

На правах рукописи

САЛИБАЕВА ЗАЙНАБ НУРМАТОВНА

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ВОД В ОСНОВНЫХ РЕКАХ ТАДЖИКИСТАНА**

25.00.27 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Работа выполнена в Институте Водных проблем, гидроэнергетики и экологии и Физико-техническом институте им. С.У. Умарова Академии Наук Республики Таджикистан

Научный руководитель: Кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник Физико-
технического института АН РТ
Абдушукуров Джамшед Алиевич

Научный консультант: Доктор технических наук, директор Инсти-
тута водных проблем, гидроэнергетики и
экологии АН РТ
Кобулиев Зайналобудин Валиевич

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится «__» _____ 201__ г. в _____ часов на заседании диссер-
тационного совета

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Вода необходима для жизнедеятельности человека, и проблема загрязнения водных ресурсов является на сегодняшний день одной из актуальных тем экологических и биогеохимических исследований.

В мировой практике для оценки качества воды в реках и водоёмах используются разные стандарты. Обычно воды разделяют по загрязнённости на несколько классов. Классы основаны на интервалах удельного индекса загрязнённости воды в зависимости от количества критических показателей загрязнённости.

Приоритетными в списках загрязняющих химических веществ являются тяжелые металлы, соединения которых не подвергаются деструкции в природных водах, а лишь изменяют формы существования, в результате чего происходит изменение миграционной способности металлов, токсических свойств и доступности их для гидробионтов. Попадающие в водный объект различными путями тяжелые металлы в результате гидролиза, сорбции, комплексообразования, осаждения и биопоглощения могут переходить из водной фракции во взвеси, осаждаться в виде труднорастворимых соединений, затем вновь переходить в водный раствор. В определенных концентрациях тяжелые металлы не только влияют на качество пресных вод, но и становятся токсичными для ихтиофауны и аккумулируются в их органах. По пищевой цепи металлы могут попасть в организм человека.

Содержание растворенных в водах металлов является очень важным экологическим параметром, напрямую зависящим от геохимических характеристик окружающей среды в бассейне этих рек и степени техногенного загрязнения рек.

Цель работы заключается в обработке и интерпретации данных измерения физико-химических параметров воды и содержания растворенных металлов

в водах основных рек **Республики Таджикистан (РТ)**. Работа относится к области гидрохимии.

Для достижения этой цели **необходимо было решить следующие задачи:**

1. **Дать интерпретацию** основных физико-химических параметров воды (температура, рН, удельная проводимость, общий состав растворенных веществ, соленость, растворенный кислород и окислительно-восстановительный потенциал) **основных рек** Таджикистана.

2. **Провести обработку и интерпретировать данные по содержанию макроэлементов и микроэлементов в водах.**

3. **Проанализировать** сезонные изменения физико-химических параметров воды и содержания растворенных металлов в водах.

4. Исследовать влияние **Кайракумского водохранилища** на качество воды в р. Сырдарья.

5. **Провести** физико-химические исследования качества воды в основных притоках Амударьи.

Новизна исследования.

1. **Впервые проведено комплексное исследование макро-, микро- и редкоземельных элементов в водах основных рек РТ.**

2. **Проведено** исследование влияния Кайракумского водохранилища на качество воды в реке Сырдарья, что **позволило прийти к выводу, что водохранилище очищает воду и вода на границе с Узбекистаном является чистой.**

Научно-практическая значимость работы. Физико-химические параметры воды в реках Таджикистана **позволяют** характеризовать общее экологическое состояние в бассейнах этих рек. Знания о чистоте воды на границе Таджикистана может быть полезно для выявления источников загрязнения рек в сопредельных странах. Полученные данные по распределению металлов в водах могут быть полезны при геохимическом районировании бассейнов рек Таджикистана. Сведения о распространении растворенных металлов в воде могут быть полезными как для врачей-гигиенистов, токсикологов, экологов-

аналитиков, так и для специалистов смежных областей наук (геохимии, геологии, охраны окружающей среды и др.).

Обоснованность и достоверность результатов подтверждается сходимостью результатов анализов, полученных в трех независимых аналитических лабораториях Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан (ИЯФ АН РУ), Института ядерной физики Казахстан (ИЯФ АН РК) и Сандийской национальной лаборатории (СНЛ) США.

Математическая обработка данных физико-химических параметров прибором «Hydrolab DS-5» (общего состава растворенных веществ, солей и удельной проводимости вод) **показала** хорошую корреляцию, $R^2 > 0,99$. Сравнение физико-химических параметров с данными НАА (по содержанию солей и натрия в водах) также показали корреляцию $R^2 > 0,9$; что свидетельствует о достоверности полученных данных.

Связь работы с научными проектами. Работа выполнена в результате проведения международного эксперимента «НАВРУЗ» и проекта МНТЦ Т-1000 по изучению радиоэкологической и геохимической чистоты трансграничных рек Центральной Азии.

Личный вклад автора. Анализ литературных источников, выбор данных исследований с учетом их специфики. Автор принимал непосредственное участие в планировании, обработке и обсуждении полученных результатов, подготовке материалов к публикации. Основные выводы диссертационной работы выполнено совместно с научным руководителем и консультантом.

Основные положения, выносимые на защиту.

- 1. Особенности физико-химических параметров вод основных рек РТ.**
- 2. Распределение макро-микро- и редкоземельных элементов в речных водах.**
- 3. Сезонные изменения физико-химических параметров воды и содержания растворенных металлов в водах рек, стекающих с южных отрогов Гиссарского хребта.**

4. Влияние Кайракумского водохранилища на качество воды в р. Сырдарья.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы представлены на конференциях: X Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии-2014» (Беларусь, Гродно, октябрь 2014); Республиканской конференции «Ядерно-физические методы анализа состава биологических, геологических, химических и медицинских объектов» (Таджикистан, Душанбе, октябрь 2014); Научной конференции «Современные проблемы естественных и социально-гуманитарных наук», посвященной 10-летию НИИ ТНУ (Таджикистан, Душанбе, ноябрь 2014); Международной научно-практической конференции «Экология на современном этапе развития общества» (Беларусь, Барановичи, ноябрь 2014); **II Международной научно-практической конференции «Экология и защита окружающей среды» (Беларусь, Минск, март 2015)**; Международной научно-практической конференции, посвященной международному десятилетию действий «Вода для жизни» (Таджикистан, Чкаловск, апрель 2015); Международной научно-практической конференции, посвященной 1150-летию учёного-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абу Бакра Мухаммада ибн Закария Рази (Таджикистан, Душанбе, май 2015).

Публикации. По материалам исследований опубликовано 17 научных статей, в том числе 1 монография в соавторстве, 11 - в журналах, рекомендованных ВАК КР, 2 единоличных, 3 иностранных.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы, изложена **на xxx страницах компьютерного набора. Содержит __ рисунков, __ таблицу, рекомендации. Список литературы включает __ наименования.**

Благодарности

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, отражена научная и практическая ее значимость.

В первой главе приведены сведения об объектах исследований: физико-географическая характеристика бассейна Аральского моря с указанием потенциальных источников поступления в окружающую среду загрязняющих веществ, краткое описание основных притоков Амударьи и Сырдарьи, внутригодовое распределения стока рек, данные по использованию вод рек на орошение.

Во второй главе рассмотрены методические вопросы. В рамках эксперимента «НАВРУЗ» были проведены отборы проб воды в период половодья, в весенне-летний сезон (май-июнь месяцы) в 31 точке основных рек РТ.

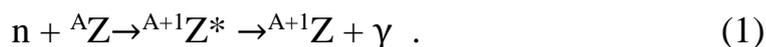
Отбор проб воды и водных суспензий **проводился с соблюдением требований действующей нормативной документации.** Проба воды собиралась как минимум из пяти точек в **каждом** створе. Пробы фильтровались и фиксировались азотной кислотой не позднее одного часа после отбора. Одновременно с отбором проб производились измерения **следующих** физико-химических параметров компьютеризированным прибором «Hydrolab DS-5»: температура; атмосферное давление; общая концентрация растворенных веществ, солей, кислорода и его относительное содержание; удельная проводимость; окислительно-восстановительный потенциал. Показания датчика температуры использовались при расчетах рН, а атмосферное давление - при расчетах концентрации растворенного кислорода.

Отобранные образцы вод объемом 5 л доставлялись в лабораторию, где производилось упаривание до 50 мл, т.е. степень предварительного обогащения составляла 1:100. Пробы разделялись для отправки в 3 лаборатории. Все пробы отправлялись для нейтронно-активационного анализа (НАА) в ИЯФ АН РУ,

1/10 часть проб – в ИЯФ АН РК и такая же партия направлялась в СНЛ США для подтверждения правильности данных и контроля качества анализов.

Метод НАА позволяет производить количественный анализ содержания некоторых металлов в анализируемых объектах с точностью лучше, чем 10^{-10} г/г. Содержания тяжелых металлов в пресных водах зачастую меньше, чем 10^{-9} г/г. В процессе анализов производилось выпаривание воды (обогащение), до получения сухого остатка. Полученные образцы взвешивались, и образцы весом 0,2 г облучались в канале реактора. После облучения образцы охлаждались (2 суток) и направлялись для анализа в гамма- спектрометрическую лабораторию.

Основой НАА является реакция радиационного захвата нейтронов анализируемыми ядрами:



Концентрации анализируемых элементов определяются по наведенной гамма-активности в выделенном энергетическом интервале:

$$A = \sigma \Phi (m/M) N_A \theta P_\gamma \xi (1 - \exp(-\lambda t_{охл})) ((1 - \exp(-\lambda t_{изм})) \exp(-\lambda t_{обл})), \quad (2)$$

где A - измеренная активность (Бк); σ - сечение активации определенного изотопа (см^2); Φ - поток нейтронов ($\text{см}^{-2}, \text{с}^{-1}$); m - масса определяемого элемента (г); M - атомная масса элемента; N_A - число Авогадро (1/моль); θ - распространённость активируемого изотопа; P_γ - вероятность излучения γ - квантов с энергией E ; ξ - эффективность детектора (для энергии E); $t_{обл}, t_{изм}, t_{охл}$ - время облучения, измерения и охлаждение образца; λ - постоянная распада образованного изотопа.

При практическом применении в основном используют относительный вариант НАА, когда образец и эталон одинаковой массы облучаются и измеряются в одинаковых условиях, концентрация измеряемого элемента можно определить по формуле (3):

$$C_{обр} = C_{эт} (A_{обр} / A_{эт}) \quad (3)$$

Если образец и эталон разной массы, облучаются и измеряются в разное время [5], то формула становится сложнее

$$(4) C_{обр} = C_{энт} \frac{A_{обр} \exp(-\lambda t_{облэнт}) (1 - \exp(-\lambda t_{охлэнт})) (1 - \exp(-\lambda t_{измэнт}))}{A_{энт} \exp(-\lambda t_{облобр}) (1 - \exp(-\lambda t_{охлобр})) (1 - \exp(-\lambda t_{измобр}))} \cdot \frac{W_{энт} \Phi_{энт}}{W_{обр} \Phi_{обр}} \quad (4)$$

где $W_{энт}$, $W_{обр}$ – масса стандарта и образца соответственно.

При проведении анализов использовался относительный метод НАА, при этом образцы сравнивались с международными (МАГАТЭ) и внутренними эталонами.

В третьей главе приводятся результаты физико-химических параметров речной воды (табл. 1), распределения солей и основных веществ, растворенных в водах (рис. 1).

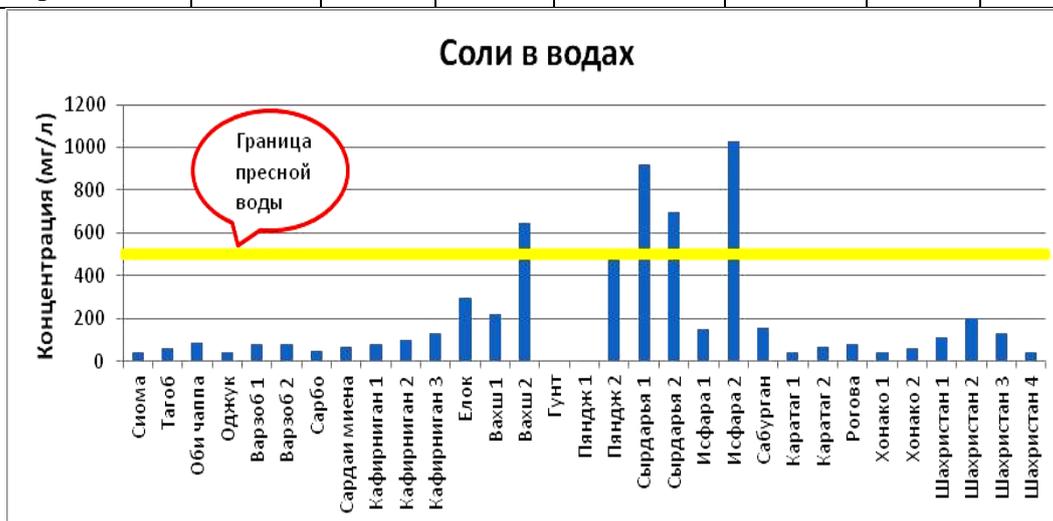
Соли в водах рек РТ распределены в широких пределах: наибольшая концентрация (1030 мг/л) зарегистрирована в реке Исфара 2 (до вливания в Ферганский канал), **минимальная** (40 мг/л) – в р. Шахристан 4 (конец перевала Шахристан со стороны Айни). Солоноватыми являются воды в низовьях рек Вахш, Пяндж и в реке Сырдарья.

Таблица 1

Физико-химические характеристики воды в реках

Реки	pH	Соли (мг/л)	Раст. веществ. (мг/л)	Удельная проводимость (мС/см)	Редокс-потенциал (мВ)	O ₂ растворен. (%)	O ₂ растворен. (мг/л)
Сиома	7,6	40	62,1	0,0969	435	95,1	10,8
Тагоб	7,82	60	93,1	0,1455	419	94	9,36
Оби Чаппа	8,14	90	128,2	0,2004	400	94,8	8,51
Оджук	7,85	40	70,4	0,1128	386	96	9,06
Варзоб 1	7,93	80	109,5	0,1711	380	97,9	9,6
Варзоб 2	7,97	80	112,8	0,176	437	101,1	10,43
Сарбо	7,5	50	81,9	0,128	390	96,4	9,61
СардаиМиёна	7,46	70	99,5	0,1556	409	93,9	9,24

Кафирниган 1	7,88	80	117,4	0,1834	445	100	10,15
Кафирниган 2	7,76	100	135,2	0,2112	341	106,6	10,21
Кафирниган 3	7,73	130	172,1	0,2691	334	106,5	9,67
Елок	7,85	300	387,6	0,5805	470	98,2	8,95
Вахш 1	7,31	220	278,5	0,4353	372	100,6	10,03
Вахш 2	7,46	650	785	1,23	353	104,8	9,71
Гунт							
Пяндж 1							
Пяндж 2	7,75	520	633	0,9887	355	105,5	8,9
Сырдарья 1	7,93	920	1111	1,732	413	104,5	8,02
Сырдарья 2	8,04	700	821,1	1,323	418	109,3	8,75
Исфара 1	8,25	150	194,6	0,3043	369	97,4	8,76
Исфара 2	8,1	1030	1230	1,921	373	100,7	7,31
Сабурган	7,58	160	209,7	0,3277	357	94,3	9,49
Каратаг1	7,19	40	69,9	0,1097	348	94,7	10,04
Каратаг2	7,33	70	99,6	0,1558	438	96,2	9,75
Рогова	7,5	80	114,1	0,1783	408	91,5	8,73
Хонако1	7,35	40	68,5	0,1071	395	93	9,46
Хонако2	7,44	60	89,9	0,1404	400	92	8,96
Шахристан 1	7,77	110	146,9	0,2294	388	83,9	8,8
Шахристан 2	8,08	200	221,1	0,4005	354	83,1	8,96
Шахристан 3	7,97	130	171,4	0,2669	360	78,7	9,3
Шахристан 4	7,61	40	64,3	0,1007	384	79,3	8,13



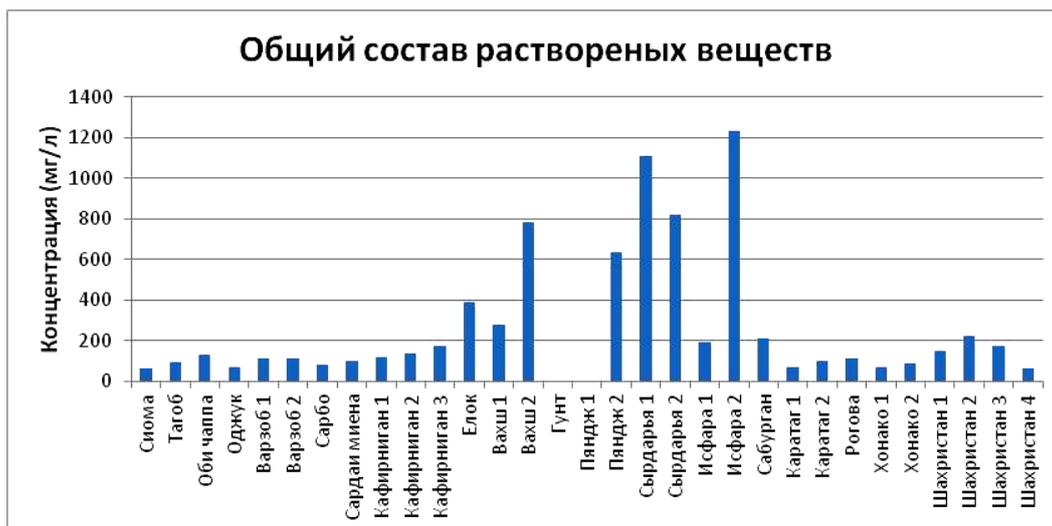
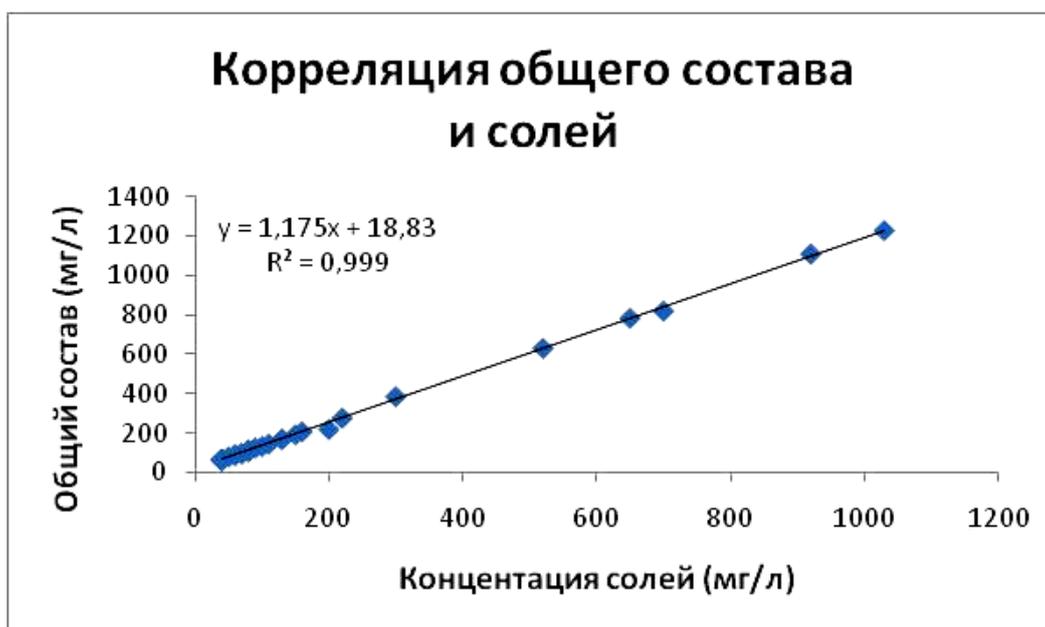


Рис. 1. Концентрация растворенных веществ в реках РТ

Общий состав растворенных в водах веществ и удельная проводимость хорошо согласуются с картиной распределения концентрации солей (рис.2, $R^2=0,999$), что является как доказательством правильности проведенных измерений, так и говорит о том, что органические вещества составляют небольшую часть в общем составе растворенных веществ.



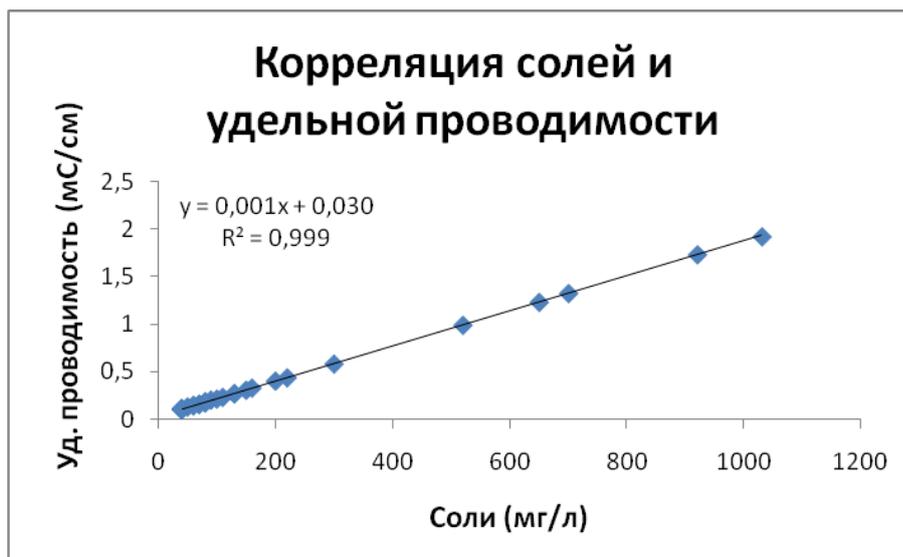


Рис. 2. Корреляция растворенных в воде солей с общим составом растворенных веществ и с удельной проводимостью

По параметру рН показано, что воды в основных реках РТ слабощелочные. Наименьшее значение рН обнаружено в р. Каратаг (рН=7,19), максимальное – в р. Исфара (рН=8,25). Вода во всех горных реках пресная, а в низовьях трансграничных рек РТ солоноватая.

Окислительно-восстановительный потенциал лежит в пределах 348÷470 мВ. Концентрации растворенного в воде кислорода говорят о том, что все реки в достаточной степени насыщены кислородом. Наибольшая концентрация кислорода наблюдается в горных реках, в частности, в Варзобе и ее притоках.

Результаты исследования содержания макроэлементов в водах рек показали, что содержание щелочных металлов в водах прямо пропорционально концентрации солей, растворенных в водах (рис.3).

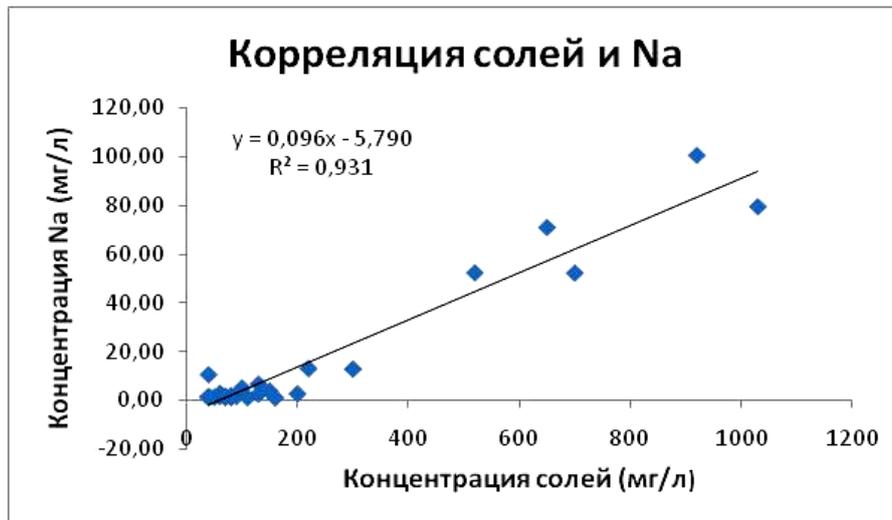


Рис. 3. Корреляция концентраций растворенных в воде солей с натрием

Среднее значение концентрации кальция и натрия в реках РТ равно 59,2 и 14,3 мг/л., соответственно. Наибольшие концентрации обнаружены в р. Сырдарья на входе в Кайракумское вдхр (214,6 и 100,5 мг/л), наименьшие - в р. Сиома (12,8 и 1,01 мг/л).

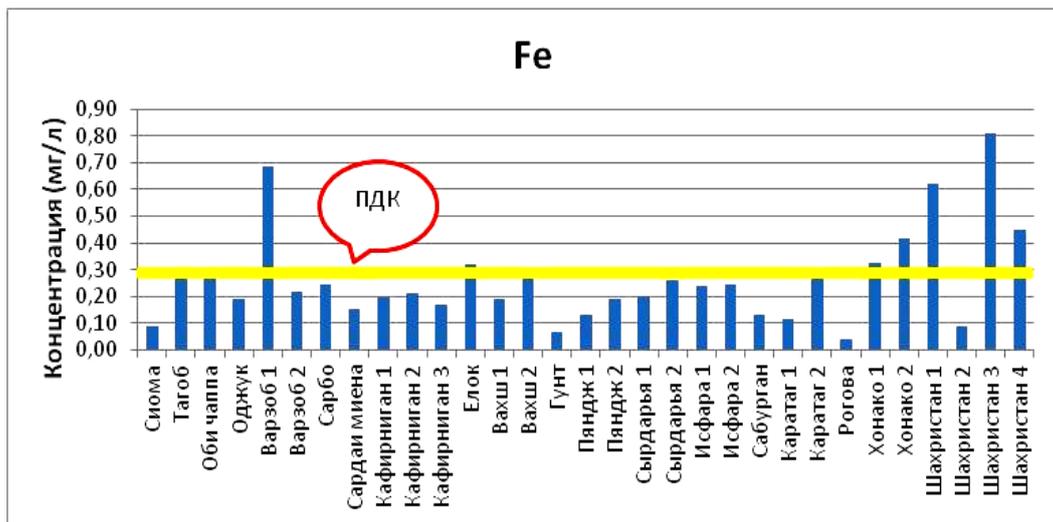


Рис. 7. Распределение концентрации железа в водах рек

Среднее значение концентрации железа в реках Таджикистана равно 0,27 мг/л. Наибольшая концентрация железа наблюдается в точке Шахристан 3

(начало перевала Шахристан со стороны Шахристана) равная 0,8 мг/л. Наименьшая концентрация в реке Гунт, равная 0,07 мг/л.

Концентрации марганца в составе речных вод значительно ниже ПДК. Среднее содержание марганца в реках равно 0,006 мг/л (табл. 3).

Обработанные данные о концентрации макроэлементов в водах хорошо совпали с данными по физико-химическим характеристикам вод, измеренных с помощью прибора «Hydrolab».

Сопоставление концентрации натрия с общим составом солей в воде показали хорошую взаимозависимость, рис. 8. Коэффициент корреляция солей с натрием достаточно высок, и составляет $R^2=0,9314$.

Концентрации Ca, Na и соответственно растворенных солей оказалась высоки в Сырдарье и в низовьях рек Пяндж, Вахш и Исфары. Воды в этих реках классифицируются как солоноватые (концентрация солей >500 мг/л). Наибольшее количество солей зарегистрировано в реке Сырдарья. Воды с наименьшим содержанием кальция, натрия и соответственно солей, являются горные реки Таджикистана.

Таблица 3

Концентрации(мг/л) макроэлементов в водах, кларковое число в речных водах [7] и их ПДК [1]

	Значение	Точка отбора	Концентрация в воде	Кларк в воде	ПДК	Класс опасности
Ca	Среднее		59,2	15	-	-
	Максимальное	Сырдарья 1	215			
	Минимальное	Шахристан 4	10,3			
Fe	Среднее		0,26	0,67	0,3 (1)	3
	Максимальное	Шахристан 2	0,81			
	Минимальное	Рогова	0,04			
Mn	Среднее		0,006	0,007	0,1	3
	Максимальное	Шахристан 3	0,012			

	Минимальное	Исфара 2	Следы			
Na	Среднее		14,26	6,3	200	2
	Максимальное	Сырдарья 1	100,47			
	Минимальное	Сиома	0,75			

Содержания Ca и Na в составе речных вод Таджикистана выше кларка речных вод, содержание Mn соответствует кларку, а содержание Fe – ниже кларка речных вод (табл. 3). Все изученные макроэлементы являются биогенными, но в тоже время их превышение над ПДК является токсичным.

Из приведенной таблицы 3 видно, что содержание макроэлементов, за исключением железа, меньше значений соответствующих ПДК. Концентрация железа в Гигиенических Нормативах РФ (ГН 2.1.5.1315-03) определена в 0,3 мг/л [1]. Содержания натрия высоко (меньше ПДК всего в 2 раза) в реке Сырдарья, и также повышается в низовьях рек Вахш и Пяндж. В среднем по распространённости элементы распределились следующим образом Ca>Na>>Fe>Mn.

Раздел 3.2. посвящен распределению микроэлементов в водах рек [А3]. В таблице 4 приведены концентрации микроэлементов в водах, кларковое число в речных водах [7] и нормы ПДК, ГН РФ [1].

Таблица 4

Концентрации (мкг/л) микроэлементов в речных водах, кларки и ПДК

	Значение	Точка отбора	Концентрация в воде	Кларк в воде	ПДК в воде	Класс опасности
As	Среднее		1	2	10	1
	Максимальное	Сарбо	2,81			
	Минимальное	Сырдарья	Следы			
Ba	Среднее		34,03	10	700	3
	Максимальное	Елок	137			
	Минимальное	Оби Чаппа	1,95			
Co	Среднее		0,18	0,2	100	2
	Максимальное	Сырдарья 2	0,49			

	Минимальное	Сиома	0,02			
Cr	Среднее		1,22	1	50	3
	Максимальное	Исфара 2	5,37			
	Минимальное	Кафирниган 1	0,05			
Cs	Среднее		0,08	0,02	-	-
	Максимальное	Пяндж 1	0,45			
	Минимальное	Вахш 1	Следы			
Sb	Среднее		0,32	1	5	2
	Максимальное	Оби Чаппа	2,27			
	Минимальное	Рогова	0,03			
Rb	Среднее		2,05	1	-	-
	Максимальное	Хонако 1	8,77			
	Минимальное	Сырдарья 1	Следы			
Th	Среднее		0,08	0,1	-	-
	Максимальное	Варзоб 1	0,27			
	Минимальное	Вахш 2	Следы			
U	Среднее		4,02	нд	100	2
	Максимальное	Сырдарья 2	16,5			
	Минимальное	Шахристан 4	0,2			
Zn	Среднее		18,73	20	1000	3
	Максимальное	Вахш 1	39,3			
	Минимальное	Сабурган	6,99			

Среди представленных в таблице микроэлементов имеются биогенные, необходимые для жизнедеятельности организмов, элементы. В тоже время присутствуют и токсические элементы типа мышьяк, сурьма и др., которые пагубно воздействуют на все живые организмы. Средние значения концентраций таких элементов как As, Co, Cr и Zn в водах соответствуют кларку речных вод. Концентрации Ba, Cs, Sb и Rb в водах выше кларка речных вод.

Содержание некоторых элементов в воде в ГН не нормированы. Из таблицы 4 видно, что воды в реках Таджикистана чисты, содержание приведенных элементов значительно меньше значений соответствующих ПДК.

По распространённости микроэлементы в речных водах Таджикистана распределены следующим образом Ba>Zn>U>Rb>Cr>As>Sb>Co>Cs-Th.

В разделе 3.3. показано распределение редкоземельных элементов в водах [А4]. Микроэлементы Ce, Eu, La, Lu, Sc, Sm, Tb и Yb относятся к группе редкоземельных элементов (РЗЭ). Анализ данных измерения микроэлементов пока-

зал, что концентрации РЗЭ в речных водах распределены не равномерно. Содержаний РЗЭ в реках выше кларка речной воды для этих элементов [2].

Распространенность суммы РЗЭ в составе вод основных рек показана на рисунке 9. Сумма концентраций РЗЭ в водах изменяется от 0,31 мкг/л (Пяндж 1) до 2,72 мкг/л (Елок), при среднем значении 1,10 мкг/л. Сумма концентраций кларков этих элементов в речных водах составляет 0,15 мкг/л (крайняя правая точка на рисунке).

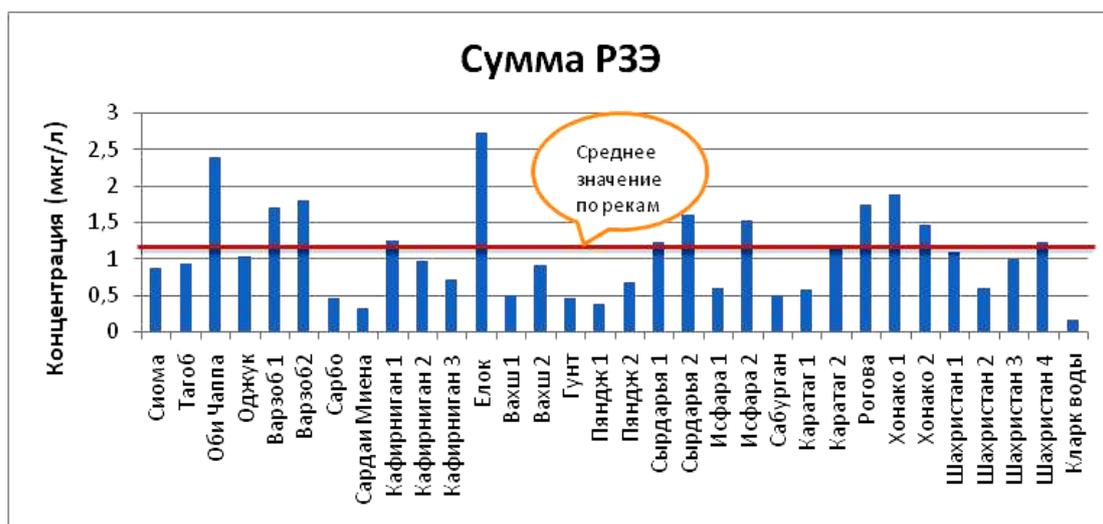


Рис. 9. Распределение суммы РЗЭ в реках

В реках Оби Чаппа, Варзоб, Елок, Сырдарья и Хонако отмечаются концентрации РЗЭ выше среднего значения по всем рекам (1,10 мкг/л). Наименьшие содержания РЗЭ приходятся на реки Сардаи Миёна и Пяндж 1.

Раздел 3.4. посвящен изучению сезонных (временных) вариаций физико-химических параметров воды в реках, стекающих с южных отрогов Гиссарского хребта. Основные физико-химические параметры (температура, рН, удельная проводимость, общий состав растворенных твердых веществ, соленость, растворенный кислород и окислительно-восстановительный потенциал) воды были измерены весенний паводковый период и осенью.

Общее количество растворенных твердых веществ состоит из органических и неорганических субстанций - минеральных веществ, солей, металлов и анионов, рассредоточенных в объеме воды. Низкие значения содержания общего состава растворенных веществ в водах связаны с гидро- и геохимическими свойствами в речном бассейне, концентрации варьируют от 95 мг/л (Хонако) до 380 мг/л (Елок) в весенний паводковый период, и от 110 мг/л (Варзоб 1) до 370 мг/л (Елок) осенью, рис. 10.



Рис. 10. Сезонные вариации распределения общего состава растворенных веществ в водах рек

В реках Кафирниган, Каратаг и Хонако наблюдаются значительные повышения содержания общего состава растворенных веществ в водах осенью по сравнению с весенним сезоном.

Река Кафирниган подвержена значительным факторам загрязнения - сбросные воды системы орошения, недостаточно очищенные стоки очистных сооружений, сбросы арычной сети территории г. Душанбе и г. Кофарнихон.

Сравнение сезонных колебаний концентрации общего состава растворенных веществ и удельной проводимости, которая напрямую зависит от концентрации растворенных солей в водах, показали аналогичную схему.

Сезонные колебания распределения растворенных металлов в составе речных вод подтверждают зависимость химического состава воды от параметров водного стока. Максимальные содержания натрия в речных водах отмечены осенью, а минимальные содержания зафиксированы в период весеннего половодья. Для кальция гидрохимический режим отличается. В горных реках (Варзоб и низовья Кафирнигана) отмечены минимальные значения концентрации кальция в осенне-зимнюю межень, а в весеннее половодье – максимальные содержания. В долинных реках (низовья Кафирнигана и Елок) содержания кальция в межень выше, чем в период половодья.

Содержание железа и марганца в составе речных вод осенью ниже по сравнению в весеннее половодье. Снижение концентраций Fe и Mn осенью, в период минимального водного стока, вероятно, объясняется их взаимодействием с речной взвесью и последующей седиментацией.

Биогенные и токсичные микроэлементы в составе речных вод распределены не равномерно, и их содержания являются значительно ниже, чем ПДК. Остановимся лишь на сезонных вариациях распределения урана.

На рисунке 11 показаны распределения урана в водах рек весной и осенью.

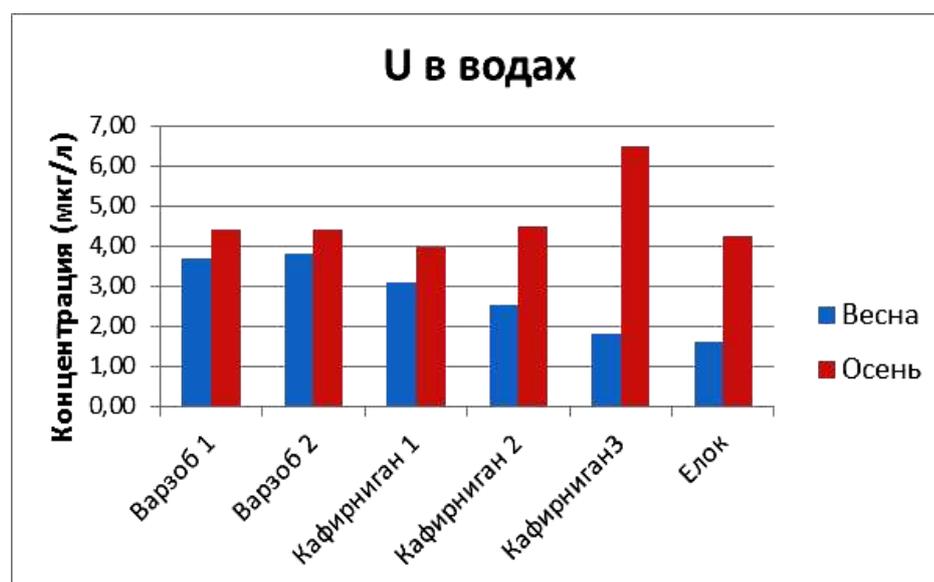


Рис.11. Распространение урана в водах рек осенью и весной

Измеренные концентрации урана варьируют от 1,5 мг/л (Елок) до 3,7 мг/л (Варзоб 1) весной, и от 4,0 мг/л (Кафирниган 1) до 6,5 мг/л (Кафирниган 3). Диаграмма показывает, что содержание U в составе вод в осенний период повышается по сравнению с весной. Для реки Кафирниган наблюдается значительное повышение концентрации U в водах вниз по течению реки для проб, отобранных осенью.

В целом, изученные сезонные изменения физико-химических параметров воды в реках показывают на сильную зависимость от параметров водного стока и гидрогеохимических характеристик территорий бассейна рек.

В четвертой главе на основании данных НАА, выполненных в ИЯФ АН РК, изучено влияние Кайракумского водохранилища на физико-химические параметры воды в Сырдарье [А6].

На реке Сырдарья были выбраны две точки, одна на границе с Узбекистаном в кишлаке Булок (на входе в Кайракумское водохранилище) и вторая на выходе из города Ходжента. Основные физико-химические характеристики воды в двух точках измерения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Физико-химические параметры воды в двух точках измерения

Точки отбора	рН	Соли (мг/л)	Растворенные веществ. (мг/л)	Удельная проводимость (мС/см)	Редокс-потенц. (мВ)	О ₂ растворен. (%)	О ₂ растворен. (мг/л)
Булок	7,93	920	1111	1,732	413	104,5	8,02
Ходжент	8,04	700	821,1	1,323	418	109,3	8,75

В общий состав растворенных веществ также входят металлы и органические соединения. Органические соединения в своей массе значительно превы-

шают металлы. На входе в водохранилище концентрация общего состава растворенных веществ, солей и органических веществ больше, чем на выходе из водохранилища, таблица 6.

Таблица 6

Физико-химические параметры воды в двух точках отбора проб

Точки отбора проб и показатели	Общий состав раств. веществ (мг/л)	Соли (мг/л)	Орган.(мг/л)	Са (мг/л)		Na (мг/л)		Fe (мг/л)	
				Взв.	Раст.	Взв.	Раст.	Взв.	Раст.
Булок	1111	920	191	7,2	109	0,68	117	1,51	0,017
Ходжент	821,1	700	121,1	0,17	101	0,06	81	0,06	0,014
Отношение	1,31	1,31	1,58	42	1,08	11,3	1,44	25,2	1,21
% (выпадения)	26	24	36,7	97,6	7,3	91,2	30,2	96	17,7

Где: Взв.- взвешенные, Раст.- растворенные. Отношение- отношение концентраций элементов в воде в точке Булок к Ходженту.

Из табл.ю 6 видно, что концентрация растворенных в воде кальция и натрия в десятки раз превышает их концентрацию в суспензиях. Все приведенные параметры уменьшаются по мере прохождения воды через Кайракумское водохранилище. Уменьшается общий состав растворенных в воде веществ на 26%, общее количество растворенных в воде солей на 24% и растворенных органических веществ на 36,7 %. Органические вещества разлагаются в результате биохимических и химических процессов.

Соединения кальция и натрия хорошо растворяются в воде и их исходное содержание во взвешенном состоянии (в суспензиях) в десятки раз меньше, чем в растворенном состоянии. Иная ситуация складывается с труднорастворимыми соединениями железа. Содержание железа во взвеси почти в 90 раз больше, чем в растворенной фракции воды.

По мере прохождения воды через водохранилище макроэлементы выпадают в осадки, особенно из взвешенного состояния (более 90 %). Можно было бы ожидать более сильное выпадение элементов в осадки, но водохранилище имеет свое течение, вода не является статичной.

Иначе обстоит дело с растворенной в воде частью макроэлементов. Они значительно медленнее выпадают в осадок. Соединения макроэлементов, присутствующие в растворенной форме, также принимают участие в био- и геохимических реакциях, в результате изменения химической структуры могут выпадать в осадки. Наиболее интенсивно до 30% уменьшается концентрация натрия, как химически активного элемента. До 18% железа уменьшается вследствие окислительно-восстановительных реакций и гидролиза. Меньше всего в осадок выпадает кальция - 7%.

В ходе проведения НАА образцов воды и водного фильтрата были определены содержания следующих 31 микроэлемента (в алфавитном порядке): Ag, As, Au, Ba, Br, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Hf, Hg, La, Lu, Mo, Nd, Ni, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Sr, Ta, Tb, Th, U, W, Yb, Zn, Zr. Среди определяемых элементов были токсиканты и биогенные элементы. Такие элементы как Ce, Eu, Hf, La, Lu, Nd, Sc и Yb относятся к группе редкоземельных элементов и их воздействие на биотопы плохо изучено.

На рисунке 12 представлена картина распределения концентраций элементов в водных суспензиях в двух точках наблюдения.

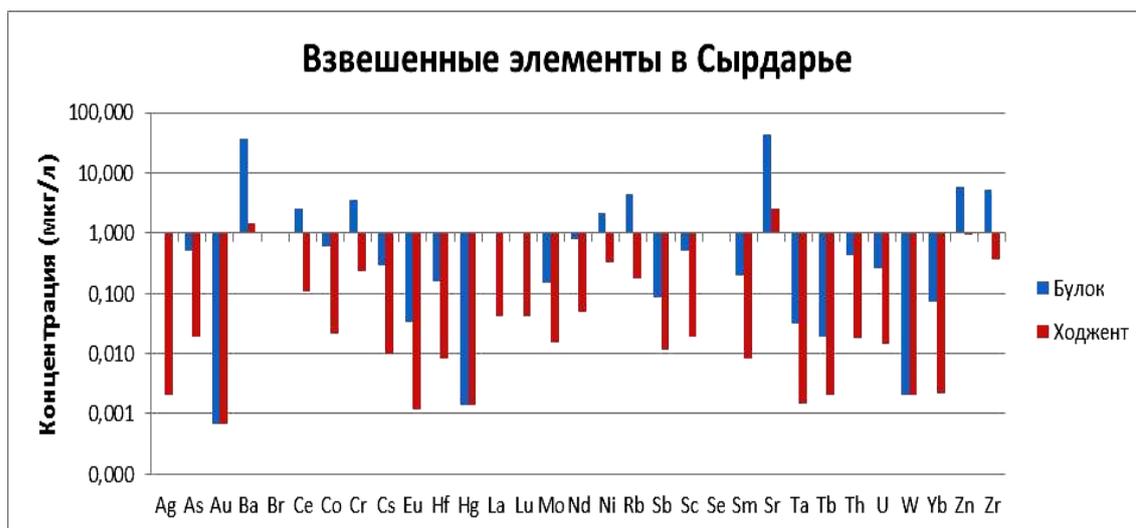


Рис. 12. Концентрация взвешенных в воде элементов (суспензий) в двух точках Сырдарьи: Булок и Ходжент

Из рисунка видно, что концентрации элементов в начале водохранилища намного выше, чем в реке в районе Ходжента.

Концентрация растворенных в воде микроэлементов в зависимости от точки отбора меняется значительно слабее, рисунок 13.

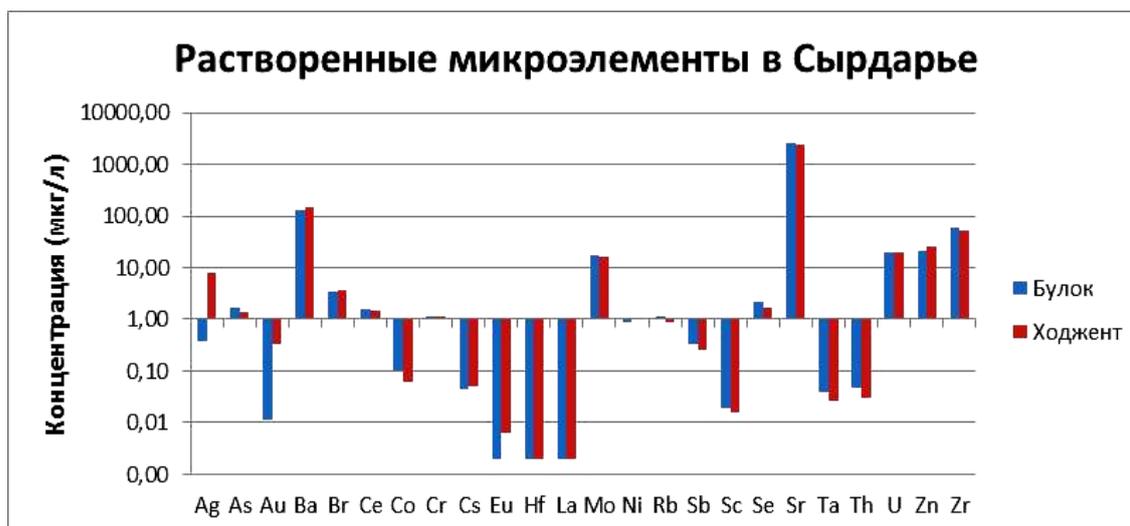


Рис. 13. Концентрация растворенных в воде Сырдарьи микроэлементов

С экологической точки зрения наиболее важной является концентрация растворенных в воде элементов. При водопотреблении вода обычно подвергается отстаиванию или фильтрации, в ходе которых резко уменьшается количество взвешенных веществ. Для уменьшения растворенной в воде части металлов требуются сложные физико-химические методы очистки, которые не доступны в сельской местности.

В исследуемых водах были зарегистрированы токсичные элементы. Токсичные элементы разделяются на три класса опасности [1]. К классу особо опасных элементов (1 класс опасности) относятся As и Hg. Ртуть не содержится (или концентрация находится ниже предела обнаружения) в растворенной фракции воды. Ряд определенных элементов относятся ко 2 и 3 классу опасности. Концентрации токсичных элементов в исследованных объектах, кларки в

речных водах[7] и нормы ПДК согласно ГН РФ для растворенных в воде металлов [1]приведены в таблице 7.

Таблица 7

Концентрации микроэлементов в водах, кларки в речных водах и ПДК

	Точка отбора	Концен. взвешен. (мкг/л)	Концен. раствор. (мкг/л)	Кларк воды (мкг/л)	ПДК раствор. (мкг/л)	Концен. раствор./ ПДК	Класс опасности
Ag	Булок	н.д.	0,38	0,3	50	0,0076	2
	Ходжент	0,002	7,85			0,157	
As	Булок	0,54	1,63	2	10	0,163	1
	Ходжент	0,019	1,35			0,135	
Ba	Булок	37,35	126,4	10	700	0,18	3
	Ходжент	1,43	148,8			0,21	
Co	Булок	0,595	0,1	0,2	100	0,001	2
	Ходжент	0,021	0,06			0,0006	
Cr	Булок	3,64	1,14	1	50	0,023	3
	Ходжент	0,23	1,12			0,022	
Hg	Булок	0,01	н.д.	0,07	0,5	0	1
	Ходжент	0,01	н.д.			0	
Fe	Булок	1500	170	67	300 (1000)	0,57	3
	Ходжент	570	140			0,47	
Mo	Булок	0,145	17,7	1	250	0,071	2
	Ходжент	0,015	16			0,064	
Na	Булок	678	116500	6300	200000	0,58	2
	Ходжент	60	80700			0,4	
Ni	Булок	2,18	0,87	0,3	20	0,044	2
	Ходжент	0,32	н.д.			0	
Sb	Булок	0,086	0,34	1	5	0,07	2
	Ходжент	0,012	0,25			0,05	
Se	Булок	н.д.	2,13	0,02	10	0,23	2
	Ходжент	н.д.	1,7			0,17	
Sr	Булок	42,73	2600	50	7000	0,37	2
	Ходжент	2,6	2380			0,34	
U	Булок	0,26	20,06	н.д.	100	0,2	2
	Ходжент	0,014	19,3			0,2	
Zn	Булок	5,93	21,5	20	1000	0,022	3
	Ходжент	0,96	25,8			0,023	

н.д – нет данных.

В таблице приведены только те элементы, которые имеются в перечне ГН, содержание остальных элементов в воде не нормированы.

Содержание отдельно взятых токсичных элементов не превышают их ПДК, в тоже время наличие 11 токсичных элементов требуют суммирования

воздействия каждого элемента, с этой целью используется лимитирующий показатель вредности воды (Ψ). Лимитирующий показатель вредности учитывается при одновременном присутствии в воде нескольких вредных веществ. Так как в водах присутствуют несколько элементов 1 и 2 класса опасности, то сумма отношений фактической концентрации каждого элемента ($C_1, C_2, C_3 \dots$) к их ПДК будет характеризовать степень опасности вод. Элементы 3 класса опасности обычно не учитываются. Для экологически чистых вод сумма отношений не должна превышать единицы.

В водах Сырдарьи были определены элементы 1 класса опасности As и Hg. Ко 2 классу опасности относятся Ag, Co, Mo, Na, Ni, Sb, Se, Sr и U. Расчет лимитирующего показателя вредности воды производится по формуле (5):

$$\psi = \sum_{i=1}^{11} \frac{C_i(\text{Булок})}{\text{ПДК}_i} - \sum_{i=1}^{11} \frac{C_i(\text{Ходжент})}{\text{ПДК}_i} = 1,7366 - 1,5166 = 0,22 \quad (5)$$

Сумма отношений концентрации 11 элементов к их ПДК для элементов 1 и 2 класса опасности $C_i/\text{ПДК}_i$ для точки Булок равна 1,7366. Такая же сумма для точки отбора Ходжент равна 1,5166. При прохождении воды через Кайракумское водохранилище лимитирующий показатель вредности воды уменьшается на фактор 0,22.

Глава пятая посвящена изучению качества воды в Амударье и ее основных притоках. Среди всех трансграничных рек Таджикистана Амударья выделяется особо, она практически полностью формируется на территории Таджикистана. Физико-химические параметры качества воды в Амударье и в ее притоках могут характеризовать общее экологическое состояние в бассейнах рек. В данной главе представлены результаты обработки данных о содержании в растворенной фракции воды макро- и микроэлементов, полученных в результате проведения НАА в ИЯФ РК.

Были измерены основные физико-химические параметры воды в трех точках, выбранных в низовьях основных притоков Амударьи - реках Пяндж, Вахш и Кафирниган.

Распределение общего состава растворенных веществ, солей и органических веществ на выбранных точках показано на рисунке 14.

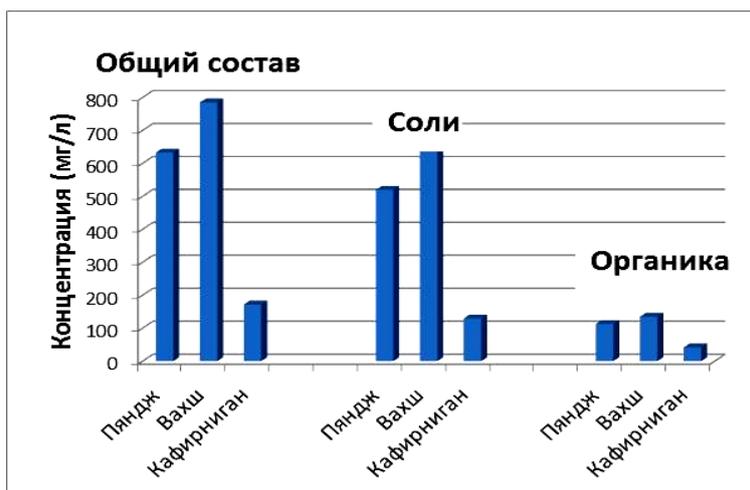


Рис. 14. Физико-химические параметры воды в низовьях притоков Амударьи

В проанализированных пробах были определены 24 следующих элемента (в алфавитном порядке) As, Au, Ba, Ca, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, La, Lu, Mn, Na, Rb, Sb, Se, Sc, Sm, Ta, Th, U, Yb, Zn. Выявлены некоторые закономерности их распределения.

Распределение Ca, Na и Fe, растворенных в водах, показано на рисунке 15 и хорошо согласуется с распределением общих растворенных веществ и солей (рис.14).

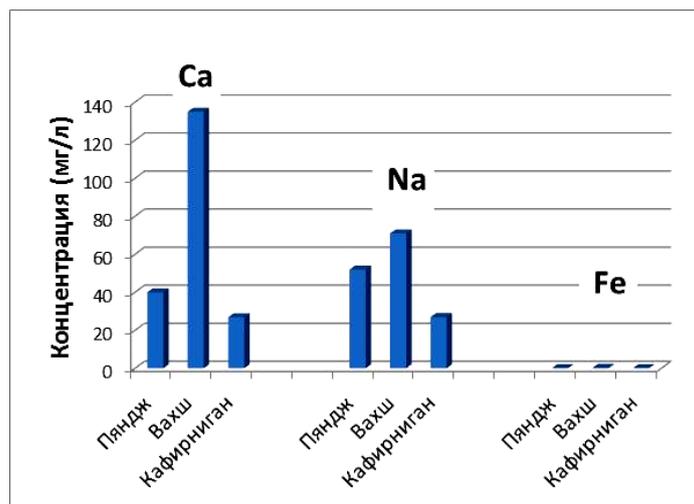


Рис. 15. Распределение концентрации растворенных в воде рек макроэлементов

На рисунке 16 показано распределение концентрации растворенных микроэлементов в водах рек.

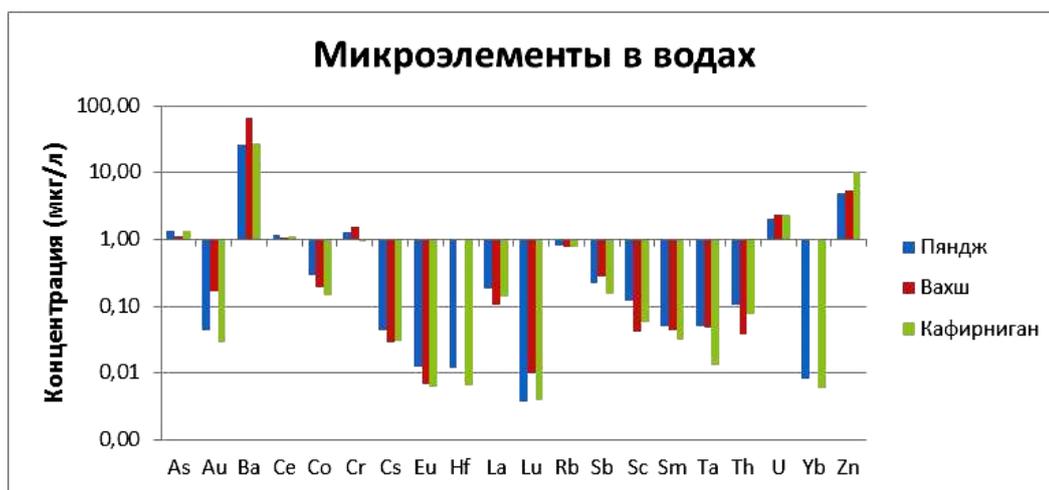


Рис. 16. Распределение концентрации растворенных микроэлементов

Изучения показали, что концентрации кальция, натрия и соответственно растворенных солей оказались высоки в низовьях рек Пяндж и Вахш. Повышенные концентрации кальция и натрия и соответственно солей могут иметь как природное, так и техногенное происхождение.

В результате обработанных данных исследований можно показать, что в водах бассейна Амударьи концентрационный ряд растворенных форм металлов

имеет вид: Ca>Na>>Fe>Ba>Zn>>Mn>U>As>Cr>Rb>Ce>Sb>>Co>Th>Cs>Ta>Sc>Sm>Au>Tb>Eu>Yb>Hf>Lu.

Таблица 8

Концентрации микроэлементов в водах, кларк [7] и их ПДК [1]

	Реки	Концентрация (мкг/л)	Кларк в воде (мкг/л)	ПДК (мкг/л)	Конц./ ПДК	Класс опасности
As	Пяндж	1,33	2	10	0,133	1
	Вахш	1,12			0,112	
	Кафирниган	1,34			0,134	
Ba	Пяндж	26	10	700	0,038	3
	Вахш	65			0,09	
	Кафирниган	28			0,04	
Co	Пяндж	0,29	0,2	100	0,003	2
	Вахш	0,19			0,002	
	Кафирниган	0,15			0,0015	
Cr	Пяндж	1,3	1	50	0,03	3
	Вахш	1,53			0,03	
	Кафирниган	0,94			0,02	
Fe	Пяндж	190	67	300	0,63	3
	Вахш	270			0,9	
	Кафирниган	170			0,57	
Na	Пяндж	52000	6300	200000	0,26	2
	Вахш	70000			0,35	
	Кафирниган	27000			0,135	
Sb	Пяндж	0,22	1	5	0,044	2
	Вахш	0,28			0,056	
	Кафирниган	0,15			0,03	
U	Пяндж	2,02	нд	100	0,02	2
	Вахш	2,32			0,023	
	Кафирниган	2,32			0,023	
Zn	Пяндж	5	20	1000	0,005	3
	Вахш	5,3			0,005	
	Кафирниган	10,5			0,01	

Среди микроэлементов присутствуют и токсические элементы (мышьяк, сурьма и другие). Содержание отдельно взятых токсичных элементов не превышает их ПДК, в тоже время наличие токсичных элементов первого и второго класса опасности требуют суммирования воздействия каждого элемента.

Лимитирующий показатель вредности (Ψ) учитывается при одновременном присутствии в воде нескольких вредных веществ. В водах притоков Аму-

дарьи были определены следующие элементы: 1 класса опасности - As и 2 класса опасности - Co, Na, Sb, U (табл. 8).

Сумма отношений концентрации токсичных элементов к их ПДК для элементов 1 и 2 класса опасности $C_i/ПДК_i$ для реки Пяндж равна 0,46, для реки Вахш равна 0,543 и реки Кафирниган равна 0,3235. Следует учитывать, что некоторые из токсичных элементов оказались неопределяемыми для наших анализов, и при их более полном учете лимитирующий показатель вредности воды увеличится. Наиболее чистая вода оказалась в реке Кафирниган.

Модельный расчет лимитирующего показателя вредности воды для Амударьи в точке пересечения границы Таджикистана и Узбекистана может быть произведен по формуле:

$$\psi = \sum_{i=1}^5 \frac{C_i(\text{Пяндж})}{ПДК_i} K_1 + \sum_{i=1}^5 \frac{C_i(\text{Вахш})}{ПДК_i} K_2 + \sum_{i=1}^5 \frac{C_i(\text{Кафир})}{ПДК_i} K_3 \quad (6)$$

где, C_i - концентрация отдельно взятого элемента и его $ПДК_i$. Коэффициенты K_1 , K_2 и K_3 соответственно вклад рек Пяндж, Вахш и Кафирниган в водный баланс Амударьи. Река Пяндж имеет среднегодовой расход воды 1032 м³/с, Вахш 660 м³/с и Кафирниган 166 м³/с [8]. Каждая река вносит вклад в водный баланс Амударьи в объеме Пяндж $K_1=0,555$, Вахш $K_2=0,356$ и Кафирниган $K_3=0,089$. Расчетный коэффициент лимитирующей вредности воды для реки Амударья в точке пересечения границы Таджикистана и Узбекистан равен 0,4774, и воду в реке можно считать чистой.

Таким же образом подсчитано количество солей в Амударье. Количество солей, выносимые притоками равно Пяндж 520 мг/л, Вахш - 650 мг/л и Кафирниган- 130 мг/л. С учетом водного баланса Амударьи получается следующее значение - 518,7 мг/л. Такое количество солей находится на границе пресных и солоноватых вод.

Разделы 5.1 и 5.2. посвящены эколого-аналитической оценке качества воды в реках Варзоб, Кафирниган и их притоках [А6, А7]. Эти реки составляет основу водопользования города Душанбе. Воды рек и их притоков являются пресными. Наибольшее содержание растворимых веществ (387,6 мг/л) и солей (300 мг/л) приходится на приток Елок.

В проанализированных методом НАА пробах были определены 23 следующих элемента (в алфавитном порядке) As, Ba, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, La, Lu, Mn, Na, Rb, Sb, Sc, Sm, Tb, Th, U, Yb, Zn.

Содержание макроэлементов в водах оказались меньше значений соответствующих ПДК, за исключением железа (Варзоб 1).

Мышьяк преимущественно распространен в реках, берущих начало на южных отрогах Гиссарского хребта. Максимальная концентрация зарегистрирована в реке Сиома (всего лишь в три раза меньше, чем ПДК). В нижних течениях концентрация мышьяка падает благодаря разбавлению другими водами и выпадению в осадок. Наибольшая концентрация сурьмы приходится на приток Варзоба Оби Чаппа и Кафирниган 3 (в два раза меньше, чем ПДК).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены работы по обработке и интерпретации данных по физико-химическим характеристикам воды из 31 точки отбора проб основных рек Таджикистана в период половодья. Измерения были проведены в рамках международного проекта «НАВРУЗ» по изучению радиоэкологической и геохимической чистоты трансграничных рек Центральной Азии.

Измеренный параметр рН свидетельствует, о том, что воды во всех основных реках Таджикистана являются слабощелочными. Вода во всех горных реках Таджикистана является пресной. В низовьях трансграничных рек Таджикистана вода с повышенной минерализацией.

Измеренные окислительно-восстановительные потенциалы в воде находятся в пределах 348÷647 мВ.

Проведенные измерения концентрации растворенного в воде кислорода, показали, что все реки в достаточной степени насыщены кислородом. Наибольшая концентрация кислорода наблюдается в горных реках.

В проанализированных пробах были определены 24 макро- и микроэлементы и выявлены некоторые закономерности их распределения. Наибольшие содержания кальция и натрия обнаружены в реке Сырдарья и в низовьях рек Пяндж, Вахш и Исфара. Горные реки и особенно реки Шахристан и Варзоб оказались богаты железом. В некоторых из них наблюдается превышение содержания железа над ПДК.

Из числа биогенных микроэлементов, определяемыми оказались хром, кобальт и цинк. В реках Таджикистана наблюдается неравномерное распределение этих микроэлементов. Наибольшая концентрация урана встречается в реке Сырдарья. Показано распределение редкоземельных элементов в водах.

Сезонные изменения физико-химических характеристик воды и распределения растворенных металлов в водах подтверждают зависимость химического состава воды от параметров водного стока и гидрогеохимических характеристик территорий бассейна рек.

Исследовано влияние Кайракумского водохранилища на параметры воды в реке Сырдарья в двух точках отбора образцов - в начале водохранилища и за пределами водохранилища. При прохождении воды через водохранилище уменьшается общий состав растворенных в воде веществ на 26%, общее количество растворенных в воде солей на 24% и растворенных органических веществ на 36,7%. Макроэлементы выпадают в осадки, особенно из взвешенного состояния (более 90%). Из растворенных в воде металлов наиболее интенсивно до 30% уменьшается концентрация натрия, как химически активного элемента. На 18% уменьшается содержание железа. Меньше всего в осадок выпадает кальций - 7%.

В ходе проведения НАА образцов воды и водного фильтрата на реакторе ИЯФ АН РК были определены содержание 31 микроэлемента. В водах Сырдарьи были определены элементы 1 класса опасности As, Hg и 2 класса опасности Ag, Co, Mo, Na, Ni, Sb, Se, Sr и U.

Сумма отношений концентраций 11 токсичных элементов к их ПДК для 1 и 2 класса опасности $C_i/ПДК_i$ для точки Булок равна 1,7366. Такая же сумма для точки отбора Ходжент равна 1,5166. При прохождении воды через Кайракумское водохранилище лимитирующий показатель вредности воды уменьшается на фактор 0,22. Таким образом, Кайракумское водохранилище значительно улучшает качество воды в среднем течении реки Сырдарья.

Проведена работа по обработке и интерпретации данных о чистоте воды в основных притоках Амударьи. Измерения физико-химических параметров воды показали, что воды в реках Пяндж и Вахш являются с повышенной минерализацией, концентрация солей больше 500 мг/л. Вода в реке Кафирниган является пресной (130 мг/л). Изучено распределение таких макро- и микроэлементов.

В водах рек были определены следующие токсиканты 1 класса опасности -As и 2 класса опасности - Co, Na, Sb и U.

Лимитирующий коэффициент вредности вод, равный сумме отношений концентрации токсичных элементов к их ПДК, для элементов 1 и 2 класса опасности $C_i/ПДК_i$ для реки Пяндж равен 0,46, для реки Вахш равен 0,543 и реки Кафирниган 0,3235. Расчетный коэффициент лимитирующей вредности воды для реки Амударья в точке пересечения границы Таджикистана и Узбекистан равен 0,4774. Расчетное количество солей в воде Амударьи равно 518,7 мг/л.

Проведена обработка и интерпретация данных о физико-химических характеристиках и содержания растворенных металлов в водах рек Варзоб, Кафирниган и их основных притоках. Воды рек являются пресными. Содержание токсичных элементов значительно меньше значений соответствующих ПДК.

Лишь в некоторых точках содержание мышьяка и сурьмы меньше ПДК от 2 до 5 раз, остальных элементов в десятки раз.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Салибаева, З.Н.** Гидрогеохимические параметры качества воды в реках Таджикистана. Часть 1. Физико-химические характеристики вод / Д.А.Абдушукуров, Т.Давлатшоев, А.А.Джураев, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева // Вестник Таджикского Национального университета, Серия естественных наук.- 2014. - 1/2 (130) - С. 128-136.

2. **Салибаева, З.Н.** Гидрогеохимические параметры качества воды в реках Таджикистана. Часть 2. Содержание макроэлементов в водах /Д.А.Абдушукуров, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева // Там же. - С. 151-156.

3. **Салибаева, З.Н.** Гидрогеохимические параметры качества воды в реках Таджикистана. Часть 3. Содержание микроэлементов в водах /Д.А.Абдушукуров, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева // Вестник Таджикского Национального университета, Серия естественных наук. –2014 - 1/3 (134) - С. 110-117.

4. **Салибаева, З.Н.** Оценка качества воды в реке Кафирниган и её основных притоках /Д.А.Абдушукуров, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева. Там же. – 2014. - 1/3 (134) - С. 164-170.

5. **Салибаева, З.Н.** Эколого-аналитическая оценка качества воды в реке Варзоб и ее притоках / Д.А.Абдушукуров, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева // Вестник Таджикского Национального университета, Серия естественных наук. – 2015.– 1/1 (156) – С. 141-147.

6. **Салибаева, З.Н.** Редкоземельные элементы в составе вод рек Таджикистана / Д.А.Абдушукуров, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева // Вестник Таджикского

Национального университета, Серия естественных наук. – 2015. – 1/2 (160) – С. 195-199.

7. **Салибаева, З.Н.** Влияние Кайракумского водохранилища на физико-химические параметры воды в р. Сырдарье / Д.А.Абдушукуров, Х.Пасселл, З.Н.Салибаева // Вода: химия и экология. - М.: - 2014. - №8(74) - С. 10-16.

8.

9.

10.

11.

Монография

12. **Салибаева, З.Н.** Гидрогеохимические параметры качества воды в реках Таджикистана /Д.А.Абдушукуров, З.Н.Салибаева / ISBN: 978-3659-62661-6, изд. Ламберт. ФРГ.- 2014 .- 130 с.

Материалы конференций:

13. **Салибаева, З.Н.** Экологические характеристики воды в основных реках Таджикистана /Д.А. Абдушукуров, З.Н. Салибаева // Материалы X Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии – 2014». - Белоруссия, Гродно. – 2014. – Ч.2. - С. 8-10.

14. **Салибаева, З.Н.** Элементный анализ образцов воды в реках Таджикистана / Д.А.Абдушукуров, А.А. Джураев, З.Н. Салибаева // Материалы Республиканской конференции «Ядерно-физические методы анализа состава биологических, геологических, химических и медицинских объектов». – Таджикистан, Душанбе, ТНУ. – 2014. - С. 45-48.

15. **Салибаева, З.Н.** Распространенность редкоземельных элементов в речных водах Таджикистана /Д.А. Абдушукуров, З.Н. Салибаева // Материалы научной конференции «Современные проблемы естественных и социально-гуманитарных наук», посвященная 10-летию НИИ ТНУ. – Таджикистан, Душанбе, НИИ ТНУ. - 2014. – С. 109-110.

16. Салибаева, З.Н. Экологическая оценка качества воды рек Таджикистана Варзоб и Кафирниган /Дж.А. Абдушукуров, З.Н. Салибаева// Материалы Международной научно-практической конференции «Экология на современном этапе развития общества». - Белоруссия, Барановичи.– 2014. - С. 8-13.

17. Салибаева, З.Н. Тяжелые металлы в водах реки Сырдарья /Д.А. Абдушукуров, З.Н. Салибаева // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной международному десятилетию действий «Вода для жизни». – Таджикистан, Чкалов. – 2015. - С. 4-8.

18. Салибаева, З.Н. Влияние Кайракумского водохранилища на экологию Сырдарьи /Д.А. Абдушукуров, А.А. Джураев, З.Н. Салибаева // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 1150-летию учёного-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абу Бакра Мухаммада ибн Закария Рази. – Таджикистан, Душанбе. – 2015. - С. 169-171.

Резюме

В автореферате не надо приводить цитируемую лит-ру – указать лишь автор, год.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования согласно Гигиеническим нормативам РФ (ГН 2.1.5.1315-

03).[Электронный ресурс]. http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/ datanormativ/ 41/41363/index.php

2. Кларки речной воды (растворённая форма) по А. П. Виноградову (1967).[Электронный ресурс]. <http://ru.wikipedia.org>

3. Руководство по отбору проб воды и донных отложений на станциях мониторинга качества поверхностных вод бассейна Аральского моря / Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт им. В.А. Бугаенко (САНИГМИ). - Ташкент, 2000. – 45 с.

4. Ryves T.B., Paul E.B. // J. Nucl. Energy. - V. 22. - 1968. - P. 759-775.

5. Фронгасьева, М.В. Нейтронный активационный анализ в науках о жизни / Физика элементарных частиц и атомного ядра, т. 42, вып. 2. - 2011.

6. Солоноватая вода. [Электронный ресурс] http://ru.wikipedia.org/wiki/Солоноватая_вода

7. Чертко Н.К., Чертко Э.Н. Геохимия и экология химических элементов, Минск: Издательский центр БГУ, 2008.- 137с.

8. Шульц В. Л., Реки Средней Азии, 2 изд., ч. 1-2, Л., 1965 [Электронный ресурс]. http://enc-dic.com/enc_sovet/Amudarja-68824.html

Таблица 1

Точки отбора образцов и их географические координаты

	Образцы	Реки	Расположение точек отбора	Широта	Долгота
1	TJ-25	Сиома	Приток Варзоб	38°54'	68°44'
2	TJ-28	Тагоб	Приток Варзоб	38°50'	68°50'
3	TJ-29	Оби Чаппа	Приток Варзоб	38°47'	68°49'
4	TJ-30	Оджук	Приток Варзоб	38°46'	68°49'
5	TJ-01	Варзоб 1	18 км выше Душанбе	38°42'	68°47'
6	TJ-02	Варзоб 2	9 км ниже Душанбе	38°31'	68°46'

7	TJ-67	Сарбо	1 км выше слияния с Сардаи Миёна, приток Кафирниган	38°47'	69°19'
8	TJ-66	Сардаи Миёна	1 км выше слияния с Сорбо, приток Кафирниган	38°43'	69°19'
9	TJ-03	Кафирниган 1	1 км выше слияния с Варзобом	38°29'	68°46'
10	TJ-04	Кафирниган 2	3 км ниже слияния с Елоком	38°27'	68°44'
11	TJ-05	Кафирниган 3	Железнодорожный мост Шартуз	37°16'	68°8'
12	TJ-06	Елок	1 км выше слияния с Кафирниганом	38°28'	68°47'
13	TJ-08	Вахш 1	Поселок Чорсада	38°48'	69°52'
14	TJ-07	Вахш 2	Железнодорожный мост Джиликуль	37°33'	68°31'
15	TJ-09	Гунт	Окраина (выход) Хорога	37°49'	71°53'
16	TJ-10	Пяндж 1	Мост поселка Тем	37°54'	71°50'
17	TJ-11	Пяндж 2	Мост поселка Нижний Пяндж	37°11'	68°35'
18	TJ-31	Сырдарья 1	Кишлак Булок	40°33'	70°32'
19	TJ-13	Сырдарья 2	Западная окраина Ходжента	40°17'	69°37'
20	TJ-14	Исфара 1	Граница с Кыргызстаном	39°51'	70°32'
21	TJ-15	Исфара 2	Поселок Работ (до Ферганского канала)	40°18'	70°33'
22	TJ-68	Сабурган	Приток Каратаг	38°41'	68°22'
23	TJ-69	Каратаг 1	500 м от слияния с Сабургун	38°41'	68°22'
24	TJ-58	Каратаг 2	Кишлак Батош	38°34'	68°19'
25	TJ-70	Рогова	Приток Хонако	38°39'	68°34'
26	TJ-71	Хонако 1	1 км от слияния с Рогова, кишлак Ду-така	38°39'	68°34'
27	TJ-59	Хонако 2	Кишлак Хирманак	38°35'	68°33'
28	TJ-74	Шахристан 1	Начало перевала Шахристан, со стороны Шахристана	39°34'	68°36'
29	TJ-72	Шахристан 2	Начало перевала Шахристан, со стороны Шахристана	39°35'	68°34'
30	TJ-73	Шахристан 3	Начало перевала Шахристан, со стороны Шахристана	39°35'	68°34'
31	TJ-75	Шахристан 4	Конец перевала Шахристан, со стороны Айни	39°27'	68°32'

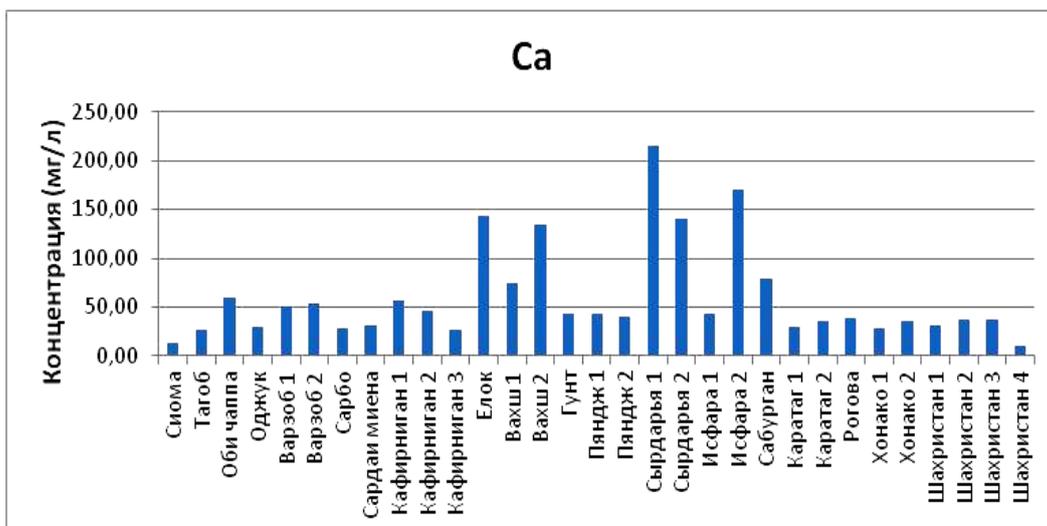


Рис.5. Распределение концентрации кальция в водах

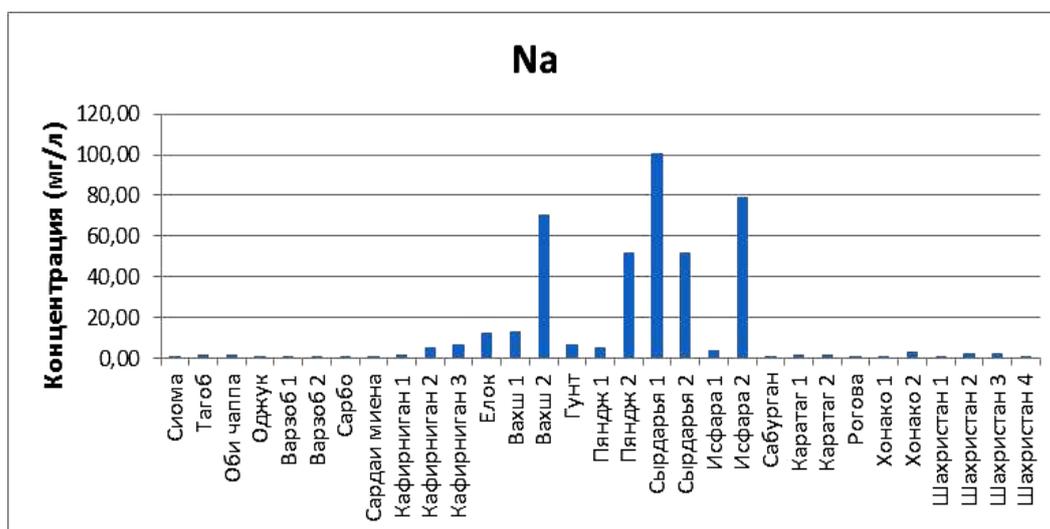


Рис. 6. Распределение концентрации натрия в водах рек