3,0 г/л, однако этой водой необходимо поливать только 3 – 4 года, а потом переходить полностью на орошение речной водой.

### **§3.5. Распределение коллекторно-дренажного стока внутри административных районов**

Для практического использования коллекторно-дренажного стока внутри области необходимо знать какие его объемы и с какой минерализацией формируются внутри административных районов.

Картографическое распределение объемов коллекторно-дренажных вод в среднем за 2016-2020 гг. внутри Сырдарьинской области показано на рис.3.8. На этой карте также указана средняя многолетняя величина минерализации ( $M_{\text{ср.мн}}$ , г/л) и преобладающий химический состав.

Расчеты показали, что в Сырдарьинском районе средняя многолетняя величина объема коллекторно-дренажных вод (к-д-в) равна 0,30 км<sup>3</sup>, средняя многолетняя величина минерализации ( $M_{\text{ср.мн}}$ , г/л) – 2,38 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН) состав.

В Сайхунабадском районе формируется 0,29 км<sup>3</sup> к-д-вод, с минерализацией 2,34 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-кальциево-магниево-натриевый (ХС-КМН) состав.

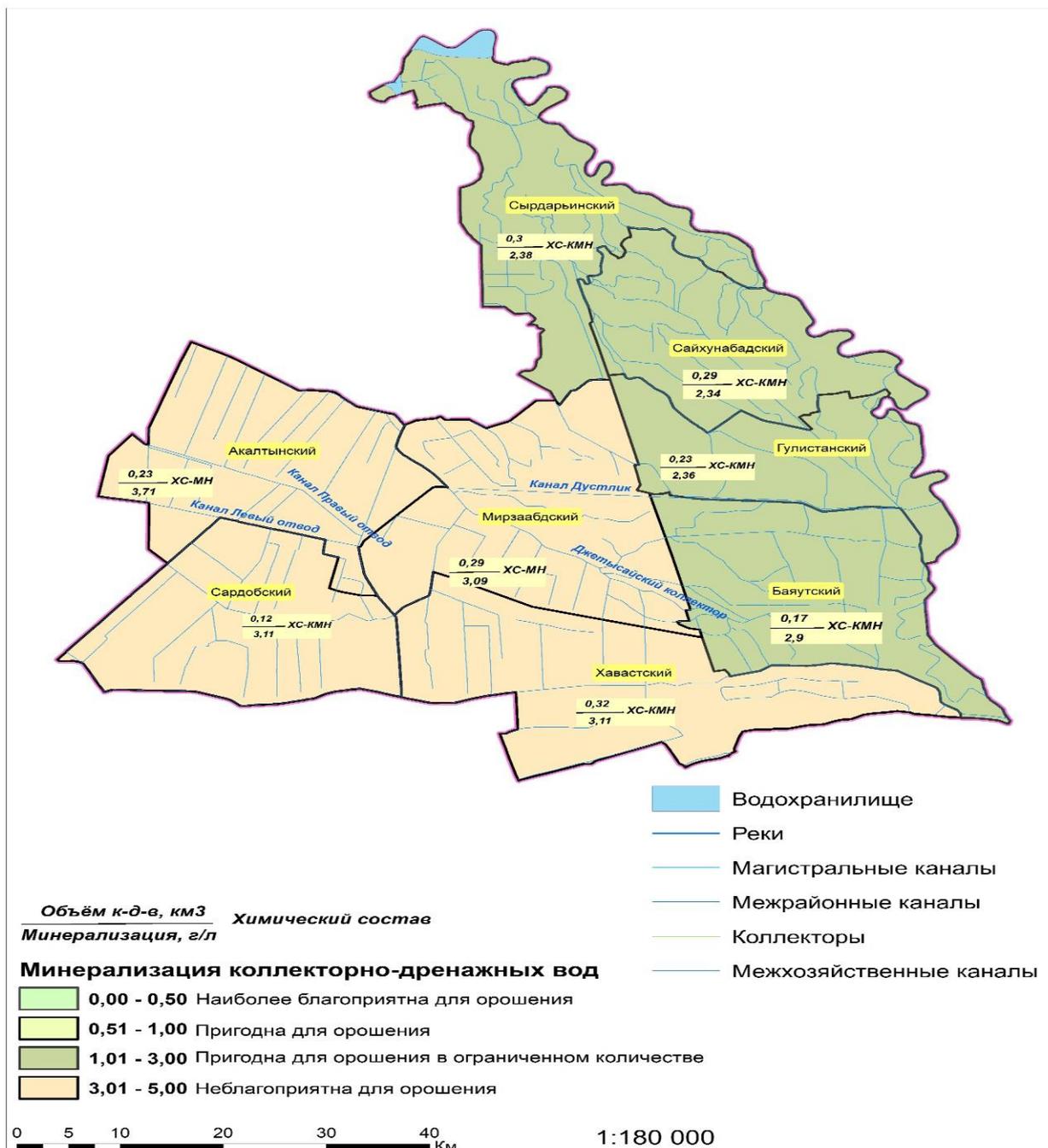


Рисунок 3.8. Карта распределения объемов, минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод Сырдарьинской области в разрезе административных районов за 2016-2020 гг.

В Гулистанском районе формируется 0,23 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, с минерализацией 2,36 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-кальциево-магниево-натриевый (ХС-КМН) состав.

В Акалтынском районе формируется 0,23 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, с минерализацией 3,71 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-магниево-натриевый (ХС-МН) состав.

В Мирзаабадском районе формируется 0,29 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, с минерализацией 3,09 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-магниево-натриевый (ХС-МН) состав. В Баявутском районе формируется 0,17 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, с минерализацией 2,90 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-кальциево-магниево-натриевый (ХС-КМН) состав.

В Сардобинском районе формируется 0,12 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, с минерализацией 4,10 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-магниево-натриевый (ХС-МН) состав. В Хавастском районе формируется 0,32 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, с минерализацией 3,11 г/л, преобладает хлоридно-сульфатный-кальциево-магниево-натриевый (ХС-КМН) состав.

В целом в области формируется 1,95 км<sup>3</sup>, в 1,60 км<sup>3</sup> из них минерализация воды не превышает 3,0 г/л, поэтому этот объем в маловодные годы можно повторно использовать для орошения сельскохозяйственных культур, с соблюдением агротехнических условий и при дефиците оросительной воды.

Для Джизакской области в Арнасайском районе средняя многолетняя величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,10 км<sup>3</sup>, средняя многолетняя величина минерализации равна 3,88 г/л, преобладающий химический состав вод хлоридно-сульфатный-магниево-кальциево-натриевый (ХС-МКН); соответственно в Бахмальском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,02 км<sup>3</sup>, а средняя многолетняя величина минерализации – 0,64 г/л, преобладающий химический состав вод хлоридно-сульфатный-магниево-натриево-кальциевый (ХС-МНК); в Галляаралском районе величина объема коллекторно-дренажных вод – 0,03 км<sup>3</sup>, средняя многолетняя величина

минерализации – 1,17 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХС-МНК); в районе Ш.Рашидова величина объема коллекторно-дренажных вод – 0,13 км<sup>3</sup>, а средняя многолетняя величина минерализации – 2,4 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХС-МНК); в Дустликском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,09 км<sup>3</sup>, минерализация – 3,92 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХС-МНК); в Зааминском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,13 км<sup>3</sup>, минерализация – 3,1 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХС-МНК); в Зарбдорском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,13 км<sup>3</sup>, минерализация – 3,28 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриево-кальциевый (ХС-МНК); в Зафарабадском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,09 км<sup>3</sup>, минерализация – 3,36 г/л, преобладающий химический состав – ХС-МНК; в Мирзачулском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,11 км<sup>3</sup>, минерализация – 4,41 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН); в Пахтакорском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,12 км<sup>3</sup>, минерализация – 3,52 г/л, преобладающий химический состав – ХС-МН; в Фаришском районе величина объема коллекторно-дренажных вод равна 0,17 км<sup>3</sup>, минерализация – 3,16 г/л, преобладающий химический состав – ХС-МН. Суммарно в целом по области в среднем за многолетие (2016 – 2020 гг.) формируется 1,12 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажного стока.

Из приведенных данных видно, что наибольшие объемы коллекторно-дренажного стока формируются в Зааминском, Фаришском, Зарбдорском районах и районе Ш.Рашидова – 0,13-0,17 км<sup>3</sup>, величина минерализации в них изменяется от 2,4 до

3,28 г/л. Эти воды при смешении с оросительной водой можно использовать в различных сферах экономики, особенно при дефиците оросительной воды.

Большой интерес в практических расчетах представляет зависимость объемов коллекторно-дренажных вод ( $W_{к-д-в}$ , км<sup>3</sup>) от величины водозабора ( $W_{вд}$ , км<sup>3</sup>), такие зависимости были построены для Сырдарьинской (А) и Джизакской (Б) областей за два периода: 1970 – 2000 гг. и 2001 – 2020 гг. (рис.3.9).

Эти зависимости получились достаточно тесными:  $R^2 = 0,46$  и  $0,45$  для Сырдарьинской области и  $R^2 = 0,6$  и  $0,3$  для Джизакской области, поэтому ими можно пользоваться в практических расчетах, когда по величине водозабора на орошение, можно ориентировочно судить о ожидаемой величине коллекторного стока.

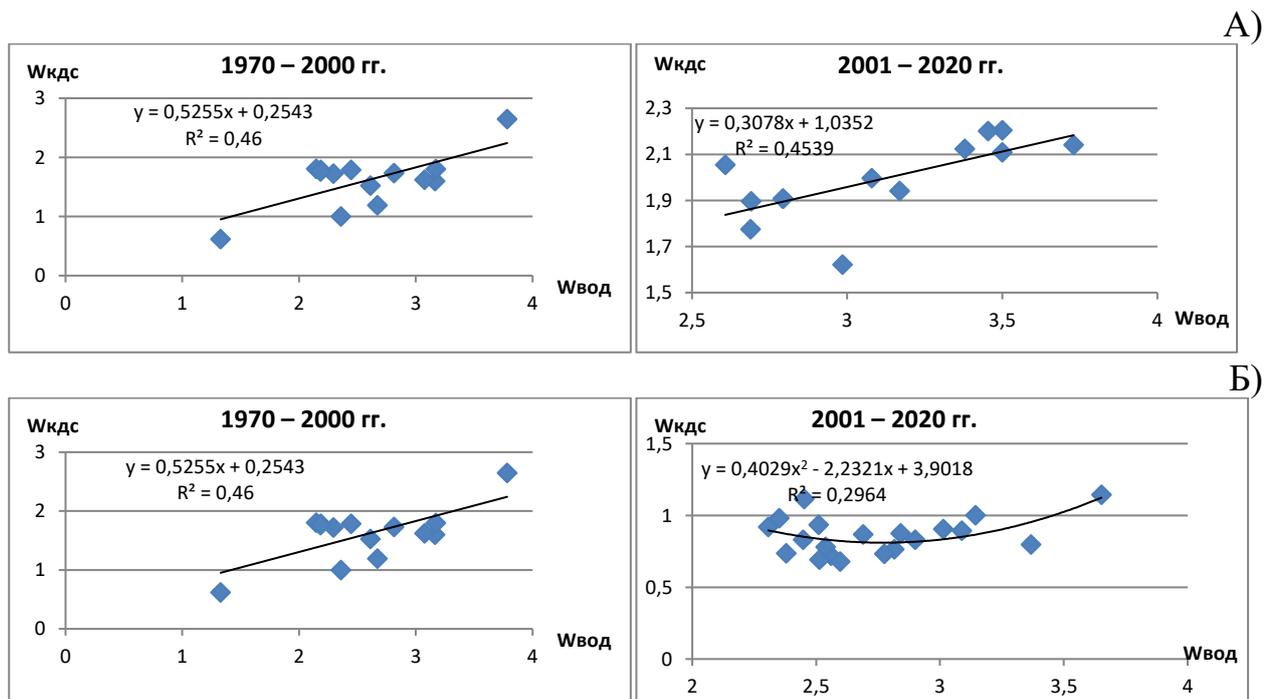


Рисунок 3.9. Зависимости объемов коллекторно-дренажных вод ( $W_{к-д-в}$ , км<sup>3</sup>) от величины водозабора ( $W_{вд}$ , км<sup>3</sup>) Сырдарьинской (А) и Джизакской (Б) областей за два периода: 1970-2000 гг. и 2001-2020 гг.

В настоящее время водные ресурсы среднего течения реки Сырдарья полностью используются для целей орошения, коммунально-бытового и питьевого водоснабжения. В связи с этим дальнейшее развитие орошаемого земледелия в данном бассейне

потребуется разработки новых методов вторичного использования коллекторно-дренажных вод. В перспективе этот вид стока может служить дополнительным водным ресурсом.

При использовании коллекторно-дренажных вод для орошения в маловодные годы необходимо произвести оценку ирригационного качества, при этом нужно учитывать не только величину минерализации, но и химический состав воды, механический состав почв, солеустойчивость сельскохозяйственных культур и другие факторы.

### **Выводы по третьей главе:**

- в состав Сырдарьинской области входят восемь административных районов. Для практического использования была составлена карта средних многолетних объемов воды ( $W$ , км<sup>3</sup>), минерализации ( $M$ , г/л) и химического состава по административным районам области за 2016-2020 гг. Наибольшая величина коллекторно-дренажного стока наблюдается в Хавастском районе – 0,32 км<sup>3</sup>, его минерализация равна 3,11 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН). Наименьшая величина коллекторно-дренажного стока наблюдается в Сардобинском районе – 0,12 км<sup>3</sup>, его минерализация 4,1 г/л, преобладающий химический состав хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН). В целом по области в эти годы формировалось 1,60 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажного стока, с минерализацией 3,0 г/л. Наиболее благоприятные условия для повторного использования коллекторно-дренажного стока (с минерализацией менее 3,0 г/л) наблюдается в Баявутском (2,40 г/л), Гулистанском (2,36 г/л), Мирзаободском (3,09 г/л), Сайхунабадском (2,34 г/л) и Сырдарьинском (2,38 г/л) районах.

В состав Джизакской области входит двенадцать административных районов. Наибольшая величина коллекторно-дренажного стока наблюдается в Фаришском районе – 0,17 км<sup>3</sup>, его минерализация равна 3,16 г/л, преобладающий химический состав

хлоридно-сульфатный-магниевый-кальциевый-натриевый (ХС-МКН). Наименьшие величины коллекторно-дренажного стока наблюдаются в Бахмальском и Галляаральском районах – 0,02-0,03 км<sup>3</sup>, с минерализацией 0,64-1,17 г/л, и хлоридно-сульфатным-магниевый-натриево-кальциевый (ХС-МКН) составом. В целом по области в эти годы формируется 1,12 км<sup>3</sup> к-д стока. Наиболее благоприятные условия для повторного использования к-д-с (с минерализацией менее 3,0 г/л) наблюдаются в Бахмальском, Галляаральском, Ш.Рашидова, Зааминском районах;

- в орошаемой зоне Сырдарьинской области имеется семь магистральных коллекторов: ММЗ, Шурузяк, ГПК, Баявут, Еттисой, ЦК-6 и ЦК-7. В коллекторах ММЗ и ЦК-6 наблюдается I-й тип гидрохимического режима – обратно пропорциональный водному режиму коллекторов; в коллекторах Шурузяк, Еттисой и ЦК-7 наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму коллекторов, а в коллекторах ГПК и Баявут в различные месяцы наблюдается как I-й тип, так и II-й тип (т.е. сложный IV-й тип) гидрохимического режима. На специальных графиках было показано процентное распределение коллекторного стока по месяцам для каждого коллектора, которое нужно использовать при практическом использовании стока магистральных коллекторов.

В орошаемой зоне Джизакской области имеется восемь магистральных коллекторов: ЦК-9, ПК-6, Пограничный, Ок-булок, Жайилма, ЦК-9-3, Клы, ЖБЗ. В коллекторе Клы расходы воды изменялись от 8,93 (2011 г.) до 12,61 м<sup>3</sup>/с (2014 г.), в среднем за многолетие величина расходов воды равна 11,12 м<sup>3</sup>/с; минерализация воды изменялась от 1,84 г/л (2019 г.) до 3,4 г/л (2014 г.), в среднем за многолетие она равна 3,18 г/л. Средние многолетние объемы коллекторно-дренажного стока в рассмотренных коллекторах составляет 1,03 км<sup>3</sup>, его минерализация в коллекторах изменяется от 2,40 г/л (Жайилма) до 4,46 г/л (ЦК-9). По рекомендациям специалистов (менее 3,0 г/л) повторно можно использовать воду коллекторов Жайилма и

ЖБЗ, воду остальных коллекторов при повторном использовании необходимо смешивать с оросительной водой. В коллекторах ПК-6, Пограничный, ЦК-9-3, ЖБЗ наблюдается I-й тип гидрохимического режима – обратно пропорциональный водному режиму коллекторов; в коллекторах Ок-Булок, Жайилма наблюдается II-й тип гидрохимического режима – прямо пропорциональный водному режиму коллекторов, а в коллекторах ЦК-9 и Клы наблюдается III-й тип гидрохимического режима – не зависящий от водного режима. На специальных графиках было показано процентное распределение коллекторного стока по месяцам для каждого коллектора, которое нужно использовать при практическом использовании стока магистральных коллекторов;

- для двух областей были также построены и проанализированы различные гидрологические зависимости: а) объемов коллекторно-дренажного стока (к-д-с) от величины водозабора в целом для области; б) средних годовых величин минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) от средних годовых величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) магистральных коллекторов за 2012-2021 гг. Некоторые полученные зависимости можно использовать в практических расчетах.

## **Глава IV. Оценка гидроэкологического состояния и качества поверхностных вод для целей ирригации**

### **§4.1. Методика оценки гидроэкологического состояния территории**

Основу методики оценки гидроэкологического состояния рассматриваемой территории (Ташкентская, Сырдарьинская и Джизакская области) составило обобщение существующих подходов по оценке загрязненности поверхностных вод, применяемых в Агентстве гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) и НИИИВП [1, 22, 89].

Наиболее полные данные по загрязненности поверхностных вод Узбекистана приводятся в «Ежегодниках качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета», которые составляются за каждый календарный год.

#### **§4.1.1. Оценка гидроэкологического качества вод по величине индекса загрязненности воды (ИЗВ)**

Нужно отметить, что индекс загрязненности воды (ИЗВ) был установлен Госкомгидрометом СССР в 1986 г. и относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$$

где:  $C_i$  – концентрация ингредиентов (в ряде случаев – значение физико-химического параметра);  $n$  – число показателей, используемых для расчета индекса,  $n$  – всегда берется равным 6;  $\text{ПДК}_i$  – установленная величина норматива (предельно допустимая концентрация) для соответствующего типа водного объекта [1, 22].

Для расчета индекса загрязненности вод для всего множества нормируемых компонентов, включая водородный показатель рН, биологическое потребление БПК<sub>5</sub> и содержание растворенного кислорода

(мг О<sub>2</sub>/л), находят отношения  $C_i/PДК_i$  (фактических концентраций к ПДК) и полученный список сортируют. ИЗВ рассчитывают строго по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций, независимо от того превышают они ПДК или нет.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяются на семь классов (табл.4.1), устанавливается требование, чтобы индексы загрязненности воды сравнивались для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока, а также с учетом фактической водности текущего года [22, 60].

Для р.Сырдарья–ниже устья коллектора ГПК-С из 15 компонентов, приведенных по загрязнению речной воды, выберем шесть, имеющих наибольшие величины  $C_i/PДК_i$ . Для 2020 г. выбраны следующие ингредиенты: Си – 4,3; фенолы – 3,8; нефтепродукты – 1,3; азот нитритный – 1,4; цинк (Zn) – 1,2; минерализация – 0,9.

Таблица 4.1.

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязненности воды (ИЗВ)

Воды	Значение ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	I
Чистые	0,2-1,0	II
Умеренно загрязненные	1,0-2,5	III
Загрязненные	2,5-4,0	IV
Грязные	4,0-6,0	V
Очень грязные	6,0-10,0	VI
Чрезвычайно грязные	>10,0	VII

Сумма этого отношения для шести компонентов равна 12,9, в этом случае величина ИЗВ равна  $\frac{12,9}{6} = 2,5$ , когда О<sub>2</sub>=0,4; БПК<sub>5</sub>=0,6 тогда сумма равна  $\frac{11,8}{6} = 1,96$ .

Таблица 4.2.

Результаты расчетов величины индекса и класса качества воды рек  
среднего течения р.Сырдарья за 2015-2020 гг.

№ п/п	Наименование створа, номер створа	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Изменение качества воды
		Индекс загрязненности вод						
		класс	класс	класс	класс	класс	класс	
1	р.Сырдарья- г.Наманган (Каль)	1,38/ III	1,09/ III	1,23/ III	1,77/ III	2,36/ III	2,44/ III	Все пять лет вода умеренно загрязненная
2	р.Сырдарья- г.Бекабад 1212401 г.Бекабад 1212402	1,40/ III	1,04/ III	1,12/ III	1,53/ III	1,54/ III	1,36/ III	Все пять лет вода умеренно загрязненная
		1,46/ III	1,26/ III	1,33/ III	1,47/ III	1,93/ III	1,46/ III	
3	р.Сырдарья- п.Надежденский	1,16/ III	1,36/ III	1,21/ III	1,66/ III	1,70/ III	1,38/ III	Все пять лет вода умеренно загрязненная
4	р.Сырдарья-ниже впадения кол. ГПК-С,	1,18/ III	1,20/ III	1,10/ III	1,62/ III	2,00/ III	1,96/ III	Все пять лет вода умеренно загрязненная
5	р.Чирчик- г.Газалкент 1216701 1216702	0,53/ II	0,38/ II	0,47/ II	0,66/ II	0,77/ II	0,85/ II	Все пять лет вода чистая
		0,52/ II	0,34/ II	0,48/ II	0,76/ II	0,89/ II	0,9/ II	
6	р.Чирчик-г.Чирчик 1216801 1216802  1216803	0,7/ II	0,87/ II	0,67/ II	1,06/ II	1,25/ II	1,7/ II	Чистая вода с годами стала умеренно загрязненная Преобладает умеренно загрязненная вода Почти все годы наблюдается умеренно загрязненная вода
		1,95/ II	2,47/ II	1,38/ II	2,63/ IV	2,63/ IV	1,55/ III	
		1,32/ III	1,12/ III	0,98/ II	1,49/ III	1,77/ III	2,08/ III	
7	р.Чирчик-г.Ташкент 1216901 1216902	1,44/ III	1,44/ III	1,42/ III	2,1/ III	1,88/ III	2,18/ III	Все годы вода умеренно загрязненная Почти все годы наблюдается умеренно загрязненная вода
		1,14/ III	0,86/ II	1,09/ III	1,43/ III	1,97/ III	2,12/ III	
8	р.Чирчик- п.Новомихайловка	1,10/ III	0,89/ II	0,93/ II	1,30/ III	1,72/ III	1,80/ III	Почти все годы наблюдается умеренно загрязненная вода
9	р.Чирчик-г.Чиназ	1,75/ III	1,76/ III	1,47/ III	1,97/ III	1,73/ III	1,86/ III	Все годы вода умеренно загрязненная
10	р.Ахангаран- г.Ангрен	0,45/ II	0,45/ II	0,64/ II	1,02/ III	0,93/ II	0,83/ II	Почти все годы наблюдается чистая вода
11	р.Ахангаран-у дюкера Ташканала	0,60/ II	0,61/ II	0,70/ II	0,97/ II	1,15/ III	0,85/ II	Почти все годы наблюдается чистая вода
12	р.Ахангаран-нижний бьеф Туябугузского водохранилища	0,99/ III	1,09/ III	0,53/ II	1,36/ III	1,41/ III	1,45/ III	Почти все годы вода умеренно загрязненная Почти все годы вода умеренно загрязненная
		1,28/ III	0,99/ II	0,92/ II				
13	р.Ахангаран-пгт. Дустобод	-			1,82/ III	1,27/ III	1,52/ III	Все годы вода умеренно загрязненная

Пользуясь данной методикой, были подсчитаны величины индекса загрязненности воды (ИЗВ) за 2015-2020 гг. и определены их классы для всех вышеуказанных в диссертации речных створов (табл.4.2).

Проведенный анализ показал, что в пределах рассматриваемой территории чистая вода наблюдается только в верховьях рек (р.Чирчик – г. Газалкент и р. Ахангаран – г. Ангрен), ниже по течению в р. Чирчик и в р.Ахангаран вода постепенно становится умеренно загрязненной, такая же по качеству вода наблюдается и в среднем течении р.Сырдарья начиная со створа Наманган (Каль) и кончая створом ниже впадения коллектора ГПК-С.

В перспективе соответствующим организациям необходимо выявить источники загрязнения речных вод и внедрить практические меры по их устранению.

#### **§4.1.2. Оценка гидроэкологического качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям**

В Агентстве гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) гидробиологическое состояние водотоков и уровень их загрязнения определяются по показателям перифитона и зообентоса. В качестве вспомогательного показателя используются макрофиты [22, 60, 85].

Окончательное заключение о качестве воды в контролируемых створах (27 постов на 10 водных объектах) дается не только на основании предложенных сапробиотических индексов (БПИ, ИС, МБИ), но также с учетом изменения видового состава, структуры и экологического состояния водных биоценозов.

При описании гидробиологического состояния поверхностных вод участков рек приводятся значения, рассчитанные по видовому составу и структуре биоценозов, следующих сапробиотических индексов:

для перифитона – биотический перифитонный индекс (БПИ), специально разработанный в гидробиологической лаборатории СМЗ и адаптированный к региональным особенностям рек

Центральной Азии, а также индекс сапробности (ИС) Пантле и Букка в модификации Сладечека;

для зообентоса – модифицированный биотический индекс (МБИ), адаптированный к условиям Центральной Азии, биотический индекс Вудивиса.

По мере увеличения уровня загрязнения значения БПИ и МБИ уменьшаются от 10 баллов до 0, ИС возрастает от 0 до 4 [22].

Экологическое состояние биоценозов закодировано в виде символов: АБ(Ф) – фоновое; АБ – удовлетворительное; АБ-Аб – переходное; Аб – неудовлетворительное.

В «Ежегодниках качества поверхностных вод» характеристики качества по гидробиологическим показателям приводятся для двух групп: а) фоновые водотоки и б) водотоки антропогенной зоны.

Согласно утвержденной программе гидробиологические анализы проводятся для рек бассейна Ахангарана, Чирчика и для двух постов р.Сырдарья: г.Бекабад и ниже коллектора ГПК-С.

Исследуемые фоновые водотоки также разделены на две группы: 1) очень чистые (I класс) и чистые (II класс) и 2) чистые (II класс) и умеренно загрязненные (III класс).

К первой группе относятся р.Ахангаран – выше г.Ангрена, Угам, Кызылча, Дукантсай, Бошкызылсай. Ко второй группе относятся: р.Ахангаран – ниже г.Ангрена, р.Чирчик – выше г.Газалкента.

Современное экологическое состояние водотоков антропогенной зоны по данным гидробиологических исследований приведено в табл.4.3.

Таким образом можно отметить, что чистые и умеренно загрязненные водотоки встречаются только в верховьях речных бассейнов, после того как реки входят в антропогенную зону их гидроэкологическое состояние меняется на удовлетворительное, а после крупных промышленных городов (Ташкент и Бекабад) на переходное и неудовлетворительное.

Таблица 4.3.

Экологическое состояние поверхностных вод в среднем течении  
бассейна р.Сырдарья

Водный объект, створ	Экологическое состояние
р.Ахангаран	
- г.Ангрен – 5,5 км ниже Ахангаранской плотины	АБ – удовлетворительное
- 0,1 км ниже Ташканала	АБ – удовлетворительное
- нижний бьеф Туябугуского водохранилища	АБ – удовлетворительное
- 3 км выше пгт.Дустобод	АБ/АБ-АБ-Аб – удовлетворительное и переходное
- 0,5 км выше устья р.Ахангаран	АБ/АБ-АБ-Аб – удовлетворительное и переходное
Канал Бозсу – г.Ташкент	
- 1,5 км ниже города	АБ – удовлетворительное
р.Чирчик	
- г.Газалкент – 0,3 км выше города	АБ – удовлетворительное
- г.Чирчик – 2,5 км выше сбросов ЧТЗ	АБ – удовлетворительное
- г.Чирчик – 3 км ниже сбросов УзКТЖМ	АБ – удовлетворительное
- г.Ташкент – 3 км ниже сбросов Сергелийского КСМ	АБ – удовлетворительное
- г.Янгиюль – 3 км к ЮВ от города	АБ/АБ-АБ-Аб – удовлетворительное и переходное
- пос.Новомихайловка – 1,6 км ниже поселка	
- г.Чиназ – 3,5 км на ЮЮЗ от г.Чиназа	АБ/АБ-АБ-Аб – удовлетворительное и переходное
Канал Салар	
- г.Ташкент – 1 км выше города	АБ/АБ-АБ-Аб – удовлетворительное и переходное
- г.Ташкент – 14 км ниже города	Аб – неудовлетворительное
- г.Янгиюль – 4 км к ЮЮЗ от города	Аб – неудовлетворительное
Канал Карасу (правобережный)	
- г.Ташкент – 1 км выше города	АБ – удовлетворительное
- г.Ташкент – в черте города	АБ – удовлетворительное
Р.Сырдарья	
- г.Бекабад – 0,25 выше г.Бекабад; 0,62 км выше сбросов металлургического завода	Аб – неудовлетворительное
- г.Бекабад в черте города; 0,9 км ниже сброса сточных вод ПУ Водоканал	Аб – неудовлетворительное
- ниже впадения коллектора ГПК-С; 0,5 км ниже устья коллектора	АБ-Аб/ АБ-АБ-Аб – переходное и неудовлетворительное

Соответствующим организациям необходимо усилить технологические мероприятия по более глубокой очистке сточных вод, сбрасываемых в речные системы.

#### **§4.1.3. Оценка гидроэкологического состояния по качеству питьевой воды**

Оценка гидроэкологического состояния рассматриваемой территории по качеству питьевой воды проведена с использованием фондовых материалов института НИИИВП за 2010-2017 гг.

Исследованиями специалистов (И.А.Усманов и др.) было установлено, что в целом по областям бассейна р.Сырдарья за прошедшие годы отмечается тенденция роста обеспеченности системами централизованного водоснабжения [69]. При этом в одних областях отмечается тенденция улучшения в 2017 г. качества водопроводной воды коммунальных водопроводов по химическим показателям, а в других областях – ухудшение ее качества, например, в Ташкентской области на 2,7%, а в Джизакской на 0,2%.

Кроме не соответствия воды по химическим показателям, была также изучена динамика бактериального загрязнения водопроводной воды. Было установлено, что в 2017 г. качество питьевой воды по бактериологическим показателям не соответствовало предъявленным требованиям в Сырдарьинской – в 21,6% проб, в Джизакской области – в 10,0% проб. Самый низкий процент несоответствия водопроводной воды по бактериологическим показателям установлен в Ташкентской области – 5,6% обследованных проб.

Питьевая вода систем централизованного водоснабжения городов Чирчик, Ангрен, Ахангаран и Алмалык в целом соответствует требованиям государственного стандарта O'zDST 950:2011 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» (табл.4.4). Однако, в 11-18% пробах воды из водопроводов городов Алмалык и Ахангаран отмечалось присутствие ионов металлов, превышающих предельно

допустимую концентрацию (ПДК), а 17,4-22,8% проб воды г.Ангрена были загрязненными по бактериологическим показателям (коли-индекс, микробное число).

Таблица 4.4.

Средние многолетние показатели качества питьевой воды городов бассейнов Чирчика и Ахангарана (в мг/л)

Показатели	Чирчик	Ангрен	Ахангаран	Алмалык
Цвет, град.	4,2	6,9	7,3	7,1
pH	7,04	7,24	7,29	8,04
Сухой остаток	120	170	174	163
Хлориды	17,7	179,9	174	11,2
Сульфаты	37	34	40	22
Кальций	32	30	48	12
Магний	11	12	27	15
Общая жесткость, мг-экв/л	3,72	4,42	4,91	2,23
Железо	0,01	0,02	0,09	0,3
Марганец	0,04	0,09	0,08	0,1
Медь	0,07	0,06	0,6	0,5
Цинк	0,06	0,07	0,8	0,9
Свинец	0,002	0,004	0,003	0,03
Фтор	0,76	0,79	0,71	0,34
Нитраты	12,9	49,7	49,2	4,26

Исследованиями также было установлено, что качество воды канала Бозсу на изученных участках ниже дислокации Актепинской ГЭС, ниже Бозсуйской ГЭС №1 и ниже Бозсуйской ГЭС №3, соответствовало требованиям стандарта O'zDST 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». Специалистами было отмечено, что общим недостатком для всех водопроводов региона является неудовлетворительное санитарно-техническое состояние разводящей сети и эффективность работы очистных сооружений [70, 69].

#### §4.1.4. Оценка гидроэкологического состояния по методике применяемой в НИИИВП

Под экологическим мониторингом обычно понимают информационную систему наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии гидроэкосистем (реки, озера, водохранилища, каналы, коллектора и др.), также связанную с выделением антропогенной составляющей этих изменений.

Таблица 4.5.

Показатели качества воды разделенные по лимитирующим показателям вредности и ПДК (составлено по ГОСТу O'zDST 950:2011 «Вода питьевая»)

№	Показатели качества воды	Единицы измерения	ПДК	Класс опасности
<i>1. Общесанитарные лимитирующие показатели вредности</i>				
1.	Минерализация	мг/л	1000	-----
2	БПК5	мгО2/л	меньше 3	-----
3	Цинк	мг/л	0.01	3
<i>II. Органолептические лимитирующие показатели вредности</i>				
4	Сульфаты	мг/л	500	4
5	Хлориды	мг/л	350	4
6	Фенолы	мг/л	0,001	4
7	Нефтепродукты	мг/л	0,05	4
8	Альфа ГХЦГ (гексахлоран)	мкг/л	0,01	4
9	Медь	мг/л	0.001	3
<i>III. Санитарно-токсикологические лимитирующие показатели вредности</i>				
10	СПАВ(синтетические поверхностные активные вещества)	мг/л	0,1	3-4
11	Азот аммонийный	мг/л	0,39	3
12	Нитриты (NO2)	мг/л	0,02	3
13	Нитраты ( NO3)	мг/л	9,1	3
14	Хром шестивалентный	мг/л	0,001	3
15	Гамма ГХЦГ (линдан)	мг/л	0,01	1
16	Натрий	мг/л	120	2
17	Кальций	мг/л	180	4
18	Магний	мг/л	40	3
19	Калий	мг/л	50	3

Таблица 4.6.

Оценка качества питьевой воды и гидроэкологического состояния водных объектов по классификации сотрудников лаборатории гидрометрии и метрологии научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП)

<i>Критерии оценки</i>	<i>Качество питьевой воды</i>	<i>Гидроэкологическая обстановка</i>
Не должна превышать содержание элементов, ограничивающих их ПДК по новейшим официальным источникам/ OzDst 950-2011 “Вода питьевая” и СНиП 02.04.02-97/ Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения/последний перечень ПДК института НИГМИ и др.	<i>Хорошая</i>	<i>Близка к естественной</i>
2-3 ингредиента, превышающие ПДК, относящихся к самым низким классам опасности отдельных элементов на здоровье человека (а именно к IV и III классам)	<i>Удовлетворительная</i>	<i>Слабо нарушена</i>
5-6 ингредиентов, превышающих ПДК и относящихся к IV и III классам опасности или 1-2 ингредиента, превышающих ПДК и относящихся к I –II классам опасности	<i>Плохая</i>	<i>Заметно нарушена</i>
Значительное количество ингредиентов, превышающих их ПДК и относящихся к I-II классам опасности	<i>Опасная</i>	<i>Сильно нарушена</i>
Примечание: классы опасности выделены по СНиП 02.04.02-97: I класс – чрезвычайно опасные ингредиенты; II – класс- высокоопасные, III класс - опасные ингредиенты и IV класс - умеренно опасные ингредиенты		

Основной целью гидроэкологического мониторинга является получение систематических целенаправленных данных гидрохимического и гидробиологического характера по состоянию различных гидроэкосистем, оценка и анализ этих данных используемых для принятия решений по улучшению этого состояния. Предельно допустимые концентрации некоторых из

показателей качества воды с учетом лимитирующего показателя вредности и класса опасности приведены в табл.4.5.

Класс опасности вещества подразделяется следующим образом:

1 класс – чрезвычайно опасные, 2 класс – высокоопасные, 3 класс – опасные, 4 класс – умеренно опасные. В настоящее время отсутствуют общепринятые критерии по которым оценивают гидроэкологическое состояние в различных частях бассейна Аральского моря.

Предложены следующие критерии оценки гидроэкологического состояния: а) количество ингредиентов, содержание которых в водоисточнике или гидроэкосистеме превышает их предельно допустимую концентрацию (с учетом класса опасности) и б) качество питьевой воды (табл.4.6) [85]. Общая оценка современного гидроэкологического состояния поверхностных вод рассматриваемой территории с учетом методических подходов применяемых в Агентстве гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет), НИИИВП и качества питьевой воды, приведены в табл.4.7.

Согласно проведенной обобщенной оценке гидроэкологического состояния поверхностных вод территории среднего течения р.Сырдарья было получено, что в Сырдарьинской и Джизакской областях это состояние удовлетворительное, а в Ташкентской области – удовлетворительное и местами плохое.

Поэтому необходимо соответствующими организациями принять практические меры по улучшению данного состояния, в первую очередь обратив внимание на снижение загрязняющих ингредиентов, находящихся в сточных водах, попадающих в речные системы.

Таблица 4.7.

## Обобщенная оценка гидроэкологического состояния поверхностных вод территории среднего течения р. Сырдарья

Административные области и речные бассейны	Методики Узгидромета		Общая характеристика питьевой воды	Методика НИИИВП (по количеству и классу опасности загрязняющих ингредиентов)	Общая оценка гидроэкологического состояния
	Степень химического загрязнения: а) классы качества воды б) величина ИЗВ	Уровень гидробиологического загрязнения			
Ташкентская область (бассейны рек Чирчик и Ахангаран)	Воды умеренно загрязненные (III класса) Величина ИЗВ изменяется от 1,0 до 2,0	Преобладают воды удовлетворительные, местами переходные (символы: АБ; АБ-Аб)	Близка к хорошей	Заметно нарушена (5-6 ингредиентов относящихся к IV и III классам опасности, превышают ПДК) Это: фенолы, БПК <sub>5</sub> , минерализация, сульфаты, медь	Удовлетворительное местами плохое
Сырдарьинская область (бассейн р. Сырдарья, каналы)	Воды умеренно загрязненные (III класса) Величина ИЗВ изменяется от 1,0 до 2,0	Преобладают воды удовлетворительные, местами переходные (символы: АБ; АБ-Аб)	Близка к хорошей	Заметно нарушена (5-6 ингредиентов относящихся к IV и III классам опасности, превышают ПДК) Это: медь, фенолы, сульфаты, азот нитритный, нефтепродукты	Удовлетворительное
Джизакская область (бассейн р. Сырдарья, каналы)	Воды умеренно загрязненные (III класса) Величина ИЗВ изменяется от 1,0 до 2,0	Преобладают воды удовлетворительные, местами переходные (символы: АБ; АБ-Аб)	Близка к хорошей	Заметно нарушена (5-6 ингредиентов относящихся к IV и III классам опасности, превышают ПДК) Это: магний, минерализация, сульфаты, фенолы, хлориды, медь	Удовлетворительное

## **§4.2. Методика оценки качества поверхностных вод для целей ирригации**

**Состояние вопроса.** Данная проблема уже давно изучается специалистами. Несмотря на то, что для ее решения многое сделано учеными различных стран (России, Украины, США, Алжира, Туниса и др.), еще до сих пор нет единого метода оценки пригодности природных вод для орошения. Это осложнено тем, что как отмечают многие специалисты (Ковда (1977), Глухова (1984), Костяков (1951) и др.) классификация пригодности оросительной воды должна учитывать не только ее минерализацию и химический состав, но и климатические условия орошаемой территории, засоленность почв, их дренированность, глубину залегания грунтовых вод, солеустойчивость сельскохозяйственных культур и другие факторы.

В 1958 г. вышли в свет ряд публикаций (Р.А. Алимова, Д.М.Каца, Г.А.Ибрагимова) в которых описываются результаты поливов сельскохозяйственных культур (в основном хлопчатника) грунтовыми водами в Бухарской, Ферганской и других областях Узбекистана с минерализацией 3-5 г/л [25].

В 1960-1970 годах в Узбекистане были проведены исследования по данной проблеме В.М.Легостаевым и его учениками. В 1974 г. Т.П.Глуховой были составлены «Методические указания по использованию дренажных и подземных вод на орошение хлопчатника» для условий Узбекистана. Достоинством данной классификации является то, что она учитывает механический состав орошаемых почв в зависимости от минерализации используемой для орошения воды и содержание отдельных ионов [13].

В 1978 г. вопросом методологии оценки качества дренажных вод в целях использования на орошение занимался А.У.Усманов. Критически оценив существующие критерии оценки пригодности воды для орошения, он предложил свою классификацию ирригационного качества коллекторных вод, дифференцированную по химическому составу. При этом автор выделяет хорошие воды

(от 0,2 до 1,0 г/л), удовлетворительные (до 6,0 г/л) и плохие (более 6,0 г/л) [71]. Достоинством этой классификации является то, что она позволяет выявить качество воды не только по величине минерализации и содержанию в ней хлора, но и учитывает при этом соотношения других ионов: хлора к сульфатному.

А.Р.Рамазанов и А.Р.Раджабов (1980) рассмотрели перспективы использования минерализованных вод для орошения хлопчатника в различных областях Узбекистана, основываясь на многолетних собственных наблюдениях. Авторы пришли к следующим выводам: 1) дренажную воду для поливов хлопчатника следует применять только в смеси с арычной (речной) водой; 2) минерализация смешанной воды при орошении легко- и среднесуглинистых почв не должна превышать 3-4 г/л, а для тяжелосуглинистых и глинистых почв – 2,0-2,5 г/л; 3) при этом до цветения хлопчатник лучше поливать арычной водой, а после – минерализованной [51].

В 1982 г. САНИИРИ им. В.Д.Журина выпустило «Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных почв», разработанное Х.И.Якубовым, А.У.Усмановым и Н.И.Броницким. Этот труд весьма полезен проектировщикам, но он не дает наглядного представления о возможности использования коллекторных вод для орошения в конкретных орошаемых массивах Узбекистана [63].

Последний вопрос в определенной степени раскрывается в книге Т.П.Глухой и Г.А.Стрельниковой (1983) «Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения». В ней на основании собственных многолетних наблюдений и обобщения данных гидромелиоративных экспедиций Узбекистана установлены региональные показатели оценки минерализованных вод для орошения хлопчатника. Авторы рекомендуют использовать на поливы хлопчатника в зависимости от механического состава почв воду со следующей минерализацией (г/л): для среднесуглинистых почв – 2,5-3,5 г/л; для легкосуглинистых –

3,0-4,5 г/л; супесей и песков – 4,5-6,0 г/л. Концентрация хлора в воде не должна превышать соответственно 0,2-0,4 г/л; 0,5-0,7 г/л и 0,5-1,0 г/л. При орошении нужно также учитывать химический состав поливных вод и тип засоления орошаемых почв.

В 2011 г. М.А.Якубов, Х.Э.Якубов и Ш.Х.Якубов выпустили монографию «Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение». В своей книге авторы провели многосторонний анализ различных аспектов формирования и использования коллекторно-дренажных вод. Среди многих вопросов они рассмотрели и вопрос методики количественной оценки дренажного стока, используемого на орошение. Они также отмечают, что оценку ирригационного качества можно проводить по существующим эмпирическим формулам, среди которых отмечают наиболее часто употребляемые формулы Антипова-Каратаева, Буданова, Можейко и Воротника, Гапона, Сабольча [106].

Ф.Э.Рубинова и Ю.Н.Иванов (2005) в своей монографии «Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности» в главе «Оценка качества речных вод» также рассмотрели качество воды для использования в ирригации. Они также сгруппировали некоторые известные формулы, обозначив их через соответствующие коэффициенты  $K_1$  – формулу Антипова-Каратаева,  $K_2$  – формулу Можайко и Воротника,  $K_3$  – формулу Шайна,  $K_4$  – формулу Гапона (SAR) [60].

В.А.Духовный, В.И.Соколов, М.А.Пинхасов и др. (2007) также описали данный вопрос, издав «Рекомендации по безопасному использованию коллекторно-дренажных вод на орошение». При ирригационной оценке коллекторных вод авторы большее внимание уделяют величине их минерализации, отношению хлоридного и сульфатного ионов, а также водопроницаемости и первичному засолению орошаемых почв [21].

Х.М.Якубова (2018) обобщая данные по минерализации и химическому составу коллекторно-дренажных вод некоторых

орошаемых массивов Узбекистана, также коснулась вопроса оценки их пригодности для орошения.

В 2022 г. С.Шодиевым также была проведена оценка ирригационного качества коллекторно-дренажных вод Каршинской степи и Бухарского оазиса, при которой он тоже сгруппировал несколько известных эмпирических формул оценки ирригационного качества и провел по ним расчеты.

При проведении оценки ирригационного качества использовано большинство из перечисленных формул, которые позволили оценить следующие основные факторы, которые необходимо учитывать при рассмотрении данного вопроса: опасность засоления почвогрунтов, опасность вторичного осолонцевания, токсичность отдельных ионов, натриево-адсорбционное отношение [107].

#### **§4.2.1. Необходимость учета экологически вредных элементов в воде при оценке ее качества для целей ирригации**

Все перечисленные эмпирические формулы оценки ирригационного качества поверхностных вод были предложены авторами в конце XX века и, в основном, опираясь на использование содержания ионов кальция ( $\text{Ca}^{+2}$ ), магния ( $\text{Mg}^{+2}$ ), натрия ( $\text{Na}^{+}$ ), сульфатного ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) и хлоридного ( $\text{Cl}^{-}$ ) ионов, они позволяют дать оценку опасности содообразования, натриевого и магниевого осолонцевания, хлоридного и общего засоления.

В настоящее время, по нашему мнению, необходимо также дополнить существующие критерии и нормативные оценки ирригационного качества по содержанию предельно допустимых концентраций (ПДК) химических элементов вредных не только для человека, но и для выращиваемых сельскохозяйственных растений.

Специалистами известно, что загрязняющие вещества могут передаваться человеку по водно-трофическим цепям: водоем – почва – растения – животные – человек. Основными загрязняющими веществами считаются сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, аммиак и аммоний, нефтепродукты, фенолы,

соединения железа, меди, цинка, свинца, кадмия, никеля, ртути [44].

При повышенном содержании меди (в воде и пищи) у людей наблюдаются изменения водно-солевого и белкового обмена, окислительно-восстановительных реакций крови. Нехватка цинка вызывает анемию, заболевания печени. Повышенное содержание фтора способствует появлению флюороза, полиневритов, гепатита. Марганец при избыточном содержании вызывает анемию, нарушение функционального состояния центральной нервной системы, кобальт – нарушение щитовидной железы, кадмий – онкологические заболевания, свинец – поражение почек, нервной системы, нитраты – рак желудка [44].

Одной из первых на эту проблему обратила внимание С.Я.Безднина (1987). В своем проекте оценки качества оросительной воды она приводит следующие ПДК перечисленных выше веществ (в мг/л): железо общее, Fe – 0,3; цинк, Zn–1,0; медь, Cu–1,0; фтор, F– 1,5; кобальт, Co – 0,10; марганец, Mn–0,2; хром, Cr<sup>+6</sup>– 0,05; никель, Ni– 0,1; свинец, Pb– 0,03; кадмий, Cd– 0,001; ртуть, Hg– 0,0005; нитраты (по NO<sub>3</sub>) – 45; нитриты (по NO<sub>2</sub>) – 3,8. В перспективе необходимо разработать, новый экологический норматив оценки ирригационного качества поверхностных вод для природных условий Центральной Азии, в котором бы учитывались содержание перечисленных загрязняющих веществ.

#### **§4.2.2. Общая оценка качества поверхностных вод среднего течения р.Сырдарья для целей ирригации**

Общая оценка ирригационного качества поверхностных вод среднего течения р.Сырдарья приведена в Приложении 17.

В Приложении 17 приведены данные по химическому составу речных вод Сырдарья, Чирчика и Ахангарана и коллекторно-дренажных вод магистральных коллекторов орошаемой зоны Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областей. При этом были рассчитаны величины пяти коэффициентов (K<sub>1</sub>; K<sub>2</sub>;K<sub>3</sub>;K<sub>4</sub> и K<sub>5</sub>) использованных формул О.А.Алекина, И.Н.Антипова-Каратаева,

А.М.Можайко и Т.К.Воротника, Е.Н.Гапона (SAR) и А.У.Усманова, в заключительной вертикали приведены характеристики химического состава выбранных анализов.

В Приложении 18 приведены результаты оценки пригодности рассматриваемых вод для орошения, а также их качества (хорошее, удовлетворительное, слабо удовлетворительное, плохое) по величинам критериев, приведенных в описании использованных эмпирических формул. Согласно проведенной интегральной оценки ирригационного качества рассматриваемых поверхностных вод было установлено, что речные воды Сырдарьи, Чирчика и Ахангарана, в основном, пригодны для орошения, это же относится к коллекторной воде Ташкентской области, ирригационное качество коллекторных вод Сырдарьинской области в основном удовлетворительное, а ирригационное качество коллекторных вод Джизакской области не пригодно и слабо удовлетворительное, их нужно разбавлять с речными водами.

#### **Выводы по четвертой главе:**

- основу методики оценки гидроэкологического состояния поверхностных вод рассматриваемой территории (Ташкентская, Сырдарьинская и Джизакская области) составило обобщение существующих подходов по оценке их загрязненности, применяемых в Агентстве гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) и НИИИВП. В обобщенную оценку гидроэкологического состояния поверхностных вод вошли следующие разделы: а) оценка гидроэкологического состояния по величине индекса загрязненности воды (ИЗВ), б) оценка гидроэкологического качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям, в) оценка гидроэкологического состояния по качеству питьевой воды, г) оценка гидроэкологического состояния по методике применяемой в НИИИВП;

- согласно проведенной обобщенной оценке гидроэкологического состояния поверхностных вод трех областей

были получены следующие результаты: 1) согласно оценке средних многолетних величин ИЗВ чистая вода наблюдается только в верховьях рек, ниже по течению рек вода становится умеренно загрязненной; 2) по данным гидробиологического обследования (оценка показателей БПИ, ИС, МБИ) чистые и умеренно загрязненные водотоки встречаются только в верховьях речных бассейнов, после входа главных рек в антропогенную зону качество речной воды становится удовлетворительным и неудовлетворительным; 3) питьевая вода систем централизованного водоснабжения городов Чирчик, Ангрен, Ахангаран и Алмалык в целом соответствует требованиям государственного стандарта O'zDST950:2011 «Вода питьевая», однако в некоторых пробах отмечается присутствие ионов металлов, превышающих предельно допустимую концентрацию (ПДК); 4) согласно методике НИИИВП (по количеству и классу опасности загрязняющих ингредиентов) гидроэкологическое состояние поверхностных вод во всех трех областях заметно нарушено. Итоговый результат оказался следующим: гидроэкологическое состояние поверхностных вод в Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областях оказалось удовлетворительным. Соответствующим организациям необходимо принять комплексные меры по его улучшению в рассматриваемой территории;

- методика оценки качества поверхностных вод в целях ирригации основана на использовании группы существующих эмпирических формул для подобной оценки и получении итогового обобщающего вывода о пригодности речной воды Сырдарьи, Чирчика и Ахангарана на разных створах при повышенных величинах минерализации, а также воды упомянутых выше магистральных коллекторов с наличием химического анализа. Кроме того, в начале данного раздела были описаны результаты полевых опытов различных специалистов по орошению коллекторной водой в различных районах Узбекистана и сделан обобщающий вывод о том, что максимальная величина

минерализации коллекторной воды при повторном использовании на орошение не должна превышать 3,0 г/л;

- из всего разнообразия имеющихся формул по оценке качества природных вод для целей ирригации были отобраны формулы, учитывающие следующие факторы: 1) пригодность воды по формуле О.А.Алекина (1970); 2) пригодность воды по формуле И.Н.Антипова-Каратаева и Г.М.Кадер (1961); 3) опасность осолонцевания почв по формуле А.М.Можейко и Т.К.Воротника (1970); 4) натриево-адсорбционное отношение (SAR) по формуле Е.Н.Гапона (1933); и 5) пригодность воды по отношению содержания хлоридного иона к сульфатному по А.У.Усманову (1978).

- по каждой выбранной формуле согласно существующим требованиям была определена пригодность воды в р.Сырдарья для семи створов, в р.Чирчик – для пяти створов, в р.Ахангаран – для пяти створов, а также для семи магистральных коллекторов Ташкентской области, для пяти магистральных коллекторов Сырдарьинской области и для шести магистральных коллекторов Джизакской области (Приложение 15);

- согласно приведенной интегральной оценке качества рассматриваемых поверхностных вод для целей ирригации было установлено, что речные воды Сырдарьи, Чирчика и Ахангарана, в основном, пригодны для орошения, это же относится к коллекторной воде Ташкентской области, ирригационное качество коллекторных вод Сырдарьинской области в основном удовлетворительное, а ирригационное качество коллекторных вод Джизакской области не пригодное для орошения и слабо удовлетворительное, их нужно разбавлять с речными водами.

## Закключение

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. По результатам анализа гидрологического и гидрохимического режимов, а также оценки гидроэкологического и ирригационного качества воды рек Сырдарья, Чирчик и Ахангаран, которые проведены по данным двенадцати пунктов наблюдения за период 1990-2020 годы получено, что средняя годовая и средняя многолетняя величина минерализации у створа Каль равна 700 мг/л (диапазон внутригодового колебания - от 590 мг/л до 900 мг/л); у створа ниже сброса канала Дуслик (в черте г.Бекабад) равна 1080 мг/л (диапазон внутригодового колебания - от 890 мг/л до 1270 мг/л); у пос.Надеждинский равна 1190 мг/л (диапазон внутригодового колебания - от 850 мг/л до 1440 мг/л); у г.Чиназ равна 860 мг/л (диапазон внутригодового колебания - от 510 мг/л до 960 мг/л). В результате исследования получено, что зависимость между гидрологическим и гидрохимическим режимами обратно пропорциональная.

2. По результатам анализа внутригодового гидрологического и гидрохимического режимов коллекторно-дренажных вод, который был проведён по 24 магистральным коллекторам выявлено, что:

- в коллекторах Ташкентской области Карасу-1, Карасу-2 наблюдается I-й тип (обратно пропорциональный); Уртукли, Кумли, Тутувчи-2, Геджиген, Шуралисай – IV-й тип сложный (когда внутри года наблюдается два разных типа); Каракамыш – III-й тип (не зависящий от гидрологического режима);

- в коллекторах Сырдарьинской области ММЗ и ЦК-6 наблюдается I-й тип, Шурузяк, Еттисай и ЦК-7 наблюдается II-й тип, ГПК и Баявут IV-й тип;

- в коллекторах Джизакской области ПК-6, Пограничный, ЦК-9-3, ЖБЗ наблюдается I-й тип, Ок-Булок, Жайилма наблюдается II-й тип, ЦК-9 и Клы наблюдается III-й тип гидрохимического режима.

3. По результатам анализа распределение объемов, величин минерализации и преобладающего химического состава внутри областей получено, что объёмы коллекторно-дренажных вод, которые могут быть повторно использованы для орошения в маловодные годы с соблюдением агротехнических условий: по Ташкентской области объём коллекторно-дренажных вод со средней минерализацией 1,29 г/л составляет 3,0 км<sup>3</sup>; по Сырдарьинской области объём коллекторно-дренажных вод со средней минерализацией 3,0 г/л составляет 1,60 км<sup>3</sup>; по Джизакской области объём коллекторно-дренажных вод со средней минерализацией 3,0 г/л составляет 0,31 км<sup>3</sup>.

Для визуализации результатов анализа и удобной интерпретации пространственного распределения коллекторно-дренажных вод внутри областей, с использованием современных ГИС-технологий построена серия электронных карт.

4. Результаты расчетов оценки качества коллекторно-дренажных и речных вод рассматриваемой территории по пяти эмпирическим формулам различных авторов, обозначенные коэффициентами  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$ , проведённых с целью выявления их пригодности, показали, что: речные воды Сырдарьи, Чирчика и Ахангарана, а также коллекторно-дренажные воды Ташкентской области, и отдельных рассмотренных коллекторов Сырдарьинской области пригодны для орошения; коллекторно-дренажные воды Джизакской области не пригодны для повторного использования, требуется разбавление речными водами в пропорции 1:2.

5. Проведенная оценка гидроэкологического состояния речных вод по обобщенной методике Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) и НИИИВП показала, что гидроэкологическое состояние речных вод (с учетом гидробиологических показателей): в Ташкентской области - удовлетворительное, только в нижнем течении рек ПДК превышает медь, фенолы, нефтепродукты, сульфаты; ИЗВ=1,1-2,2, т.е. вода является умеренно загрязненной, только в канале Салар ниже г.Янгиюль вода опасная и грязная,

ИЗВ=3,32-5,96; в Сырдарьинской и Джизакской областях – удовлетворительное, ПДК также превышают медь, фенолы, сульфаты, минерализация, ИЗВ=1,1-2,2; а коллекторов - опасное, ПДК превышает магний, минерализация, сульфаты, фенолы, медь, цинк, ИЗВ=2,0-4,0.

6. Основные практические рекомендации по улучшению гидроэкологического состояния заключается в следующем:

- необходимо уменьшить расходы воды в коллекторах, сбрасывающих свой сток в р.Сырдарья: а) в Ташкентской области – Уртукли, Карасу-1, Геджиген, Пограничный, Кумли; б) в Сырдарьинской области – Шурузьяк, ГПК; необходимо провести инвентаризацию всех очистных сооружений различных производств и промышленных предприятий, которые сбрасывают сточные воды напрямую в р.Сырдарья, или же через коллектора в городах Бекабад, Чирчик, Ташкент, Новомихайловка (через р.Чирчик), Янгиюль (через канал Салар), предприятий («Максам-Чирчик», завод УзКТЖМ), в р.Ахангаран (АГМК), Бекабад (металлургический завод); обеспечение долевого участия всех государств, расположенных в бассейне Сырдарья в финансировании и выполнении работ по ликвидации последствий загрязнения воды по всей длине реки; соблюдение пропуска по реке Сырдарья экологически обоснованных санитарных попусков в различные по водности годы и в различные гидроэкологические периоды; необходимо расширить работы по внедрению водосберегающих технологий (капельное, дождевание) и использовать часть коллекторно-дренажного стока для повторного орошения в маловодные годы; необходимо проводить комплексный анализ качества речных коллекторно-дренажных, подземных и питьевых вод по методикам, применяемым в Узгидромете и НИИИВП, при этом необходимо оценивать не только загрязнение по тяжелым металлам, но и по гидробиологическим показателям: перифитону и зообентосу, а также по сапробиотическим индексам БПИ, ИС, МБИ.

## Список использованной литературы

1. Абдиева М., Нишонов Б. Зарафшон дарёси минерализацияси ва унинг антропоген таъсирида ўзгариши // Экологик хабарномаси. 10-том. – 2019. С. 37 – 37.
2. Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченность низовьев реки Амударьи. Автореферат диссертации доктора географических наук (DSc). – Т.: НИГМИ, 2020. – 67 с.
3. Аденбаев Б.Е., Хикматов Ф.Х. Оценка современного состояния гидрологического режима и водообеспеченности низовьев реки Амударьи. – Т.: Info Capital Books, 2021.– 172 с.
4. Алёкин О.А. Основы гидрохимии.–Л.:Гидрометеиздат, 1970.–274 с.
5. Антипов – Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение, - Т.: - 1961. - №3. – С.60 – 65.
6. Артикова Ф.Я., Расулова З.К. Изменение стока реки Чирчик под влиянием антропогенных факторов // Сборник статей «Ўзбекистон географик жамияти IX съезди».– Т.:НУУ, 2014. – С.249 – 251.
7. Артикова Ф.Я., Сагдеев Н.З., Рахмонов К.Р. Краткий исторический обзор использования картографического материала и ГИС-технологий в гидрологических исследованиях // Сборник статей международной научно-практической конференции «Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения». – Т.:НИГМИ, 2021. – С.176– 180.
8. Ахмедова Т. Современная динамика изменения гидрохимического состава воды реки Чирчик // Экологический вестник Узбекистана. Ташкент 2018. - №7. – С.41-44.
9. Болдырев А.И. Классификация минерализованных вод по степени пригодности для орошения // Сборник статей “Орошаемые почвы и методы их изучения”. – Т.: ГУС.ХН., МСХ УзССР, 1976. – С.50 – 56.
10. Буданов М.Ф. Требования к качеству оросительных вод // Водное хозяйство. – К.: Урожай, 1965. – Выпуск 1. – С.38 – 56.
11. Видинеева Е.М., Исакова Г.И. О гидрохимическом режиме и русловом солевом балансе Центрального коллектора // САРНИГМИ.– М.: Гидрометеиздат, 1979. – Выпуск 60. – С.121 – 130.
12. Гапон Е.Н. К теории обменной адсорбции в почвах // Журнал «Общая химия».– 1933. - №3, вып.2. – С.33 – 42.
13. Глухова Т.П. Почвенные процессы при орошении минерализованными водами. – Т.: Фан, 1977. – 128 с.

14. Глухова Т.П., Стрельникова Г.А. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. – Т.: Фан, 1983. – 128 с.
15. Горев Л.Н., Пелешенко В.Н. Мелиоративная гидрохимия. – К.: «Выща школа», 1984. – 256 с.
16. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. Том 14. Выпуск 1. Бассейн р.Сырдарья. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 429 с.
17. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных, подземных вод, их использование и качество. Выпуск 16. ЦГС При кабинете Министров РУз. – Т.:Узгидромет,2017-2020 гг. – 22 с.
18. Государственный стандарт Узбекистана. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества. O'zDst.950:2011. – Т.: 2011. – 6 с.
19. Денисов Ю.М. Математическое моделирование водно-солевого режима орошаемых земель // Современные проблемы гидрологии орошаемых земель. – Гидрометеиздат.– 1981. – С.54 – 72.
20. Духовный В.А., Соколов В.И. Стратегия управления водными ресурсами Средней Азии // Водные ресурсы проблема Арала и окружающая среда. – Т.: Университет, - 2000. – С. 121 – 151.
21. Духовный В.А., Соколов В.И., Пинхасов М.А. и др. Рекомендации по безопасному использованию коллекторно-дренажных вод на орошение. – Т.:НИЦ МКВК, 2007. – 24 с.
22. Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 2010 – 2020 гг. – Т.:Узгидромет.
23. Еременко Г.В., Енгулатов И.А. Дренажный сток и методы его определения // Вопросы гидротехники, - Т.:Выпуск 29,1965. – С.12 – 19.
24. Зияев Р.Р. Смещение фаз водного режима рек бассейна Зеравшан в условиях изменения климата. Автореферат диссертации доктора философии (PhD) по географическим наукам. – Т.: НУУ, 2021 – 46 с.
25. Ибрагимов Г.А. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника. – Т.: Фан, 1973. – 130 с.
26. Икрамов У.Н. Временные рекомендации по технологии орошения хлопчатника дренажно-сбросными водами в условиях первой очереди освоения Каршинской степи. – Т.: «УзНИИНТИ», 1990. – 139 с.
27. Икрамов Р.К., Бараев Ф.А., Юсупов Г.У., Каримова Н.М. Мелиоративный мониторинг и кадастр орошаемых земель. – Т.:МВССО и МСВХ, 2008. – 181 с.

28. Ирригация Узбекистана. Том II. Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р.Сырдарья. – Т.: Фан, 1975. – 360 с.
29. Исабеков С.Р., Нишонов Б.Э., Разикова И.Р. Оценка загрязнения поверхностных вод и почв Ташкентской области стойкими хлорорганическими пестицидами // Сборник статей международной научно-практической конференции «Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения». – Т.: НИГМИ, 2021. – С.230–232.
30. Козыкеева А.Т., Саркаева З.Ф. Изменение минерализации воды реки Сырдарья в условиях антропогенной деятельности // Журнал «Мелиорация и водное хозяйство». – М.:ВНИИГИМ, 2016. – С.162–166.
31. Корнюхова О.В. Мониторинг и оценка качества поверхностных вод Республики Казахстан // Сборник статей международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2020. – С.155–159.
32. Кудратов Т.У. Особенности формирования и рационального использования возвратных вод в условиях лимитированного вододеления (на примере Бухарского оазиса). Автореферат диссертации на соиск.уч.ст.кандидата технических наук, - Т.: Узгидромет, 2004. – 20 с.
33. Курбанов Б.Т., Лесник Ю.Н. Гидроэкологическое районирование по качеству речных вод территории Республики Узбекистан // Материалы международной научно-практической конференции. – Т.:Гидроингео, 2003. – С.116–120.
34. Левченко Г.П. Возвратные воды в условиях орошаемого земледелия // Сборник статей «Современные проблемы гидрологии орошаемых земель». Часть 1. – М.:МГУ, 1981. – С.106–115.
35. Легостаев В.М. Использование вод повышенной минерализации на орошение. – Т.:АН УзССР, 1961.– 100 с.
36. Лесник Т.Ю. Гидрохимические особенности речных и коллекторно-дренажных вод бассейна р.Сырдарья (в пределах Республики Узбекистан). Автореферат диссертации на соиск.уч.ст.кандидата географических наук., - Т.:Узгидромет, 2004. – 22с.
37. Маматов С.А. Уменьшение воздействия ирригационно-сбросных вод с предгорных орошаемых земель на водные объекты. Материалы конференции 20-21 декабря, 2004. – 55 с.
38. Можейко А.П., Воротник Т.К. Гипсование каштановых солонцеватых почв УзССР, орошаемых минерализованными водами, как метод борьбы с осолонцеванием этих почв // Тр.Укр.НИИП.–1958. – т.3. – С.51 – 60.

39. Морозов А.Н., Широкова Ю.И. Об учете дренированности и минерализации оросительной воды при орошении хлопчатника. Сборник конференции «Проблемы к пути формирования экономических взаимоотношений водного и сельского хозяйства в условиях развития рыночных реформ». – Т.: САНИИРИ, 2004. – С.92 – 95.

40. Мурадов Ш.О. Мониторинг и комплекс технических решений по улучшению эколого-мелиоративных условий юга Узбекистана // Экологический вестник. – 2007. - №2. – С.15 – 17.

41. Мурадов Ш.О. Научное обоснование водоустойчивости аридных территорий юга Узбекистана. – Т.: Фан, 2012. – 374 с.

42. Мурадов Ш.О., Дубенок С.А., Тураев У.М. Совершенствование комплексного управления водными ресурсами с использованием уточненных методических подходов к составлению водохозяйственных балансов / Сборник статей международной научно-практической конференции «Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения».– Ташкент: НИГМИ, 2021.– С.98 – 100.

43. Мухамеджанов Ш.Ш. Районирование орошаемых земель по условиям формирования и питания коллекторно-дренажных вод / Материалы международной научно-практической конференции «Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря».– Алматы, 2003. – С.476 – 480.

44. Мягков С.В., Тилляходжаева З.Д. Изменение климата и здоровье населения: влияние воды и погоды. – Т.: «Инновация ривожланиш нащриёт-матбаа уйи», 2020. – 84 с.

45. Мягков С.В., Соколов В.И. Особенности формирования дренажно-сбросных вод и методика прогнозирования их в бассейне р.Сырдарья // Сборник статей «Регулирование водно-солевого режима на орошаемых землях». – Ташкент: САНИИРИ, 1986. – С.114 – 123.

46. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республики Узбекистан (2008-2011 гг.).–Т.: «CHINORENK», 2013. – 254 с.

47. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 229 с.

48. Нигматов А.Н. Экология. – Т.: изд. Дом им. Чулпана, 2006. – 126 с.

49. Николаенко В.А. Разработка нормативов качества воды для оценки экологической устойчивости водных объектов Узбекистана //

Сборник научных трудов к 80-летию САНИИРИ, Ташкент, 2006. – С.349 – 355.

50. Панков М.А. Мелиоративное почвоведение. – Т.: Укитувчи, 1974. – 350 с.

51. Рамазанов А., Ражабов А. Перспективы использования минерализованных вод для орошения в Узбекистане. Обзор Уз НИИНТИ Госплана УзССР. – Ташкент, 1980. – 27 с.

52. Рамазанов А., Широкова Ю. Промывки почв минерализованными водами. – Т.: САНИИРИ, 1985. – 17 с.

53. Рахимбаев Ф.М., Ибрагимов Г.А. Использование дренажных и грунтовых вод для орошения. – М.: Колос, 1978. – 189 с.

54. Рахимов Ш.Х., Хамраев Ш.Р. Проблемы управления водными ресурсами в бассейне Аральского моря // Сборник научных трудов САНИИРИ. – Ташкент, 2006. – С.36 – 40.

55. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Характеристика коллекторно-дренажных вод Джизакской области Узбекистана // «Экономика и социум». – 2022. – Выпуск №4(95). – С. 409-414 .

56. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том IV. Выпуск 3. Бассейн реки Сырдарья. – Л.:Гидрометеиздат, 1978. – 197 с.

57. Рождественский А.В., Чеботарёв А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.:Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.

58. Рубинова Ф.Э. Гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря и его трансформация под влиянием хозяйственной деятельности // ГФНТИ РУз №2159-4594 от 20.07.94. – 310 с.

59. Рубинова Ф.Э. Изменение стока р.Сырдарья под влиянием водохозяйственного строительства в бассейне. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – 139 с.

60. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – Т.: НИГМИ, 2005. – 185 с.

61. Рубинова Ф.Э., Куропаткин Л.М. Изменение общей минерализации воды р.Сырдарья в связи с развитием орошения в бассейне // САНИГМИ. – 1977. – Вып.52(133).– С.3–17.

62. Рузиев И. Оценка качества и технологии гидрботанической очистки коллекторно-дренажных вод. Автореферат диссертации на соис.уч.степени к.т.н., - Ташкент, 1990. – 24с.

63. Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель. – Минводхоз СССР, САНИИРИ. – Ташкент, 1982. – 76 с.

64. Сабитова Н.И. Научные основы морфогидрогеометрического метода при решении географо-гидрогеологических задач (на примере Узбекистана и прилегающих территорий). Автореферат диссертации д.г.н., - Ташкент, 2002. – 48с.

65. Саидмахмудова Л.А., Нишонов Б.Э. Оценка качества воды Туябугузского водохранилища по гидрологическим показателям // Сборник статей международной научно-практической конференции «Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения». – Ташкент: НИГМИ, 2021. – С.241-244.

66. Саидова С.Р., Сафаров Э.Ю., Якубова Н.Р. Гидроэкологическая карта Узбекистана. – Ташкент: НУУз, 2007. – С.28–29

67. Светицкий В.П. Вопросы методики исследований возвратных вод // Изв. – Ташкент: АН Уз ССР, 1967. - №3. – С.17–21.

68. Сергеев А.И. Математическое моделирование влияния орошаемого земледелия на гидрологический и гидрохимический режим. – Ташкент: САНИГМИ, 1998. – 200 с.

69. Степанов И.Н., Сабитова Н.И., Рафиков А.А., Абдуназаров У.К. Геоэкологическая карта // Экологический атлас Узбекистана, - Ташкент: НУУз, 2007. – С.32–33.

70. Усманов И.А., Мусаева А.К., Ходжаева Г.А. Проблема сельского водоснабжения из подземных водоисточников в среднем течении реки Сырдарья // «Вестник мелиоративной науки». – Коломна, 2017. - №2. – С.61–66.

71. Усманов И.А., Ходжаева Г.А., Мусаева А.К. К вопросу выбора показателей определяющих уровни загрязнения почв в бассейне реки Сырдарья // «Вестник мелиоративной науки». – Коломна, 2017. - №3. – С.45–47.

72. Усманов А.У. К вопросу методологии оценки качества дренажных вод в целях использования их на орошение // Сборник научных трудов. – Т.: САНИИРИ, 1978. – Выпуск 156. – С.55 – 63.

73. Фадеев В.В., Тарасов М.Н. Влияние водности года на взаимосвязь между минерализацией и расходами воды рек // Гидрохимические материалы. – 1975. – Т.64. – С.61 – 67.

74. Федорко В.Н. Водный фактор во взаимоотношениях Узбекистана с сопредельными странами Центральной Азии: современные реалии, тенденции, перспективы / Сборник статей международной научно-практической конференции «Вопросы социально-экономического и инновационного развития территорий, рационального природопользования и

туризма в современных географических исследованиях». – Нукус: Кар.ГУ, 2021. – С.152 – 157.

75. Хамдамова Г.М. Распределение стока р.Сырдарья за различные периоды / Сборник статей международной научно-практической конференции «Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения». – Ташкент: НИГМИ, 2021.– С.145– 147.

76. Хамраев Ш.Р., Долидудко А.И. Гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод Сырдарьинской области // Сборник статей международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы, открытия и достижения». – Пенза, 2021. – С.122 – 125.

77. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 246 с.

78. Хикматов Ф.Х., Хайитов Ё.Қ. О возвратных коллекторно-дренажных водах Зарафшанского оазиса и их динамика // Известия Географического общества Узбекистана. Том 43. – Ташкент, 2014.– С.168 – 74.

79. Хикматов Ф. Водная эрозия и сток взвешенных наносов рек Средней Азии, и совершенствование методики их расчета и прогноза. Автореферат диссертации на соиск.уч.степени д.г.н. – Ташкент, 2002. – 50с.

80. Хикматов Ф.Х., Хайитов Ё.Қ., Юнусов Г.Х. и др. О корреляции возвратных вод с орошаемых массивов с объемом водозабора и площадью посевов // Вестник НУУ. – Ташкент, 2017. - №3/2. – С.370 – 373.

81. Хикматов Ф.Х., Хайитов Е.К., Юнусов Г.Х. и др. Разработка методики расчета и прогноза возвратных вод и коллекторно-дренажных вод с орошаемых территорий // Вестник НУУ. – Ташкент 2017. - №3/2. – С.374 – 378.

82. Хожамуратова Р.Т. Гидрологическая роль коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в условиях дефицита водных ресурсов. Автореферат на соиск.уч.ст.кандидата географических наук. – Ташкент: НИГМИ, 2009. – 24 с.

83. Чембарисов Э.И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере бассейна Аральского моря). – Ташкент: «Фан», 1988. – 104 с.

84. Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. – Ташкент: «Укитувчи», 1989. – 232 с.

85. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Рахимова М.Н. Ўзбекистон дарё хавзаларининг тупрокдаги ва сувдаги тузлар миграцияси хусусиятлари // Экологик хабарномаси. – 2013. - №7. – Б.46-49.

86. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н., Шодиев С.Р. Экологические индикаторы для оценки состояния водных объектов Узбекистана / В материалы VI Всероссийской научно-практической конференции посвященному Международному Дню воды. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2021. – С.74 – 78.

87. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Изменение содержания главных ионов в зависимости от величины минерализации в воде рек среднего течения р.Сырдарья / Международная научно-практическая конференция: «Наука, образование, технологии: новые подходы и актуальные исследования». – Москва, 2021. – С.270 – 274.

88. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Шодиев С.Р. Некоторые аспекты формирования гидроэкологического состояния поверхностных вод Узбекистана / Материалы научной конференции 70 летия Института геологии и геофизики 4-6 сентября 2007 г. – Ташкент: ИГ и Г АНРУз, 2007.– том2. – С.258 – 261.

89. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Водный кадастр. Учебное пособие. – Ташкент: ТИИИМСХ, 2018. – 174 с.

90. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Особенности гидрологического и гидрохимического мониторинга поверхностных вод среднего течения р.Сырдарья. – Ташкент: «Навруз», 2019. – 91 с.

91. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н., Долидудко А.И. Гидрологические и гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод среднего течения бассейна р.Сырдарья / Международная научно-практическая конференция “Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения”. – Ташкент: НИГМИ, 2021.– С.147 – 150.

92. Чембарисов Э.И., Долидудко А.И., Махмудова Д.И., Рахимова М.Н. Айдар-Арнасой кўллар тизимига каттароқ эътибор // Хоразм Маъмун Академияси ахборотномаси. – 2020. - № 2020-12. – Б.285-288.

93. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Динамика изменений водности трансграничной реки Сырдарьи в пределах Узбекистана // Экологический вестник Узбекистана. – 2020. - №3. – С.20-23.

94. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Загрязненность поверхностных вод среднего течения реки Сырдарья / В материалы Международной научно-практической конференции «Вопросы науки XXI века: актуальные исследования и потенциал науки». – М.: ЦПНПС, 2022. – С.218 – 222.

95. Чембарисов Э.И., Шодиев С.Р., Шамсиев Ф.К. Роль коллекторно-дренажных вод орошаемой территории в системе водопользования

Узбекистана // Материал VII съезда Географического общества Узбекистана. – Ташкент: НУУ, 2006. – С.238 – 239.

96. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: Voris - nashriyot, 2007. – 132 с.

97. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.

98. Чуб В.Е., Рубинова Ф.Э. Гидрохимический режим рек. Атлас «Оценка состояния окружающей среды Узбекистана по экологическим индикаторам». – Ташкент: INDP, 2008. – 60 с.

99. Шайн А.С. Интегральные оценки и их использование при долгосрочном прогнозировании качества воды // Комплексные оценки качества поверхностных вод. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – С.24 – 33.

100. Шодиев С.Р. Влияние коллекторно-дренажных вод на окружающую среду // «Жанубий Ўзбекистонда география мактабининг шаклланиши ва ривожланиши» Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Термиз, 2006. – 71 б.

101. Шодиев С.Р. Гидрологические и гидрохимические особенности поверхностных вод юга Узбекистана (бассейны Кашкадарьи, Сурхандарьи, Зеравшана). Автореферат диссертации доктора географических наук (DSc). – Ташкент, 2022. – 64 с.

102. Щульц В.Л. Реки Средней Азии. Часть 1,2. – Л.: ГМИЗ, 1965. – 691 с.

103. Экологический атлас Узбекистана. – Ташкент: НУУз, 2007. – 47с.

104. Юнусов Г.Х. О методах количественной оценки составляющих водного баланса орошаемых территорий // Известие географического общества Узбекистана. – Ташкент, 2011. – 38 том.- С.148 – 151.

105. Юнусов Г.Х. Усовершенствование уровня водного баланса орошаемых земель и методы количественной оценки его составляющих (на примере Кашкадарьинского оазиса). Автореферат диссертации доктора географических наук (DSc). – Ташкент: НИГМИ, 2021. – 67 с.

106. Якубов М.А. Особенности мелиоративно-гидрогеологических процессов в бассейнах рек Сырдарья и Амударья и регулирования качества их вод. Автореферат диссертации на соиск.уч.ст. д.т.н. – Ташкент: 1997. – 49 с.

107. Якубов М.А., Якубов Х.Э., Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. – Ташкент: ИПТД «Узбекистан», 2011. – 189 с.

108. Якубова Х.М. Минерализация и химический состав коллекторно-дренажных вод и оценка их пригодности для орошения // Сборник статей международной конференции «Влияние природных глобальных изменений и техногенных условий на гидрогеологические, инженерно-геологические и геоэкологические процессы: анализ результатов и прогнозирование развития». – Ташкент: Гидроингео, 2018.– С.112 – 116.

109. Якубова Х.М., Усманов И.А. Оценка возможности повторного использования воды коллекторов для покрытия дефицита речных вод в среднем течении бассейна р.Сырдарья // Журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – 2016. - №1(61). – С.196 – 201.

110. Adenbayev B.Ye., Hakimova Z.F., Mirholiqova M.M. Hidrokimyo. – Tashkent: Info Capital Books, 2022. – 125 b.

111. 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.

112. Daniel Hellel. Salinity management for sustainable irrigation // Integrating science, Environment and economics, The World Bank Washington, 2001. – 62 p.

113. Development of a water quality index // Cattish Development Department. Report ARD, 2003.- №3. – 62 p.

114. Dolidudko A.I., Rakhimova M.N. Method of increasing the reliability of the open horizontal drainage system for the purpose of managing the melioration regime of the Syrdarya region // International journal of advanced research in science engineering and technology. India: IJARSET, 2021.– P.18109 – 18114.

115. Environmental Atlas of Uzbekistan. UNDP.– Tashkent, 2008. – 63 p.

116. Hiler E.A., Howel T.A., Lews R.B., Boos R.B. Irrigation timing by the stress day index method // “Trans. ASAE”, 1974. – Vol.17.№3. – P.393 – 398.

117. Hylkama T.E. Effect of soil salinity on the loss of water from vegetated and fallow soil // In: Water in Unsaturated Eone.Proc. Wageningen Sympos. – Paris, 1969. – Vol.2. – P.42 – 49.

118. Khikmatov F.Kh., Yunusov G.X, Adenbaev B.E., Ziyaev R.R., Erlapasov N.B. Model for quantitative assessment of returning collector-drainage water from irrigated areas of arid zones // PalArch’s Journal of Archaeology of Egypt. Egyptology. – Egypt 2020 (IF=1,0), – P.32 – 37.

119. Mark D.M. and Goodchild M.F. Topologic model for drainage networks with Lakes // Water resources Res. – 18 (2), 1982. – P.275 – 280.

120. Mertin W. Wasser verbräuche in es Bewässerungsgebiete der West-Turkei in den Jahren 1967 bis 1969. E.Wasser u Boden, 1971, Bd 23.- №9. – P.260–265.
121. Mutreja K.N. Applied hydrology. – New Delhi.: Tata McGraw – hill publishing company limited, 1986. – 959 p.
122. Nouk I.E. Irrigation Engineering. Vol. I. – New York.: London, 1951. – 545 p.
123. Singh V.P. On application of the Wibull distribution in hydrology // Water Resources Management. 1987. – Vol.1 - №1. – P.33–43.
124. UNESCO. World Water Balance and Water Resource of the World, UNESCO. – Paris.:Press, 1978. – 663 p.
125. Vilcox L.V. Determination of the quality of irrigation water // Agric. Inform. Publ. – W.:USDA, 1958. – №197. – P. 233–241.
126. Yakubov M. Assessing irrigation performance from the formers perspective: qualitative study // Irrigation and drainage. – 2012. - Vol.3. – P. 61 – 65.
127. <http://www.meteo.uz/rus>
128. <http://www.gismeteo.ru>
129. [http://www.ziyo\\_net.uz](http://www.ziyo_net.uz)
130. Spacedigest.com.ru/index.php/Uzbekistan

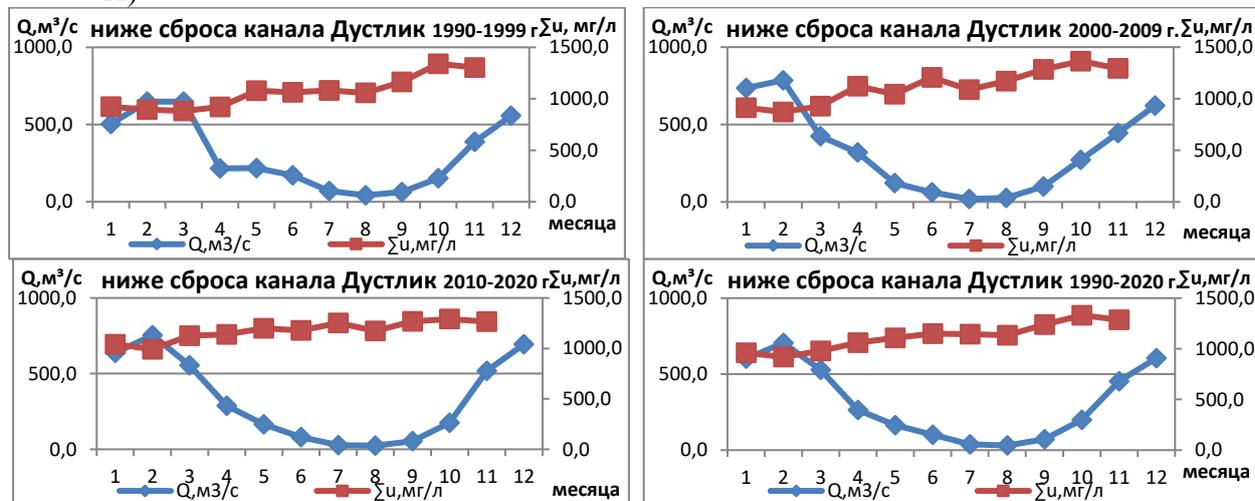
Многолетние изменения гидрохимических характеристик речных вод бассейна р. Сырдарья в пределах Узбекистана по отдельным периодам

Река	Створ	Годы		1940-1950 гг.		1951-1960 гг.		1961-1970 гг.		1971-1980 гг.		1981-1990 гг.		1991-2000 гг.		2001-2010 гг.		2011-2020 гг.	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Нарын	Учкурган	0,28	СГ-МК	0,29	СГ-МК	0,29	СГ-МК	0,30	СГ-МК	0,30	СГ-МК	0,30	СГ-МК	0,34	СГ-МК	0,42	СГ-МК	0,44	СГ-МК
Карадарья	Кампыррават	0,30	СГ-МК	0,31	СГ-МК	0,32	СГ-МК	0,35	СГ-МК	0,40	СГ-МК	0,40	СГ-МК	0,45	СГ-МК	0,50	СГ-МК	0,52	СГ-МК
Карадарья	Учтепе	0,48	СГ-МК	0,49	СГ-МК	0,50	СГ-МК	0,52	СГ-МК	0,53	СГ-МК	0,53	СГ-МК	0,60	СГ-МК	0,64	СГ-МК	0,66	СГ-МК
Чирчик	Ходжикент	0,17	Г-НК	0,18	Г-НК	0,18	Г-НК	0,19	Г-НК	0,20	Г-НК	0,20	Г-НК	0,21	Г-НК	0,23	Г-НК	0,26	Г-НК
	Чиназ	0,34	СГ-МК	0,40	СГ-МК	0,44	СГ-НК	0,65	СГ-НК	0,72	СГ-НК	0,72	СГ-НК	0,71	СГ-НК	0,72	СГ-НК	0,77	СГ-НК
Ахангаран	Турк (устье р. Ирташ)	0,12	СГ-МК	0,12	СГ-МК	0,13	СГ-МК	0,13	СГ-МК	0,13	СГ-НК	0,14	СГ-НК	0,16	СГ-НК	0,20	СГ-НК	0,22	СГ-НК
Ахангаран	Солдатское	0,32	СГ-МК	0,33	СГ-МК	0,44	СГ-МК	0,44	СГ-МК	0,68	СГ-МК	0,70	СГ-МК	0,75	СГ-МК	0,88	СГ-МК	0,91	СГ-МК
Сырдарья	г. Наманган (к. Каль)	0,40	СГ-МК	0,45	СГ-НК	0,62	СГ-НК	0,64	СГ-НК	0,64	СГ-НК	0,65	СГ-НК	0,68	СГ-НК	0,70	СГ-НК	0,72	СГ-НК
Сырдарья	г. Бекабад (к. Кызылкишлак)	0,42	СГ-МК	0,59	СГ-НК	1,03	СГ-НК	1,20	СГ-НК	1,22	СГ-НК	1,22	СГ-НК	1,24	СГ-НК	1,27	СГ-НК	1,29	СГ-НК

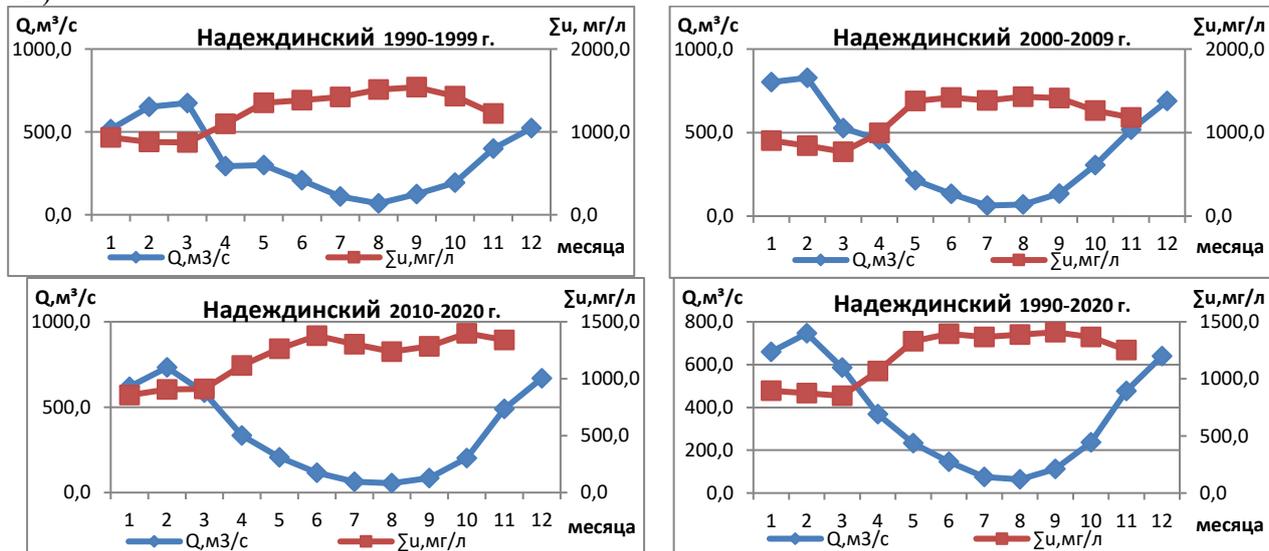
**Примечание:** 1-минерализация воды, г/л; 2- химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления: Х-хлоридный (СГ); С-сульфатный (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>); Г-гидрокарбонатный (НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>); Н-натрий (Na<sup>+</sup>); К-кальций (Ca<sup>2+</sup>); М-магний (Mg<sup>2+</sup>)

Внутригодовые изменения средних месячных величин расходов воды ( $Q_{ср.мес.}, M^3/c$ ) и минерализации ( $\Sigma u_{ср.мес.}, мг/л$ ) р.Сырдарья: 1990-1999 г., 2000-2009 г., 2010-2020 г., 1990-2020 г. на створах: А) ниже сброса канала Дуслик, Б) Надеждинский, В) Чиназ

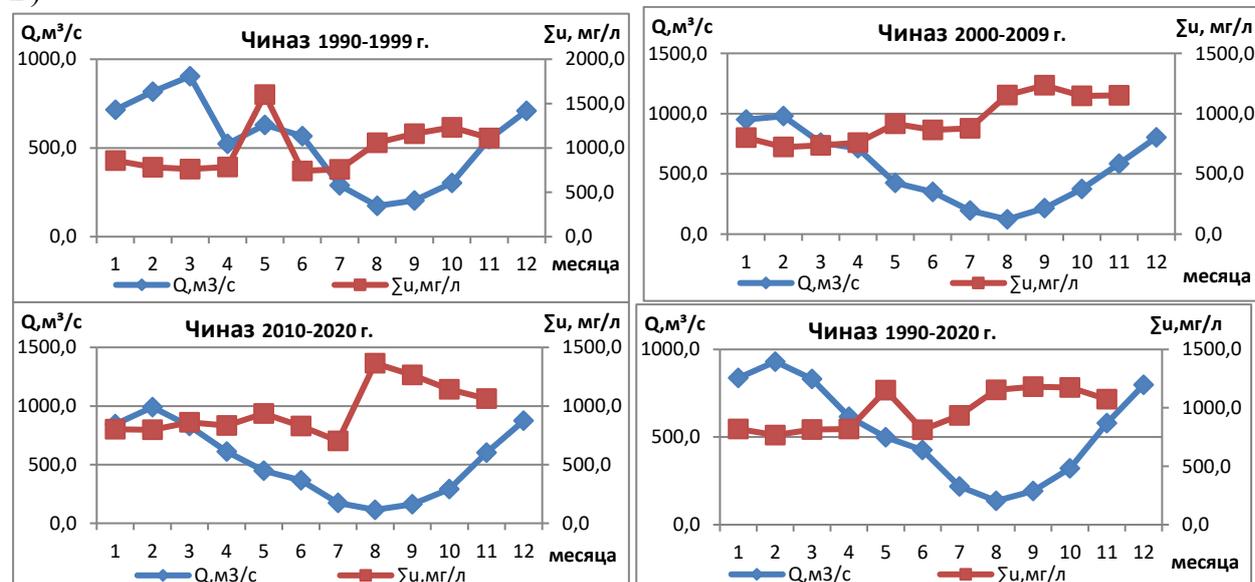
А)



Б)



В)

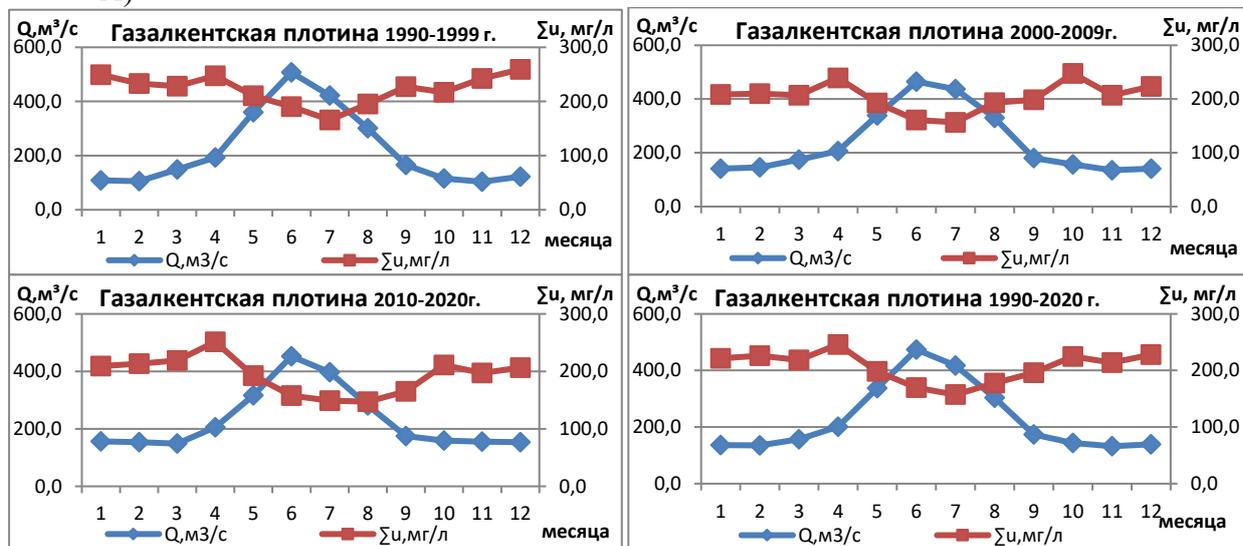


Характеристика степени загрязненности поверхностных вод среднего течения р. Сырдарья (данные Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет))

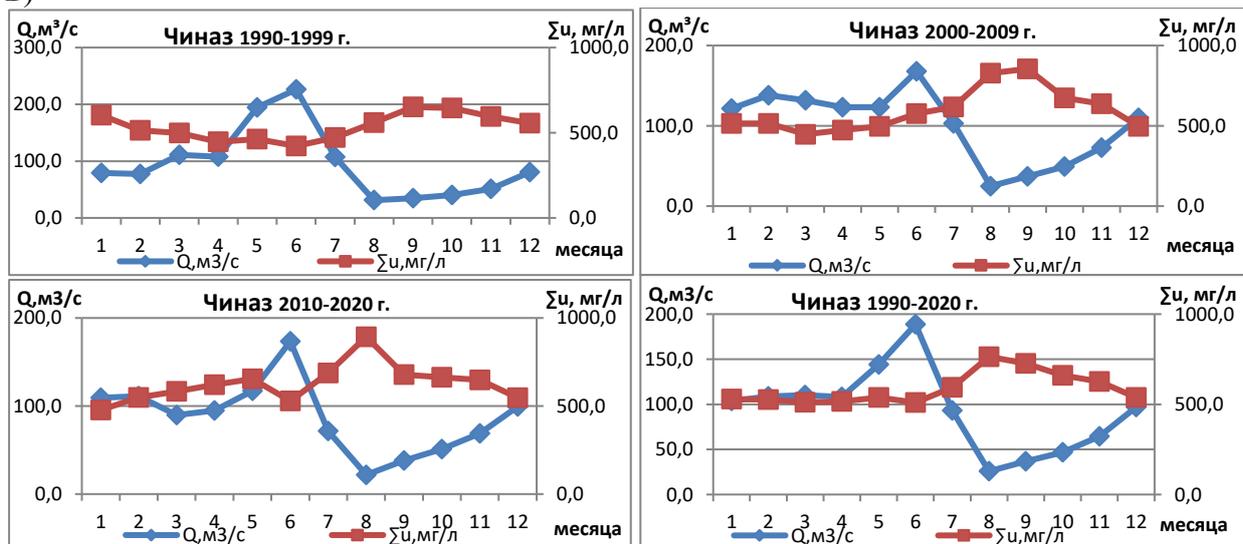
№	Наименование загрязненных веществ	Среднегодовое превышение ПДК	№	Наименование загрязненных веществ	Среднегодовое превышение ПДК
1	р. Сырдарья – кишл. Каль медь сульфаты фенолы хром	2,9 3,1 7,3 2,2	8	р. Геджиген – устье минерализация сульфаты фенолы медь	1,3 7,3 3,3 2,9
2	р. Сырдарья – г. Бекабад (выше города) фенолы сульфаты медь минерализация	1,6 6,3 1,9 1,2	9	канал Дуслик – г. Гулистан магний сульфаты минерализация нефтепродукты медь, цинк	1,8 5,9 1,1 1,6 1,9; 1,2
3	р. Сырдарья – г. Бекабад (ниже города) медь БПК <sub>5</sub> минерализация сульфаты фенолы	1,8 1,9 1,3 6,3 2,4	10	коллектор Шурузяк магний минерализация сульфаты фенолы медь нефтепродукты, цинк	3,6 1,9 10,8 3,8 2,3 1,9; 1,4
4	р. Сырдарья – ниже устья колл. ГПК-С медь фенолы сульфаты азот нитритный нефтепродукты	4,3 3,7 4,1 1,4 1,4	11	коллектор ГПК-С – устье магний минерализация сульфаты фенолы медь нефтепродукты, цинк	2,9 2,1 10,9 6,0 2,4 1,0; 1,1
5	р. Сырдарья – Надежденский фенолы БПК <sub>5</sub> минерализация сульфаты медь	2,0 1,9 1,3 6,6 1,5	12	р. Сырдарья – Геджиген магний минерализация сульфаты фенолы	2,5 1,4 7,7 1,3
6	западный Арнасай кальций магний минерализация сульфаты фенолы ХПК хлориды медь, цинк	3,2 14,4 10,5 55,0 3,5 1,6 5,5 2,5; 1,4	13	озеро Арнасай – пос. Баймурад хром сульфаты кальций магний минерализация медь фенолы цинк	1,1 96,8 3,6 26,5 19,2 2,2 4,4 1,2
7	Деривационный канал Фархадской ГЭС – пос. Ленинградский медь БПК <sub>5</sub> минерализация сульфаты фенолы	2,4 2,1 1,2 6,2 1,6			

Внутригодовые изменения средних месячных величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес.}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $\Sigma u_{\text{ср.мес.}}$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ) реки Чирчик по периодам: 1990-1999 гг., 2000-2009 гг., 2010-2020 гг., 1990-2020 гг. на створах: А) Газалкентская плотина, Б) Чиназ

А)



Б)



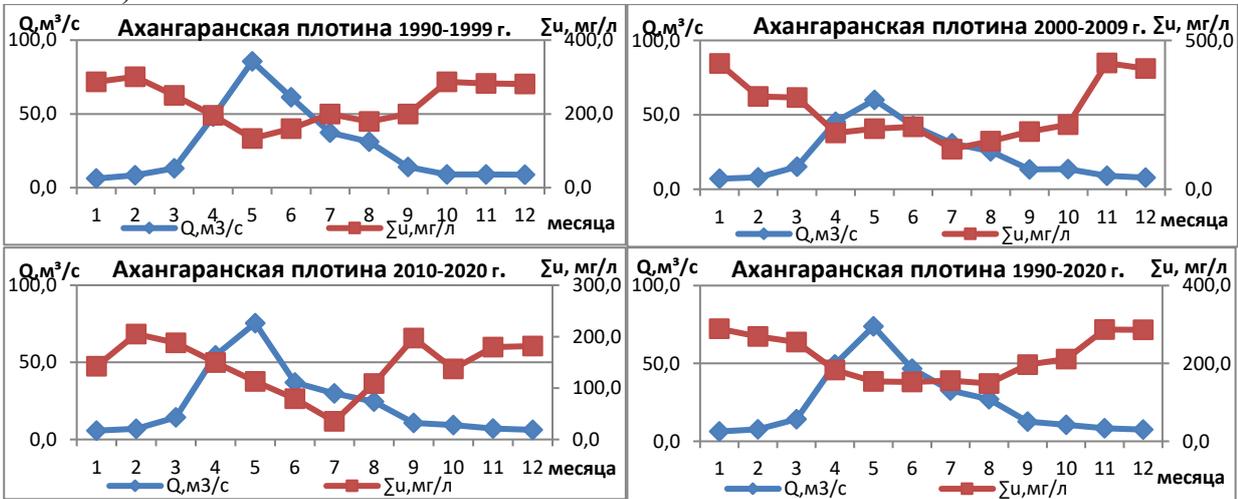
Характеристика степени загрязненности поверхностных вод бассейна р. Чирчик  
(данные Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан  
(Узгидромет))

№	Наименование загрязненных веществ	Среднегодовое превышение ПДК	№	Наименование загрязненных веществ	Среднегодовое превышение ПДК
1	р. Чирчик – выше г. Газалкент медь	2,2	12	р. Угам – с. Ходжикент медь нефтепродукты	2,4 1,0
2	р. Чирчик – ниже г. Газалкент медь фенолы	2,5 1,0	13	р. Акташсай – курорт Акташ медь	1,6
3	р. Чирчик – г. Чирчик (выше трансформаторного завода) медь нефтепродукты	4,4 2,8	14	канал Салар – г. Янгиюль (выше города) медь фенолы сульфаты нефтепродукты	3,4 3,8 3,7 1,6
4	р. Чирчик – г. Чирчик (ниже ПО «Электрохимпром») медь азот аммонийный фенолы нефтепродукты	3,0 2,1 1,0 2,2	15	канал Салар – г. Ташкент (выше города) медь азот нитритный фенолы нефтепродукты	3,7 3,3 1,0 1,9
5	р. Чирчик – г. Чирчик (ниже сбросов УзКТЖМ) медь азот нитритный фенолы азот аммонийный нефтепродукты	3,3 5,1 1,1 1,4 1,8	16	канал Салар – г. Янгиюль (ниже города) медь азот нитритный сульфаты фенолы азот аммонийный нефтепродукты	4,5 4,5 1,3 5,8 3,7 2,6
6	р. Чирчик – г. Ташкент (выше города) медь азот нитритный нефтепродукты азот аммонийный фенолы	3,2 5,5 1,2 1,5 2,0	17	канал Салар – г. Ташкент (ниже города) медь азот аммонийный азот нитритный фенолы нефтепродукты сульфаты	3,7 3,5 4,1 5,7 3,2 1,3
7	р. Чирчик – г. Ташкент (ниже города) медь фенолы нефтепродукты сульфаты	3,4 4,3 1,8 3,5	18	канал Карасу (правобережный) – г. Ташкент (ниже города) медь азот нитритный нефтепродукты фенолы	5,0 1,3 2,2 1,6
8	р. Чирчик – пос. Новомихайловка медь фенолы азот нитритный сульфаты	3,5 3,8 1,4 3,5	19	канал Бозсу - г. Ташкент (выше города) медь нефтепродукты фенолы	2,9 2,5 1,1

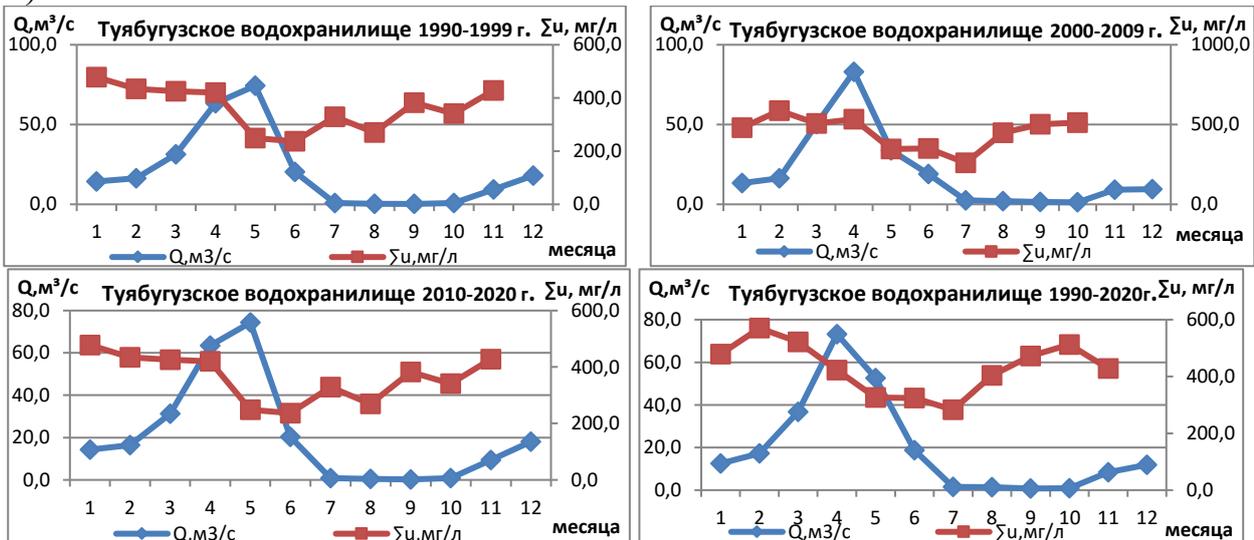
<b>9</b>	р. Чирчик – г. Чиназ медь азот нитритный сульфаты фенолы	3,5 1,7 3,8 3,5	<b>20</b>	канал Бозсу г. Ташкент (ниже города) фенолы медь нефтепродукты сульфаты	2,1 3,9 1,9 1,4
<b>10</b>	р. Чимгансай – курорт Чимган медь	2,5	<b>21</b>	канал Бозсу – устье сульфаты азот аммонийный азот нитритный медь фенолы магний	3,9 2,2 3,8 3,9 1,8 1,3
<b>11</b>	р. Пскем – село Муллала медь	1,5	<b>22</b>	канал Карасу (правобережный) –г. Ташкент (выше города) медь нефтепродукты	3,1 1,4

Внутригодовые изменения средних месячных величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $\Sigma u_{\text{ср.мес}}$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ) реки Ахангаран по периодам: 1990-1999 гг., 2000-2009 гг., 2010-2020 гг. на створах: А) Ахангаранская плотина, Б) Туябугузское водохранилище, В) п.г.т. Дустобод

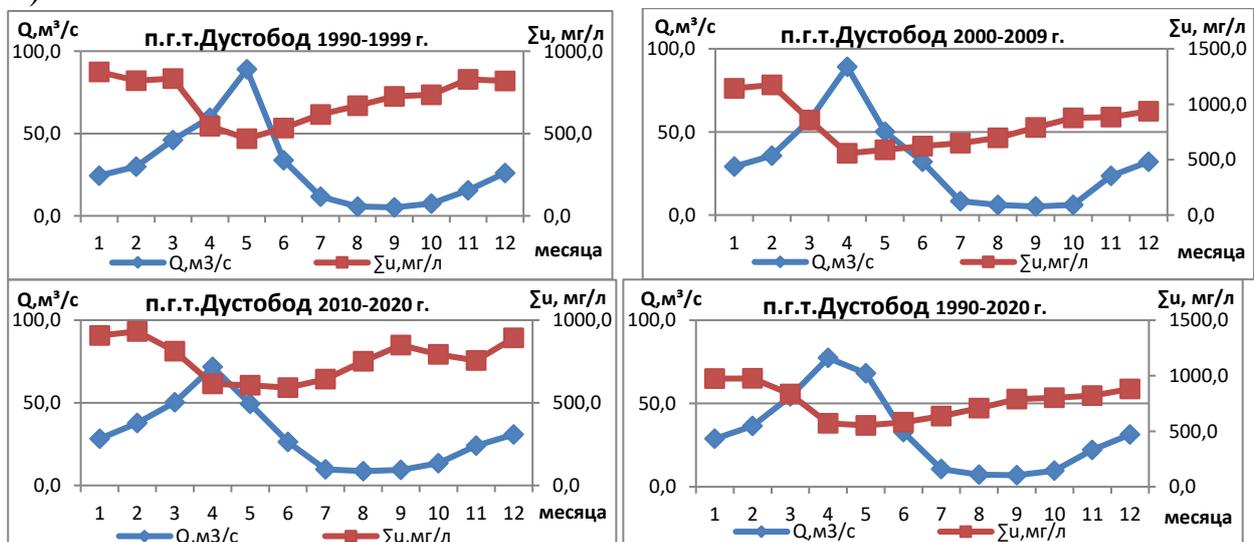
А)



Б)



В)



Характеристика степени загрязненности поверхностных вод бассейна р. Ахангаран в 2020 г. (данные Узгидромета)

№	Наименование загрязненных веществ	Среднегодовое превышение ПДК	№	Наименование загрязненных веществ	Среднегодовое превышение ПДК
1	р. Ахангаран (Ангрен) – устье р. Иерташ медь	2,7	7	р. Кызылча – кишл. Иерташ медь	2,0
2	р. Ахангаран (Ангрен) – ниже Ахангаранской плотины медь	2,8	8	р. Дукантсай – пос. Дукант медь	2,7
3	р. Ахангаран (Ангрен) – ниже дюкера Ташкентского канала медь	2,8	9	р. Абдязсай – кишл. Абдяз медь сульфаты	4,6 3,3
4	р. Ахангаран – нижний бьеф Туябугузского водохранилища сульфаты медь	1,7 3,4	10	Правобережный канал Туябугузского водохранилища пос. Туябугуз сульфаты медь	2,0 2,8
5	р. Ахангаран – пгт. Солдатское (выше поселка) медь сульфаты	3,8 3,1	11	кан. Карасу (левобережный) – устье медь фенолы сульфаты хром (Cr <sup>+6</sup> )	3,8 2,5 4,4 2,8
6	р. Ахангаран – пгт. Солдатское (выше устья) медь нефтепродукты сульфаты фенолы	3,9 1,0 2,8 2,0			

Приложение 8  
 Приближенный водно-солевой баланс орошаемой зоны Ташкентской области за 2011 – 2020 гг. (данные мелиоративной экспедиции)

Годы	Приходная часть		Поступление солей (тыс. тонна)		Расходная часть			Вынос солей (тыс. тонн)		Изменение количества солей (тыс. тонн)		
	суммарный водозабор на орошение (млн.м <sup>3</sup> )	минерализация оросительной воды (г/л)	плот.ос-таток	хлор	сток дренажно-сбросных вод (млн.м <sup>3</sup> )	минерализация дренажно-сбросных вод (г/л)	плот.оста-ток	хлор	плот.оста-ток	хлор	Изменение количества солей (тыс. тонн)	
		плот. остаток										хлор
2011	3332,89	0,74	0,04	2466,34	133,32	1767,50	0,97	0,06	1714,48	106,05	+751,86	+27,27
2012	3618,52	1,07	0,06	3871,82	217,11	2376,31	1,71	0,11	4063,49	261,39	-191,67	-44,28
2013	3049,02	0,66	0,06	2012,35	182,94	2348,60	1,44	0,13	3381,98	305,32	-1369,63	-122,38
2014	2642,62	0,54	0,04	1427,01	105,70	24,06,78	1,28	0,11	3080,68	264,75	-1633,67	-159,05
2015	3258,10	0,54	0,05	1759,37	162,90	2471,4	1,21	0,16	2990,39	395,42	-1231,02	-232,52
2016	3049,02	0,66	0,06	2012,35	182,94	2348,60	1,44	0,13	3381,98	305,32	-1369,63	-122,38
2017	2589,50	0,55	0,04	1424,23	103,58	2406,79	1,28	0,11	3080,69	264,75	-1656,46	-161,17
2018	2733,01	0,72	0,04	1967,76	109,32	2321,21	1,14	0,092	2646,18	213,55	-678,42	-104,23
2019	2983,47	0,64	0,05	1909,42	149,17	2955,95	1,15	0,11	3399,34	325,15	-1489,92	-175,98
2020	3628,06	0,69	0,05	2503,36	181,4	3341,05	1,29	0,11	4309,95	367,52	-1806,59	-186,12
Σ	301452,2	0,68	0,49	17515,6	1528,38	27744,19	12,91	1,122	29277,16	2809,22	-1761,5	-150,29
Ср.	3,01 км <sup>3</sup>	0,68	0,05	1751,56	1528,4	2474,42	1,29	0,112	2927,72	280,92	-1176,16	-128,08

Внутригодовое среднемесячное изменение величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011 – 2020 гг.: а) ЦК-9, б) ПК-6, в) Пограничный, г) Юк-булок, д) Жайылма, е) ЦК-9-3, ж) КЛИ, з) ЖБЗ

№	Наименование коллектора	Показатели	месяца												Годовой
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
1	Карасу-1	Q, м <sup>3</sup> /с	1,80	1,98	1,70	2,37	2,37	2,64	2,72	2,85	1,98	1,99	1,81	1,72	2,16
		Q, %	6,9	7,6	6,5	9,1	9,1	10,3	10,6	11,0	7,6	7,6	7,0	6,7	100
2	Карасу-2	M, г/л	0,84	0,36	0,81	1,10	0,95	1,87	1,26	1,10	1,57	0,91	1,05	1,17	1,08
		Q, м <sup>3</sup> /с	1,78	1,96	1,91	2,34	2,30	2,50	2,53	2,32	1,90	1,92	1,43	1,56	2,04
3	БСТЗ	Q, %	7,3	8,02	7,8	9,6	9,4	10,2	10,2	9,5	7,8	7,8	5,8	6,4	100
		M, г/л	0,86	0,94	1,95	1,89	1,48	0,89	0,92	1,00	1,59	0,92	1,53	1,79	1,31
4	Уртукли	Q, м <sup>3</sup> /с	2,71	2,67	2,85	2,63	2,42	2,26	2,72	2,90	2,51	2,52	2,51	2,40	2,59
		Q, %	8,7	8,6	9,2	8,4	7,8	7,3	8,7	9,3	8,1	8,1	8,1	7,7	100
5	Кумли	M, г/л	0,75	0,89	0,80	1,49	1,29	0,94	1,35	1,33	1,04	1,05	1,16	1,16	1,10
		Q, м <sup>3</sup> /с	2,92	3,01	3,02	2,99	3,05	2,99	4,02	4,13	2,53	3,20	3,23	3,04	3,18
6	Тутувчи-2	Q, %	7,6	7,9	7,9	7,9	8,0	7,9	10,5	10,8	6,6	8,4	8,5	8,0	100
		M, г/л	0,90	0,92	0,97	1,80	1,42	1,29	1,43	1,58	1,05	1,06	1,12	1,45	1,25
7	Коракамиш	Q, м <sup>3</sup> /с	1,90	2,17	2,18	1,87	2,09	2,31	2,72	2,97	1,91	2,07	1,94	1,90	2,17
		Q, %	7,3	8,3	8,3	7,2	8,05	8,9	10,5	11,4	7,3	8,05	7,4	7,3	100
8	Геджиген	M, г/л	0,96	1,04	0,96	1,59	1,53	1,35	1,53	1,85	1,53	1,48	1,39	1,50	1,39
		Q, м <sup>3</sup> /с	1,24	1,37	1,20	1,33	1,35	1,57	1,89	1,86	1,26	1,25	1,42	1,38	1,43
9	Шуралисой	Q, %	7,2	8,0	7,0	7,8	7,9	9,2	11,1	10,9	7,3	7,3	8,3	8,0	100
		M, г/л	0,90	0,86	1,52	1,29	1,37	1,58	1,41	1,52	1,38	1,27	1,42	1,56	1,34
9	Шуралисой	Q, м <sup>3</sup> /с	1,63	1,79	1,86	2,12	2,19	2,09	2,25	2,27	2,09	1,99	1,56	1,56	1,95
		Q, %	7,0	7,6	7,9	9,1	9,4	8,9	9,6	9,7	8,9	8,5	6,7	6,7	100
9	Шуралисой	M, г/л	0,35	0,60	0,53	0,49	0,58	0,53	0,57	0,55	0,57	0,44	0,53	0,45	0,52
		Q, м <sup>3</sup> /с	1,51	1,98	2,11	2,29	2,17	2,22	1,85	1,67	1,36	1,31	1,14	0,99	1,72
9	Шуралисой	Q, %	7,33	9,61	10,24	11,12	10,5	10,8	8,99	8,11	6,60	6,36	5,53	4,81	100
		M, г/л	0,64	0,69	0,76	0,68	0,75	0,77	0,82	0,81	0,75	0,69	0,82	0,84	0,75
9	Шуралисой	Q, м <sup>3</sup> /с	2,32	2,17	2,27	2,55	2,67	2,34	2,45	2,64	2,72	2,27	2,09	1,90	2,37
		Q, %	8,18	7,66	8,00	8,97	9,40	8,23	8,62	9,31	9,58	7,99	7,36	6,70	100
9	Шуралисой	M, г/л	0,70	0,85	0,66	1,08	1,50	0,62	0,74	0,77	1,10	1,25	1,03	0,96	

Многолетние изменения среднегодовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$  м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Ташкентской области за 2011 – 2020 гг.: а) Карасу – 1, б) Карасу-2, в) Уртукли, г) Кумли, д) Тутувчи – 2, е) Каракамыш, ж) Геджиген, з) Шуралисой.



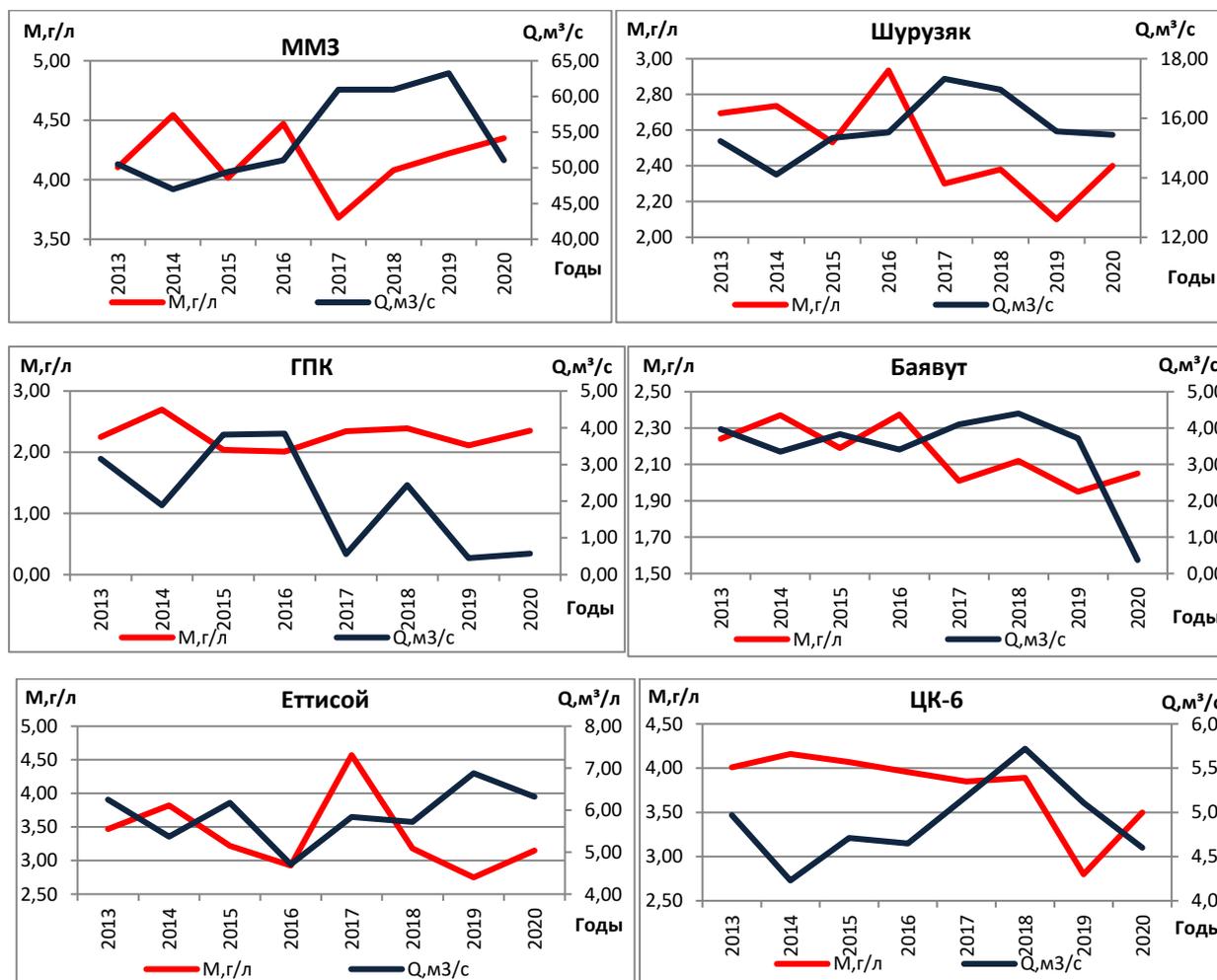
Приложение 11  
 Приближенный водно-солевой баланс орошаемой зоны Сырдарьинской области за 2012 – 2021 гг. (данные мелиоративной экспедиции)

Годы	Приходная часть		Поступление солей (тыс. тонна)		Расходная часть			Вынос солей (тыс. тонна)		Изменение количества солей (тыс. тонна)	
	суммарный водозабор на орошение (млн.м3)	минерализация росительной воды (г\л)	плот. остаток	хлор	сток дренажно-сбросных вод (млн.м3)	минерализация дренажно-сбросных вод (г\л)		плот. остаток	хлор	плот. остаток	хлор
		плот. остаток				Хлор	плот. остаток				
2012	2985,58	1,13	0,09	3365,22	1622,61	3,28	0,29	5314,97	469,13	-1949,75	-193,07
2013	3169,64	1,17	0,09	3714,75	1941,80	3,16	0,27	6131,59	528,71	-2416,84	-237,67
2014	2793,09	1,41	0,11	3930,69	1908,18	3,12	0,27	5951,45	523,72	-2020,75	-218,89
2015	2722,46	1,39	0,11	3795,50	2045,98	3,01	0,28	6153,74	571,03	-2358,23	-267,05
2016	2607,53	1,42	0,14	3707,65	2054,70	2,99	0,27	6135,66	564,07	-2428,01	-186,52
2017	3730,30	1,29	0,11	4796,86	2141,88	3,06	0,31	6558,85	664,50	-1762,00	-240,49
2018	3454,80	1,18	0,11	4068,19	2201,88	2,99	0,27	5907,72	555,22	-1839,53	-190,08
2019	3379,50	1,38	0,12	4663,43	2124,16	2,73	0,28	5793,48	591,01	-1130,05	-172,78
2020	2883,57	1,40	0,11	4041,56	1629,41	3,15	0,31	5138,75	511,23	-1097,19	-183,52
2021	2998,55	1,15	0,11	3452,08	1141,88	4,14	0,36	4724,53	415,36	-1272,45	-89,27

Внутригодовое среднемесячное изменение величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Сырдарьинской области за 2011 – 2020 гг.: а)ММЗ, б)Шурузьяк, в)ГПК, г)Баявут, д)Етгисой, е)ЦК-6, ж)ЦК-7

№	Наименование коллектора	Показатели	месяца												Годовой
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
1	ММЗ	Q, м <sup>3</sup> /с	60,09	77,76	77,45	80,47	71,1	54,5	35,0	33,39	32,28	34,32	44,24	56,31	54,74
		Q, %	9,15	11,84	11,79	12,25	10,8	8,30	5,33	5,08	4,91	5,22	6,73	8,57	100
		M, г/л	3,45	4,13	3,80	4,23	4,78	4,70	4,78	4,43	4,44	4,00	4,28	3,80	4,16
2	Шурузьяк	Q, м <sup>3</sup> /с	19,56	16,96	14,37	17,15	17,4	14,4	12,3	12,98	15,20	15,26	15,37	17,71	15,72
		Q, %	10,37	8,99	7,61	9,09	9,24	7,62	6,52	6,88	8,06	8,09	8,15	9,39	100
		M, г/л	2,29	2,92	3,23	2,57	2,62	2,32	2,39	2,50	2,43	2,58	2,19	2,17	2,53
3	ГПК	Q, м <sup>3</sup> /с	2,39	2,22	2,46	2,34	2,13	1,74	1,83	1,91	2,01	2,06	2,34	2,30	2,31
		Q, %	9,28	8,61	9,58	9,09	8,29	6,75	7,12	7,41	7,81	8,00	9,11	8,94	100
		M, г/л	2,13	2,11	2,39	2,34	2,30	2,14	2,33	2,22	2,19	2,22	2,36	2,13	2,26
4	Баявут	Q, м <sup>3</sup> /с	5,92	4,25	4,22	5,53	3,93	3,36	2,17	2,34	2,86	3,53	4,54	4,05	3,89
		Q, %	12,67	9,10	9,03	11,84	8,41	7,20	4,65	5,01	6,13	7,57	9,71	8,68	100
		M, г/л	2,26	2,14	1,81	3,14	2,10	1,88	2,34	2,23	1,74	2,10	2,21	2,11	2,13
5	Етгисой	Q, м <sup>3</sup> /с	6,50	5,88	6,02	6,67	6,10	5,78	5,32	5,58	4,87	5,15	6,38	6,16	5,87
		Q, %	9,23	8,35	8,56	9,48	8,67	8,21	7,55	7,92	6,91	7,32	9,06	8,75	100
		M, г/л	2,71	2,94	4,37	4,23	3,94	3,54	3,43	3,18	2,95	2,57	2,81	3,30	3,33
6	ЦК-6	Q, м <sup>3</sup> /с	4,84	4,99	4,77	4,99	5,30	5,28	5,02	5,09	4,45	5,16	5,60	5,45	5,07
		Q, %	7,95	8,18	7,84	8,19	8,70	8,66	8,24	8,35	7,30	8,47	9,19	8,95	100
		M, г/л	3,46	3,65	4,46	4,90	4,35	4,02	3,74	3,51	3,80	3,01	3,09	2,59	3,71
7	ЦК-7	Q, м <sup>3</sup> /с	3,94	4,13	4,40	5,22	5,22	5,30	4,99	4,06	3,91	3,87	4,75	4,65	4,53
		Q, %	7,23	7,59	8,09	9,59	9,59	9,73	9,17	7,45	7,19	7,10	8,73	8,54	100
		M, г/л	4,53	4,45	5,49	5,91	4,72	3,45	2,71	2,96	2,89	3,12	2,93	3,01	3,85

Многолетние изменения среднегодовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011 – 2020 гг.: а) ММЗ, б) Шурузяк, в) ГПК, г) Баявут, д) Еттисой, е) ЦК-6, ж) ЦК-7.



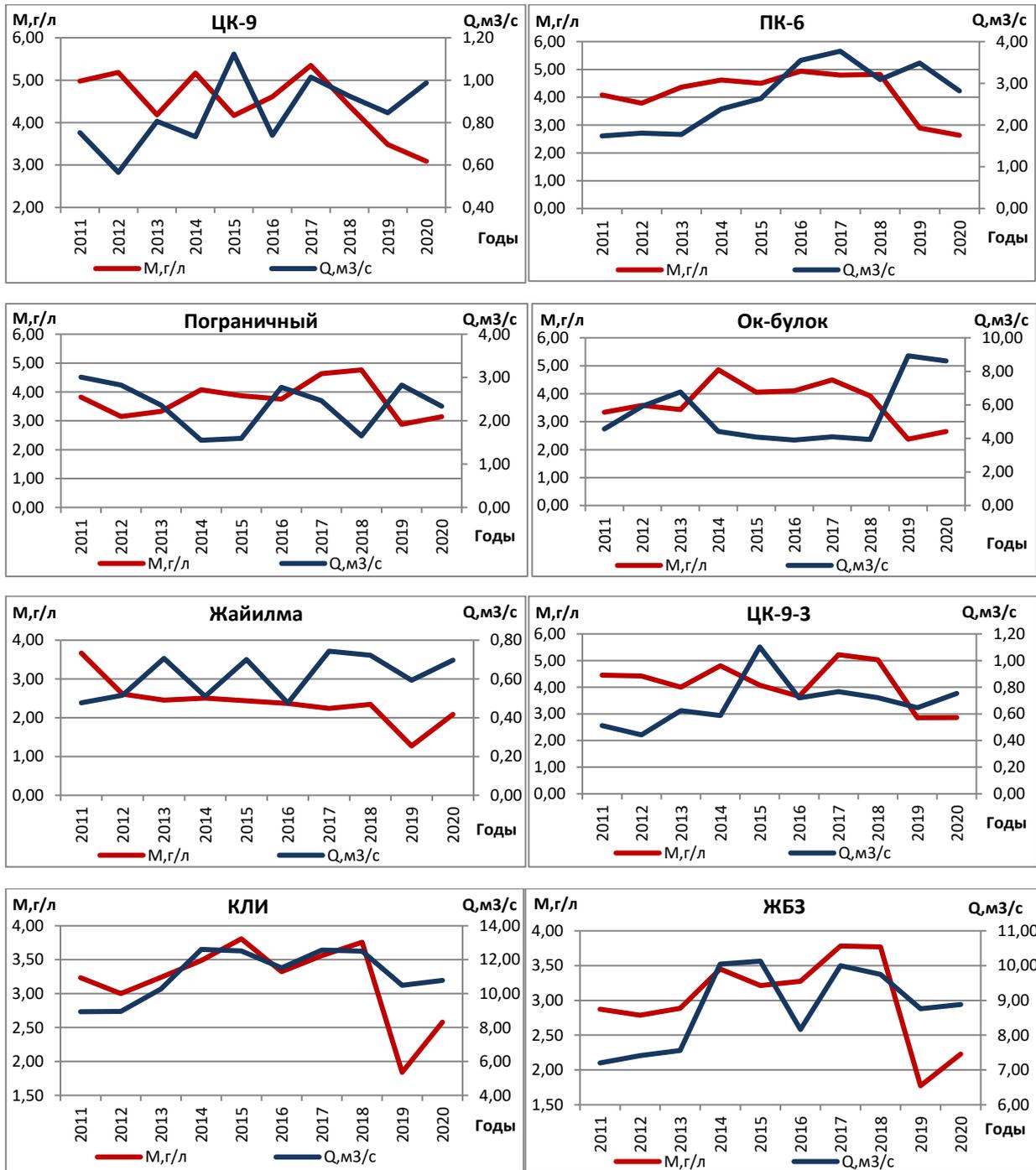
Приближенный водно-солевой баланс орошаемой зоны Джизакской области за 2011 – 2020 гг.

Годы	Приходная часть		Поступление солей (тыс. тонна)		Расходная часть			Вынос солей (тыс. тонна)		Изменение количества солей (тыс. тонна)	
	суммарный водозабор на орошение (млн.м3)	минерализация росительной воды (г\л)	плот. остаток	хлор	сток дренажно-сбросных вод (млн.м3)	минерализация дренажно-сбросных вод (г\л)		плот. остаток	хлор	плот. остаток	хлор
		плот. остаток				Хлор	плот. остаток				
2010	2776,36	1,17	0,35	3476,96	732,6	3,05	0,87	2423,73	694,99	543,32	295,46
2011	2597,41	1,16	0,41	3005,91	679,41	3,06	0,89	2081,47	607,763	919,44	419,79
2012	2379,7	1,21	0,41	2868,62	737,36	3,00	0,94	2208,93	694,459	613,24	254,33
2013	3088,47	1,19	0,40	3664,05	893,65	3,17	0,91	2837,01	814,034	824,78	454,05
2014	2538,64	1,04	0,29	2647,11	781,57	3,54	1,03	2763,92	806,154	307,31	116,04
2015	2452,27	1,06	0,31	2608,32	1115,83	3,35	0,90	3734,99	1001,71	-1171,7	422,07
2016	2841,07	1,16	0,34	3298,74	875,92	3,26	0,67	2854,46	585,115	997,66	361,57
2017	3652,14	1,24	0,36	5056,8	1144,35	3,56	0,64	4265,55	755,35	+577,88	+416,54
2018	3144,11	1,25	0,39	3930,14	1002,84	3,10	0,65	3108,8	654,85	+821,34	+555,63
2019	3014,93	1,08	0,29	3256,13	905,42	2,23	0,53	2409,96	572,77	+846,17	+301,56
2020	2690,87	0,81	0,27	2172,27	867,97	2,78	0,95	2414,53	826,15	-242,26	-94,72

Внутригодовые среднемесячные изменения величин расходов воды ( $Q_{\text{ср.мес}}$ , м<sup>3</sup>/с) и минерализации ( $M_{\text{ср.мес}}$ , г/л) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011 – 2020 гг.: а) ЦК-9, б) ПК-6, в) Пограничный, г) Ок-булок, д) Жайылма, е) ЦК-9-3, ж) КЛЫ, з) ЖБЗ

№	Наименование коллектора	Показатели	месяца												Годовой
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
1	ЦК-9	Q, м <sup>3</sup> /с	0,60	0,44	0,53	0,65	0,84	1,16	1,55	1,49	0,75	0,73	0,75	0,72	0,85
		Q, %	5,8	4,3	5,2	6,4	8,2	11,4	15,2	14,6	7,35	7,16	7,34	7,05	100
		M, г/л	4,30	4,40	4,68	4,70	4,90	4,55	4,57	4,61	4,46	4,17	4,17	4,17	4,01
2	ПК-6	Q, м <sup>3</sup> /с	2,50	2,84	3,01	3,05	2,96	2,77	2,50	2,27	2,34	2,57	2,69	2,96	2,71
		Q, %	7,7	8,7	9,27	9,4	9,1	8,54	7,7	7,0	7,2	7,9	8,3	9,1	100
		M, г/л	3,33	3,63	3,48	3,58	3,80	3,91	4,10	3,71	3,78	3,50	3,56	3,57	3,66
3	Пограничный	Q, м <sup>3</sup> /с	2,22	2,68	2,74	3,03	2,86	2,71	2,26	1,94	1,93	1,94	1,88	1,90	2,34
		Q, %	7,9	9,5	9,7	10,8	10,2	9,6	8,1	6,9	6,9	6,9	6,7	6,8	100
		M, г/л	3,32	3,38	3,56	3,81	4,11	4,17	3,80	3,79	3,72	3,81	3,74	3,70	3,74
4	Ок-булок	Q, м <sup>3</sup> /с	4,88	5,49	6,11	6,58	6,56	6,05	5,64	5,00	4,88	5,02	4,90	5,19	5,53
		Q, %	7,4	8,3	9,2	9,9	9,9	9,1	8,5	7,5	7,4	7,6	7,4	7,8	100
		M, г/л	3,19	3,28	3,76	3,96	3,80	3,80	3,80	3,69	3,70	3,74	3,78	3,67	3,68
5	Жайылма	Q, м <sup>3</sup> /с	0,42	0,32	0,37	0,54	0,66	0,88	1,17	1,10	0,47	0,45	0,52	0,49	0,61
		Q, %	5,7	4,3	5,16	7,3	8,9	11,9	15,8	14,9	6,3	6,1	7,04	6,6	100
		M, г/л	2,22	2,19	2,32	2,57	2,43	2,43	2,46	2,49	2,49	2,46	2,38	2,34	2,40
6	ЦК-9-3	Q, м <sup>3</sup> /с	0,49	0,32	0,41	0,51	0,68	0,96	1,36	1,26	0,60	0,56	0,59	0,52	0,69
		Q, %	5,9	3,9	5,0	6,2	8,2	11,6	16,5	15,2	7,3	6,8	7,1	6,3	100
		M, г/л	4,09	4,19	4,10	4,13	4,18	4,01	4,16	4,23	4,37	4,12	4,11	4,00	4,14
7	КЛЫ	Q, м <sup>3</sup> /с	12,91	12,99	16,29	18,11	14,8	8,82	7,64	6,95	6,96	7,72	8,69	11,52	11,12
		Q, %	9,7	9,7	12,29	13,6	11,1	6,61	5,7	5,2	5,2	5,8	6,5	8,6	100
		M, г/л	2,82	2,86	3,10	3,13	3,40	3,39	3,30	3,28	3,38	3,28	3,21	3,06	3,18
8	ЖБЗ	Q, м <sup>3</sup> /с	11,15	10,96	12,41	14,92	12,5	7,06	4,66	4,83	4,93	5,41	7,05	9,61	8,79
		Q, %	10,6	10,4	11,7	14,1	11,8	6,7	4,4	4,6	4,7	5,2	6,7	9,1	100
		M, г/л	2,79	2,79	2,85	3,08	3,28	3,22	2,98	3,30	3,24	3,04	2,74	2,73	3,00

Многолетние изменения среднегодовых расходов воды ( $Q_{\text{ср.год}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) и минерализации ( $M_{\text{ср.год}}$ ,  $\text{г}/\text{л}$ ) в магистральных коллекторах Джизакской области за 2011 – 2020 гг.: а) ЦК-9, б) ПК-6, в) Пограничный, г) Ок-булак, д) Жайилма, е) ЦК-9-3, ж) КЛИ, з) ЖБЗ.



## Химический состав поверхностных вод среднего течения р.Сырдарья и общая оценка ирригационного качества\*

Ед.изм	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Минерализация, мг/л	Оценка ирригационного качества				Общ.оценка хим.состава	
								K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>		K <sub>5</sub>
р.Сырдарья – к.Каль													
мг/л	311	276	15,5	152,3	36,48	19,5	813	110,7	5,6	9,0	0,37	0,076	ГС-МК
мг-экв/л	5,09	5,75	0,44	7,6	3,0	0,85							
% экв	22,56	25,49	1,95	33,19	13,1	3,71							
Северо-Ферганский канал – ниже г.Наманган													
мг/л	177	395	9,59	98,2	69,31	27	777	127,48	7,86	11	0,51	0,033	ГС-КМ
мг-экв/л	2,90	8,22	0,27	4,90	5,70	1,17							
% экв	12,73	36,08	1,18	20,82	24,21	4,97							
р.Сырдарья – 0,9 км ниже сбросов ПУ «Водоканал»													
мг/л	166	704	111,1	128,2	107,65	129	1353	15,84	2,58	37	2,03	0,21	С-НКМ
мг-экв/л	2,72	14,66	3,13	6,40	8,85	5,60							
% экв	6,63	35,74	7,63	15,35	21,22	13,43							
р.Сырдарья – 6 км к СВ от пос. Надеждинский													
мг/л	175	871	108	148	102	199	1613	13,08	1,75	55	3,09	0,17	С-КМН
мг-экв/л	2,87	18,13	3,05	7,38	8,39	8,65							
% экв	5,97	37,69	6,34	15,11	17,18	17,71							
р.Сырдарья – 0,5 км ниже впадения р.Геджиген													
мг/л	206	852	109	156	124	151	1605	15,24	2,59	36	2,19	0,17	С-НКМ
мг-экв/л	3,37	17,74	3,07	7,78	10,2	6,56							
% экв	6,97	36,68	6,35	15,85	20,78	13,36							
р.Сырдарья – 0,5 км ниже устья коллектора ГПК-С													
мг/л	212	349	33	86,2	20,6	137	841	29,71	0,97	99	3,44	0,13	ГС-КН
мг-экв/л	3,47	7,27	0,95	4,30	1,69	5,96							
% экв	14,84	31,09	4,06	17,99	7,07	24,94							
р.Сырдарья – 0,25 км выше г.Бекабад													
мг/л	153	714	92,6	148	105	98	1318	19,74	3,5	27	1,5	0,17	С-НКМ
мг-экв/л	2,51	14,87	2,61	7,39	8,64	4,26							
% экв	6,28	37,19	6,52	18,21	21,29	10,5							
р.Чирчик – ниже г.Газалкент													

МГ/л	145	36,21	30	40,4	13,4	5,0	245	517,2	11,07	7,0	0,18	0,11	Г-МК
МГ-ЭКВ/л	2,38	0,75	0,08	2,0	1,1	0,22							
% экв	37,07	1,68	1,25	30,12	16,57	3,31							
р. Чирчик – 3 км ниже УзКТМ													
МГ/л	128	53,5	9,93	14,6	19,9	10,79	354	180,9	4,31	2,0	0,43	0,25	СГ-КМ
МГ-ЭКВ/л	2,10	1,11	0,28	0,73	1,64	0,47							
% экв	30,09	15,90	4,01	12,85	28,87	8,27							
р. Чирчик – 3 км ниже «Электротримпром»													
МГ/л	131	80,2	9,64	38,1	17,15	21,89	277	141	3,28	29	0,74	0,16	СГ-НМК
МГ-ЭКВ/л	2,15	1,67	0,27	1,9	1,41	0,95							
% экв	26,28	20,42	3,30	22,3	16,55	11,15							
р. Чирчик – 1,6 км ниже п.Новомихайловка													
МГ/л	198	99,7	20,1	60,1	25,6	17,30	417	95,17	6,0	15	0,47	0,27	СГ-МК
МГ-ЭКВ/л	3,24	2,08	0,57	3,0	2,1	0,75							
% экв	27,5	17,66	4,84	25,64	17,95	6,41							
р. Чирчик – 1 км ниже г.Ташкента													
МГ/л	184	54,9	14,5	19,1	13,37	28,7	352	99,7	1,54	61	1,24	0,36	СГ-КМН
МГ-ЭКВ/л	3,01	1,14	0,41	0,95	1,10	1,25							
% экв	33,0	12,5	4,5	14,39	16,67	18,94							
р. Чирчик – 3,5 км на ЮЮЗ от г. Чиназ													
МГ/л	215	383	32,4	96,2	21,9	141	894	29,39	1,04	93	3,37	0,11	ГС-КН
МГ-ЭКВ/л	3,52	7,97	0,91	4,8	1,8	6,13							
% экв	14,19	32,14	3,67	18,85	7,07	24,07							
р. Ахангаран – устье р.Ирташ													
МГ/л	90,0	28,6	3,97	29,1	6,66	4,9	164	434,9	7,9	11	0,21	0,18	СГ-МК
МГ-ЭКВ/л	1,49	0,6	0,11	1,43	0,55	0,21							
% экв	33,86	13,64	2,50	32,65	12,56	4,79							
р. Ахангаран – 5,5 км ниже Ахангаранской плотины													
МГ/л	90,0	49,1	4,25	36,5	5,82	7,9	194	349,3	6,32	14	0,31	0,12	СГ-К
МГ-ЭКВ/л	1,48	1,0	0,12	1,92	0,48	0,34							
% экв	28,46	19,23	2,3	35,04	8,76	6,2							
р. Ахангаран – 0,6 км ниже плотины Туябугуского водохранилища													
МГ/л	230	374	35,11	109	43,41	58,19	849,7	44,29	3,3	28	1,19	0,13	ГС-НМК
МГ-ЭКВ/л	3,77	7,79	0,99	5,44	3,57	2,53							



<b>Коллектор Шуралисой</b>													
МГ/л	220	2942	107	412	261	584	4570	7,67	1,59	60	5,54	0,05	C-КМН
МГ-ЭКВ/л	3,60	61,25	3,02	20,56	21,46	25,39							
% экв	2,65	45,12	2,22	15,25	15,92	18,83							
<b>Магистральные коллектора Сырдарьинской области</b>													
<b>Коллектор ММЗ (ЦГК)</b>													
МГ/л	213	1826	830	250	198	825	4080	2,20	0,78	125	9,46	0,62	XC-MH
МГ-ЭКВ/л	3,49	38,02	23,41	12,47	16,28	35,87							
% экв	2,69	29,28	18,03	9,65	12,60	27,75							
<b>Коллектор Шурузяк</b>													
МГ/л	117	1111	170	270	156	80	2465	12,68	6,49	13	0,96	0,21	C-КМ
МГ-ЭКВ/л	1,919	23,104	4,794	13,50	12,82	3,49							
% экв	3,22	38,73	8,05	22,66	21,48	5,87							
<b>Коллектор ГПК – устье</b>													
МГ/л	259	1531	193	193	108	504	2130	6,58	0,84	117	7,11	0,3	XC-MKH
МГ-ЭКВ/л	4,1	31,8	9,4	9,7	8,9	21,7							
% экв	4,52	35,1	10,37	12,03	11,04	26,92							
<b>Коллектор Боевут</b>													
МГ/л	342	1263	249	170	225	306	2468	6,94	1,96	49	3,61	0,27	C-КНМ
МГ-ЭКВ/л	5,61	26,31	7,014	8,5	18,75	13,32							
% экв	7,2	33,79	9,0	10,48	23,1	16,42							
<b>Коллектор ЦК-6</b>													
МГ/л	268	3456	2364	441	411	2000	9120	0,81	0,63	156	16,47	0,93	XC-MH
МГ-ЭКВ/л	4,39	71,95	66,66	22,01	33,80	86,96							
% экв	1,53	25,16	23,31	7,71	11,84	30,45							
<b>Магистральные коллектора Джизакской области</b>													
<b>Коллектор ЦК-9</b>													
МГ/л	93	4800	1039	400	420	1751	8457	1,49	0,7	137	14,6	0,29	XC-MH
МГ-ЭКВ/л	1,525	99,84	29,27	19,96	34,52	76,20							
% экв	0,58	38,21	11,20	7,64	13,21	29,15							
<b>Коллектор ПК-6</b>													
МГ/л	73,26	1652,2	510,64	142,28	171,45	662,37	10030	3,33	0,68	136	8,86	0,42	XC-MH
МГ-ЭКВ/л	1,2	34,4	14,4	7,1	14,1	28,8							
% экв	1,2	34,4	14,4	7,1	14,1	28,8							

Коллектор Пограничный													
МГ/л	220	3616	1522	451	401	1530	7740	1,2	0,81	120	12,62	0,57	ХС-МН
МГ-ЭКВ/л	3,6	75,28	42,92	22,50	32,98	66,52							
% экв	1,48	30,90	17,62	9,22	13,52	27,13							
Коллектор Ок-булок													
МГ/л	293	2551	552	561	535	33	4460	4,5	29,26	2	0,24	0,29	С-КМ
МГ-ЭКВ/л	4,8	53,11	15,57	27,99	44,0	1,43							
% экв	3,27	36,14	7,87	19,66	29,96	0,97							
Коллектор Клы													
МГ/л	60	1920	69	500	144	140	2803	20,7	5,47	17	1,53	0,05	С-МК
МГ-ЭКВ/л	1,0	39,936	1,944	24,95	11,837	6,093							
% экв	1,17	46,57	2,26	29,09	13,8	7,1							
Коллектор ЖБЗ (ДГК)													
МГ/л	146	2592	121	480	216	414	3896	9,08	2,2	43	3,94	0,06	С-МК
МГ-ЭКВ/л	2,39	53,91	3,41	23,95	17,75	18,01							
% экв	2,0	45,15	2,85	20,05	14,86	15,08							

\* а) химический состав речных вод приведен по данным Узгидромет за 2020 г., при этом были выбраны пробы с максимальной величиной минерализации,

б) химический состав коллекторных вод приведен по данным института НИИИВП

Результаты оценки пригодности рассматриваемых поверхностных вод для орошения по выбранным эмпирическим формулам

Река, коллектор	K <sub>1</sub> по	K <sub>2</sub> по	K <sub>3</sub> по	K <sub>4</sub> по	K <sub>5</sub> по	Общая оценка ирригационного качества
	О.А.Алекину $(K_1 = \frac{6620}{Na^+ + 2,6Cl})$	И.Н.Антипов-Карагаеву $(K_2 = \frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{Na^+ + 0,23M})$	А.М.Можайко $(K_3 = \frac{Mg^{+2} \times 100}{Ca^+ + Mg})$	Е.Н.Гапоу $(K_4 = SAR = \sqrt{\frac{Na^+}{Ca^{+2} + Mg^{+2}}})$	А.И.Усманову $K_5 = \left(\frac{Cl^-}{50a^+}\right)$	
	При пригодна K>18	При пригодна K>1	K<65% не опасна по осолонцеванию	K<10 не опасна по осолонцеванию	Количество хорошее при M<1,0 г/л и Cl<0,05	
р.Сырдарья						
Каль (M=813 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
СФК ниже Намангана (M=777 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
Надеждинский (M=1613 мг/л) (Cl=108 мг/л)	Качество удовлетворительное	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Удовлетворительное	Удовлетворительное
ПУ "Водоканал" (M=1353 мг/л) (Cl=111,1 мг/л)	Качество удовлетворительное	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Удовлетворительное	Удовлетворительное
Ниже впадения Геджиген (M=1605 мг/л) (Cl=109 мг/л)	Качество удовлетворительное	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Удовлетворительное	Удовлетворительное
Ниже устья коллектора ГПК-С (M=841 мг/л) (Cl=33 мг/л)	Пригодна	Не пригодна	Опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Удовлетворительное
Выше г.Бекабад (M=1318 мг/л) (Cl=92,6 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Удовлетворительное	Пригодна
р. Чирчик						
Ниже УзКТМ (M=354 мг/л) (Cl=9,93 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна

Ниже “Электрохимпром” (M=277 мг/л) (Cl =9,64 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
Ниже к.Новомихайловка (M=417 мг/л) (Cl =20,1 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
Ниже г.Ташкента (M=352 мг/л) (Cl =14,5 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
Г.Чиназ (M=894 мг/л) (Cl =32,4 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
р.Ахангаран						
Устье р.Ирташ (M=164 мг/л) (Cl =3,97 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
Ниже Ахангаранской плотины (M=194 мг/л) (Cl =9,25 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Хорошее	Пригодна
Ниже плотины Туябугузского водохранилища (M=850 мг/л) (Cl =35,11 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Пригодна	Пригодна	хорошее	Пригодна
Выше шт.Солдатское (M=1054 мг/л) (Cl =63,0 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворительное	Пригодна
0,5 км выше устья (M=1269 мг/л) (Cl =63,5 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворительное	удовлетворительное
Магистральные коллектора Ташкентской области						
Карасу-1 (M=1230 мг/л) (Cl =28,0 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	хорошее	Пригодна
Карасу-2 (M=920 мг/л) (Cl =1,24 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	хорошее	Пригодна
Уртукли (M=2500 мг/л) (Cl =190 мг/л)	Качество удовлетвори-	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворительное	удовлетворительное

	тельное									
Кумли (M=2460 мг/л) (Cl =198 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное					
Каракамыш (M=960 мг/л) (Cl =12,06 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	хорошее	Пригодна	Пригодна				
Геджиген (M=810 мг/л) (Cl =36,0 мг/л)	Пригодна	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	хорошее	Пригодна	Пригодна				
Шуралисой (M=4570 мг/л) (Cl =107 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное					
<b>Магистральные коллектора Сырдарьинской области</b>										
ММЗ (M=4080 мг/л) (Cl =830 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	не пригодна	Опасна по осолонцеванию	Плохое	Не пригодна	Не пригодна				
Шурузяк (M=2475 мг/л) (Cl =170 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное				
ГПК-устье (M=2130 мг/л) (Cl =193 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	не пригодна	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное				
Баявут (M=2468 мг/л) (Cl =249 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное				
ЦК-6 (M=9120 мг/л) (Cl =2364 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	не пригодна	Опасна по осолонцеванию	Плохое	Не пригодна	Не пригодна				
<b>Магистральные коллектора Джизакской области</b>										
ЦК-9 (M=8457 мг/л) (Cl =1039 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	не пригодна	Опасна по осолонцеванию	Плохое	Не пригодна	Не пригодна				
ПК-6 (M=10030 мг/л) (Cl =510 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	не пригодна	Опасна по осолонцеванию	Плохое	Не пригодна	Не пригодна				
Пограничный (M=7740 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	не пригодна	Опасна по осолонцеванию	Плохое	Не пригодна	Не пригодна				

мг/л) (СІ =1522 мг/л)	удовлетвори- тельное		осолонцеванию	осолонцеванию	осолонцеванию		
Ок-булок (М=4460 мг/л) (СІ =552 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Не осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Слабо удовлетворитель- ное	Слабо удовлетворитель- ное
КЛЫ (М=2803 мг/л) (СІ =69 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Не осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное
ЖБЗ (М=3896 мг/л) (СІ =121 мг/л)	Качество удовлетвори- тельное	Пригодна	Не осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	Не опасна по осолонцеванию	удовлетворитель- ное	удовлетворитель- ное

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава I. Современные гидрологический и гидрохимический режимы реки Сырдарья в среднем её течении.....	7
§1.1. Методы, использованные при определении гидрологических и гидрохимических характеристик поверхностных вод.....	7
§1.2. Краткая характеристика природных и водохозяйственных условий среднего течения реки Сырдарья.....	9
§1.3. Многолетние изменения водности реки Сырдарья и особенности гидрологического режима.....	12
§1.4. Современный гидрологический и гидрохимический режим реки Сырдарья.....	17
§1.5. Гидрохимические особенности реки Сырдарья в среднем течении.....	22
§1.6. Оценка изменений гидрохимических стадий воды реки Сырдарья за многолетний период.....	24
§1.7. Характеристика степени загрязненности поверхностных вод среднего течения реки Сырдарья.....	25
Глава II. Анализ динамики гидрологического и гидрохимического режимов поверхностных вод в бассейнах рек Чирчик и Ахангаран.....	28
§2.1. Краткая характеристика природных и водохозяйственных условий.....	28
§2.2. Особенности гидрологического и гидрохимического режимов.....	29
§2.3. Характеристика степени загрязненности поверхностных вод реки Чирчик.....	39

§2.4.	Гидрологические и гидрохимические особенности реки Ахангаран.....	40
§2.5.	Характеристика степени загрязненности поверхностных вод реки Ахангаран.....	48
§2.6.	Анализ водно-солевых балансов орошаемой территории Ташкентской области.....	49
§2.7.	Анализ типов гидрохимического режима магистральных коллекторов.....	50
Глава III. Анализ гидрологического и гидрохимического режимов коллекторно-дренажных вод Сырдарьянской и Джизакской областей.....		63
§3.1.	Краткая характеристика природных и водохозяйственных условий.....	63
§3.2.	Анализ приближенных водно-солевых балансов орошаемой территории за многолетний период.....	65
§3.3.	Гидрологические и гидрохимические характеристики магистральных коллекторов и внутригодовые изменения их режимов.....	69
§3.4.	Зависимости внутригодовых величин минерализации от внутригодовых расходов воды в магистральных коллекторах....	76
§3.5.	Распределение коллекторно-дренажного стока внутри административных районов.....	80
Глава IV. Оценка гидроэкологического состояния и качества поверхностных вод для целей ирригации .....		88
§4.1.	Методика оценки гидроэкологического состояния территории...	88

§4.1.1.	Оценка гидроэкологического качества вод по величине индекса загрязненности воды (ИЗВ).....	88
§4.1.2.	Оценка гидроэкологического качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям.....	91
§4.1.3.	Оценка гидроэкологического состояния по качеству питьевой воды.....	94
§4.1.4.	Оценка гидроэкологического состояния по методике применяемой в НИИИВП.....	96
§4.2.	Методика оценки качества поверхностных вод для целей ирригации.....	100
§4.2.1.	Необходимость учета экологически вредных элементов в воде при оценке ее качества для целей ирригации .....	103
§4.2.2.	Общая оценка качества поверхностных вод среднего течения р.Сырдарья для целей ирригации .....	104
	Заключение.....	108
	Список использованной литературы.....	111
	Приложение.....	122

Научно-информационный центр по водохозяйственным проблемам  
Межгосударственной координационной водохозяйственной  
комиссии Центральной Азии

ЧЕМБАРИСОВ Э.И., РАХИМОВА М.Н.

# РЕКА СЫРДАРЬЯ: ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОЭКОЛОГИЯ

МОНОГРАФИЯ

Редактор Ф.Тишабаев  
Компьютерная верстка М. Хакимов

Издательство «Voriz-nashriyot»  
Лицензия № 2015881 от 23 февраля 2006 года.  
Адрес изд: г.Ташкент, ул. Широқ-100.

Бумага офсет. Формат 60x84. 1/16  
Гарнитура «TimesNewRoman». Офсетная печать.  
Усл. печ.л. 9,5. Заказ № 48. от 25.06.2024 г. Тираж 100.  
Отпечатано в типографии ООО «Munis design group»  
100170, г.Ташкент, ул. Буз-2, проезд, дом-17-А.