

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ им. акад. Г.А.АЛИЕВА**

На правах рукописи

ЖАНБЕКОВ ХАЙРУЛЛА НЫШАНОВИЧ

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО И
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОГО БАССЕЙНА
РЕКИ СЫРДАРЬИ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

2508.01 – Геоэкология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора наук о Земле

БАКУ – 2015

Работа выполнена в Казахском национальном педагогическом университете им. Абая на кафедре химии.
(г.Алматы, Республика Казахстан)

Научный консультант: доктор химических наук,
академик НАН ВШК **Мусабеков К.Б.**
член-корреспондент ИАН РК
доктор химических наук **Кетегенов Т.А.**

Официальные оппоненты: доктор химических наук, профессор,
член-корр. НАНА **Мустафаев И.И.**

доктор технических наук,
профессор **Бестерков У.**

доктор географических наук,
профессор **Халилов Т.А.**

Ведущая организация: Научно-исследовательский институт
водных проблем отдел «Охрана водных
объектов»

Защита диссертации состоится «05» июня 2015 года в 14⁰⁰ час.
на заседании Диссертационном Совете Д 01.091 при институте Географии имени Г.А.Алиева НАН Азербайджана.

Адрес: Az 1143, г.Баку, проспект Г.Джавида 115, институт Географии имени Г.А.Алиева НАН Азербайджана.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института Географии имени Г.А.Алиева НАН Азербайджана.

Автореферат разослан «04» мая 2015 года.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета, Д.01.091,
кандидат географических наук, доцент



Гасанов М.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Состояние и актуальность проблемы. Диссертационная работа посвящена исследованию экологической оценке химического и радиоактивного загрязнения водного бассейна реки Сырдарья в пределах территории Республики Казахстан (1997- 2012 гг.). В первой главе приведена физико-географическая характеристика бассейна реки Сырдарья. Проанализированы и обобщены имеющиеся в литературе данные о причинах загрязнения речных вод минеральными удобрениями, тяжелыми металлами и радионуклидами, их физико-химические характеристики, влияющие на качество поверхностных вод. Выявлено влияние остатков загрязняющих веществ на здоровье человека. В конце главы приведены современные физико-химические методы анализа поверхностных вод. Во второй главе описаны характеристики исходных компонентов, растворителей и других реагентов, а также использованные физико-химические методы анализа, методы отбора проб воды; методики расчетов: индексов загрязненности воды, экологического риска, коэффициента миграции и интерпретации данных радионуклидов. В третьей главе приведены основные результаты исследования: минерализация и ионный состав воды, режим и динамика распределения соединений азота и фосфора в воде р.Сырдарья в многолетнем цикле; оценка качества воды по гидрохимическим показателям. В четвертой главе приведены изменение концентрации тяжелых металлов в воде в различные сезоны, дана оценка качества воды по индексам загрязнения и рыбохозяйственного использования, зависимость содержания тяжелых металлов от величины рН и концентрации главных ионов и биогенных элементов. Приведены интенсивность миграции тяжелых металлов в воде и содержание тяжелых металлов в донных отложениях реки Сырдарья, а также возможные химические процессы, протекающие в системе «вода - донные отложения - почва». В пятой главе представлено распределение радиоактивных веществ в воде реки Сырдарья по течению в многолетнем цикле; дана оценка годовых ожидаемых доз внутреннего облучения. В шестой главе дана разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности природной воды реки Сырдарья и рекомендации по созданию технических средств защиты водохозяйственных объектов. Заключение содержит конкретные выводы по результатам диссертационных исследований, оценку полноты решений поставленных задач. В этой связи комплексное многолетнее исследование загрязнения воды реки Сырдарья остаточными ионами минеральных удобрений, тяжелыми металлами и радионуклидами имеет практическое и теоретическое значение.

Конференция ООН по проблемам окружающей среды и развитию, прошедшая в 1992г. в Рио-де-Жанейро, в своих декларациях подчеркнула огромную значимость экологии в разработке и реализации

защиты жизнеспособности планеты, в выживании и устойчивом развитии человечества. В стратегии развития Казахстана 2050, одной из вызовов является – острый дефицит воды. Проблема водообеспечения остро стоит и в нашей стране. Нам не хватает качественной питьевой воды. Целый ряд регионов испытывает в ней острую потребность. Есть и геополитический аспект этой проблемы. Уже в настоящее время мы столкнулись с серьезным вопросом использования водных ресурсов трансграничных рек. Одной из таких рек является река Сырдарья. В настоящее время для южного региона республики, в том числе бассейна реки Сырдарья, характерны наиболее опасные проявления экологического кризиса, обозначенные в концепции экологической безопасности Казахстана: деградация почв; истощение и загрязнение водных ресурсов; необратимое сокращение биологического разнообразия и разрушение генетического фонда живой природы; накопление отходов антропогенной деятельности человека. Положение усугубляется переходом стран к рыночно ориентированной экономике, поскольку экологическое состояние реки усугубляется тем что, уже до вхождения ее на территорию Республики Казахстан, она протекая в верхнем и среднем течении по территории Центрально-Азиатских республик, загрязняется поступлением в нее сточных вод (СВ) многих предприятий по добыче и переработке углеводородного и химического сырья, центрами по переработке сельскохозяйственных продуктов и производства продукции легкой промышленности, канализационных и дождевых стоков городов, коллекторно-дренажных вод с хлопковых массивов и рисовых чеков.

В качестве главного притока Сырдарья на территории республики выступает река Арыс с мелкими притоками, где забор воды интенсивно используется на полив сельскохозяйственных угодий и промышленными предприятиями Южно-Казахстанской области (ЮКО) расположенными вдоль ее русла.

В последние годы отмечается отсутствие систематических геоэкологических исследований воды и экоаналитического контроля на содержание вод нитратами, тяжелыми металлами (ТМ) и донными отложениями (ДО) в пределах реки на территории Казахстана.

Мониторинг загрязнения поверхностных природных вод токсическими веществами, в том числе химический состав, тяжелые металлы и радионуклиды является неотъемлемой частью комплексной оценки состояния экосистем. Это важно для определения их накопления и распределения в экосистемах, а также оценки экологического состояния региона.

В связи с этим, изучение и установление закономерностей изменения состава и типа воды, процессов метаморфизации, режима и ди-

намики распределения токсикантов (ТМ и радионуклидами) является одной из сложных и важных задач химической экологии. Следует подчеркнуть, что в практике экокхимического анализа загрязняющих веществ проводимые загрязнения за отдельно взятые годы не достаточно отражают динамику загрязнения, поэтому нами проведено исследование в многолетнем цикле (1997-2012). Поэтому проблема современного состояния водного бассейна реки Сырдарья весьма актуальна, поскольку непосредственно связана с серьезными экологическими кризисами в регионе.

Степень разработанности проблемы. Установление закономерностей изменения уровней загрязняющих веществ в речных водах Казахстана важны для решения проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов. Исследование химического состава воды реки Сырдарья проводилось многими специалистами Казахстана (Беремжанов Б.А., Ибрагимова М.А., Мун А.А., Ибрагимов А.И., Турсунов А.А., Романова С.М., Крученко С.С., Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д. и др.), результаты которых нашли отражение в монографиях, статьях и других изданиях.

В литературе имеются сведения (Ежегодник качества воды, Информационный экологический бюллетень), касающиеся концентрации главных ионов, биогенных компонентов и величины рН воды р. Сырдарья. Некоторыми учеными (Г.В.Торяникова, Т.А.Карасева, 1992 г., Н.Б.Казангапова, 1998 г.) исследовано загрязнение воды р. Сырдарья пестицидами, а также сульфат-ионами (М.Ж. Бурлибаев и др., 2001 г.). Имеются сведения о содержании Mn, Cu, Ni, Zn, Mo и Pb (Г.С.Коновалов и др., 1966 г.), миграции микроэлементов (Э.Е. Исаматов и др., 1988 г.) и единичные данные по загрязнению воды р. Сырдарья медью и цинком (С.К.Базарбаев и др., 2002 г.).

Несмотря на многочисленные исследования в этом направлении, проблема загрязненности воды реки Сырдарья, основного притока Аральского моря, особенно остаточными соединениями минеральных удобрений, остается до конца не решенной. В научных публикациях, нет систематических сведений о загрязнении воды и донных отложений р. Сырдарья тяжелыми металлами, а сведения по содержанию α и β - излучающих радионуклидов в водном бассейне реки Сырдарья практически отсутствуют.

Цель работы заключается в проведении экологической оценки химического и радиоактивного загрязнения водного бассейна реки Сырдарья (в пределах территории РК) и разработки комплекс программ и технические решения по улучшению экологического состояния региона.

В соответствии с этим решались следующие задачи:

- определить содержание концентрации главных ионов и биогенных компонентов в воде реки Сырдарьи и изучить метаморфизацию, установить кратность превышения предельно допустимой концентрации от содержания основных и биогенных ионов.

- выявить закономерности режима и динамику распределения главных и биогенных ионов в воде реки Сырдарьи, оценить качество воды путем изучения минерализации и индекса загрязнения по группам основных ионов и биогенных элементов.

- установить содержание тяжелых металлов в воде р. Сырдарья и оценить возможность использования воды для коммунально-хозяйственных и рыбохозяйственных назначений;

- выявить корреляционную зависимость между содержанием в воде тяжелых металлов и величиной pH, концентрацией главных ионов (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^-), биогенных компонентов (NO_3^- , PO_4^{3-}), минерализацией;

- установить загрязненность донных отложений р. Сырдарья тяжелыми металлами, выявить индекс экологического риска;

- определить концентрацию, накопление и миграцию радионуклидов (Ra-226, Th-234, Pb-210, U-235, Th-227, Ra-223, Th-228, Ra-228, Cs-137, K-40) в воде реки Сырдарьи, выяснить причины, обуславливающие повышенное содержание α - и β -излучающих радионуклидов.

- выявить влияние радионуклидов на окружающую среду, в связи с этим рассчитать возможные дозы внешнего и внутреннего облучения населения, пользующегося этими водами;

- на основании оценки современного экологического состояния бассейна р. Сырдарья разработать программу, способствующий улучшению экологической ситуации в исследуемом регионе и создание технических средств для защиты водохозяйственных объектов.

Объект и предмет исследования: водный бассейн р.Сырдарья.

Экологическая оценка химического и радиоактивного загрязнения реки Сырдарьи, остаточными ионами минеральных удобрений, тяжелых металлов в воде и донных отложениях и радионуклидами.

Личный вклад автора заключается в выборе направлении теоретическом обосновании задач подборе методов исследования, непосредственном участии в проведении экспериментов, а также интерпретации, обобщении полученных научных результатов и оформлении их в виде научных публикаций.

Достоверность результатов работы обеспечена тем, что строго соблюдены правила отбора проб воды (ГОСТ 51593-2000: Вода. Общие требования к отбору проб.); исследования проводились на метрологически обеспеченных приборах, для достоверности проводили

параллельные эксперименты, что обеспечило сходимость полученных данных. Результаты исследований обработаны методом математической статистики.

Научная новизна работы.

- На основании экологического мониторинга на содержание главных и биогенных ионов в водном бассейне реки Сырдарья осуществлено детальное многолетнее исследование и установлены процессы метаморфизации химического состава воды, приводящие к возрастанию доли сульфатов (от 30 до 35 %) и ионов натрия (от 17 до 23 %), что подтверждается изменением индекса по Алекину:

$$S_{II}^{Mg} \rightarrow S_{II}^{Na} \rightarrow S_{II}^{Ca} \rightarrow S_{II}^{Na} \rightarrow S_{III}^{Mg}.$$

- Установлено, что содержание соединений азота (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+), фосфора и фтора в воде реки Сырдарья превышает ПДК до 3,5 раз и за прошедшие 30 лет их концентрация возросла в среднем в 5,0-80,0 раз.

- Получены новые данные по содержанию тяжелых металлов в воде реки Сырдарья на протяжении 1200 км. Установлено значительное превышение концентрации титана, хрома, никеля, цинка, меди и свинца по ПДК для хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного водопользования, дана оценка качества воды по индексу загрязненности.

- Впервые установлена прямая корреляционная связь между содержанием молибдена и минерализацией, а также между величиной рН и содержанием титана, меди и цинка.

- Впервые определено содержание тяжелых металлов в донных отложениях р. Сырдарья, выявлены уровень их накопления, степень загрязнения и значение коэффициента экологического риска.

- Впервые проведена оценка поступления радионуклидов из почвогрунтов и минералов Сырдарьинской урановорудной провинции в водные массы реки Сырдарья. Выявлено, что суммарная удельная α - и β – активность превышает ПДК в районе добычи урана водного бассейна соответственно, в 2,5-295,0 и 2,5-8,7 раз.

- Выявлено, что для Арало-Сырдарьинского бассейна квота годовой дозой нагрузки естественных радионуклидов превышает регламентированную НРБ-99 (0,2 мЗв/год) дозу для взрослых до 6 раз, а для грудных детей 95 раз.

- Дана региональная экологическая оценка водного бассейна реки Сырдарья разработан комплекс программ по предотвращению его загрязнения и разработан техническое решение для защиты водохозяйственных объектов.

Техническая и практическая ценность работы. Полученные научные результаты имеют теоретическое и практическое значение для совершенствования организации экологического мониторинга бассейна

реки Сырдария и всего региона. Метод эколого-радиобиогеохимического районирования перспективен при проведении экологических исследований в районах Сырдарьинской урановорудной провинции. Результаты экологического мониторинга и банка данных по содержанию, ТМ, радионуклидов, биогенных элементов и главных ионов в водном бассейне реки Сырдарьи внедрены в учебный процесс для студентов института естествознания и географии КазНПУ им. Абая. Результаты диссертации могут быть использованы: Министерством охраны окружающей среды по проблеме Арало-Сырдарьинского бассейна; Территориальными управлениями охраны окружающей среды, граничащих с рекой Сырдария (Южно-Казахстанская, Кызылординская) для разработки рекомендаций по организации радиобиогеохимического мониторинга и эколого-аналитического контроля, а также обоснования мер по предотвращению загрязнения и истощения вод. Данные по превышению норм ПДК для коммунально-хозяйственных и рыбохозяйственных целей, по индексу загрязненности вод могут служить справочным материалом.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Результаты многолетнего мониторинга водного бассейна реки Сырдарьи в пределах территории РК, позволяют научно обосновать следующие особенности и закономерности:

- Установлены особенности изменения химического состава воды р.Сырдарьи, приводящие к усилению процессов метаморфизации и изменению группы и типа воды:



- Выявлены результаты по динамике изменения минерализации воды, соотношению главных ионов и биогенных элементов, их связи в периоды естественного режима реки Сырдарьи (от с. Амангельды до с.Кармакшы) и усилению влияния антропогенных факторов являются базой для оценки экологического состояния водного бассейна.

- Экспериментальные результаты по содержанию тяжелых металлов (Ti, Cr, Mn, Ni, Zn, Mo, Cu, Sn, Ag, Pb) в воде р. Сырдарьи, за изученный период, позволяют оценить современное качество воды как «загрязненной» (четвертый класс качества), затрудняющей использование ее для хозяйственно-питьевых и рыбохозяйственных целей.

- Высокое содержание тяжелых металлов (Ti, Cr, Mn, Zn, Mo, Cu, Pb) в донных отложениях р. Сырдарьи, превышающее фоновые величины, свидетельствует о значительной степени их загрязнения ($16 \leq C_d < 32$) и экологическом риске ($114 \leq RI < 228$).

- Результаты суммарной удельной активности радионуклидов превышают установленные нормы радиационной безопасности (НРБ-99) вследствие влияния атмосферных осадков на почвогрунты и руд-

ные минералы Сырдарьинской урановорудной провинции.

- Результаты по установлению превышение регламентированной НРБ-99 годовой нагрузки естественных радионуклидов в питьевой воде свидетельствует о вреде наносимого естественными радионуклидами.

- Разработан комплекс программ по обеспечению экологической безопасности р. Сырдарья, разработана установка и сорбент для очистки сточных вод уранового производство.

Реализация результатов исследований. Основные положения и результаты исследований внедрены в учебный процесс специальности "экология" и "химия", института естествознания и географии КазНПУ им. Абая в курсах "Основы химической экологии", "Химия природных и сточных вод", "Экология водных систем" и "Радиационная экология".

Результаты исследований были использованы при выполнении университетского гранта КазНПУ им.Абая "Инновационные методы исследования радиоактивного загрязнения водного бассейна р.Сырдарья" а также технические решения и рекомендации, в виде предложения передачи в структурные предприятия «Казатомпрома».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Международных и республиканских научно-практических конференциях: «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» (г.Семипалатинск, 2000; 2006 г.), на конференции, посвященной Д.В.Сокольскому «Проблемы катализа 21 века» (г.Алматы, 12-15 июня 2000 г.), «Казахстанские химические дни» (г.Алматы, 27-28 апреля 2001 г.), «Развитие науки новых технологий и проблем высшего профессионального образования за 10-летие независимости: итоги и перспективы» (г.Алматы, 20-21 мая 2002 г.), на конференции, посвященной 70-летию академика НАН РК А.С.Бейсеновой «Развитие географической и экологической науки в Казахстане» (г.Алматы, 27-28 марта 2002 г.), на конференции по аналитической химии, посвященной 100-летию со дня рождения академика НАН РК М.Т. Козловского (г.Алматы, 29-31 октября 2003 г.), IV Международном симпозиуме «Физика и химия углеродных материалов» (Алматы, 2006), Международным конференции «Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие (проблемы сохранения, восстановление биоразнообразия)» (г.Бишкек, 13-15 мая, 2009 г.), I-ая международной телеконференции «Фундаментальные медикобиологические науки и практическое здравоохранение» (Томск, 2010), Всероссийской научно-практической конференции: Современные проблемы биологии, химии и методики преподавания естественно-научных дисциплин «Амурский гуманитарно-педагогический Государственный университет» (г.Комсомольск – на – Амуре Р.Ф., 2010), V международная научная конференция молодых ученых и талантливых студентов. «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность»

(Москва, 2011), «Состояние природной среды полесья сопредельных территорий» (Брест, 2012), Перспективы совершенствования естественнонаучного образования в системе «школа-ВУЗ» (Алматы, 2012), Modern Science: Problems and Perspectives, International Conference. (Las Vegas, NV, USA. April 15, 2013), а также ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава КазНПУ им. Абая с 1997 по 2012 гг.

Публикации. По результатам диссертационной работы опубликовано 53 работ, из них 40 статей, 12 тезисов докладов на Республиканских и международных конференциях, из них 13 моностатей, одна монография.

Структура диссертации и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 главе, включающих аналитический обзор научной литературы, экспериментальную и основную часть, выводы, список использованных источников 283 наименование работ отечественных и зарубежных авторов. Работа изложена на 269 страницах, содержит 16 рисунков и 98 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, его цель и задачи, характеризуется объект и предмет защиты, раскрываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, защищаемые положения.

1. Обзор литературы. Проведен аналитический обзор литературы по проблемам загрязнения поверхностных вод и дано современное физико-химические методы исследования поверхностных вод.

2. Экспериментальная часть. Отбор проб воды, анализ химического состава проводился стандартными общепринятыми методами. Определение ТМ проведено атомно-эмиссионным спектральным анализом с помощью дифракционного спектрографа ДФС-13. Определение суммарной удельной активности альфа - и бета - излучающих радионуклидов проводилось радиометрическим анализом, а объемная активность отдельных радионуклидов гамма спектрометрическим анализом. За период исследований осуществлено 61 экспедиционных выездов, отобрано и проанализировано 795 проб воды и 118 образца ДО. Карта-схема пунктов отбора проб воды и донных отложений представлена на рисунке 1 (Масштаб 1:5000000).

3. Характеристика химического состава воды реки Сырдарья в многолетнем цикле. Минерализация и ионный состав воды реки Сырдарья в многолетнем цикле. Систематически, в течение 1997-2012 гг. изучался химический состав воды р.Сырдарья.

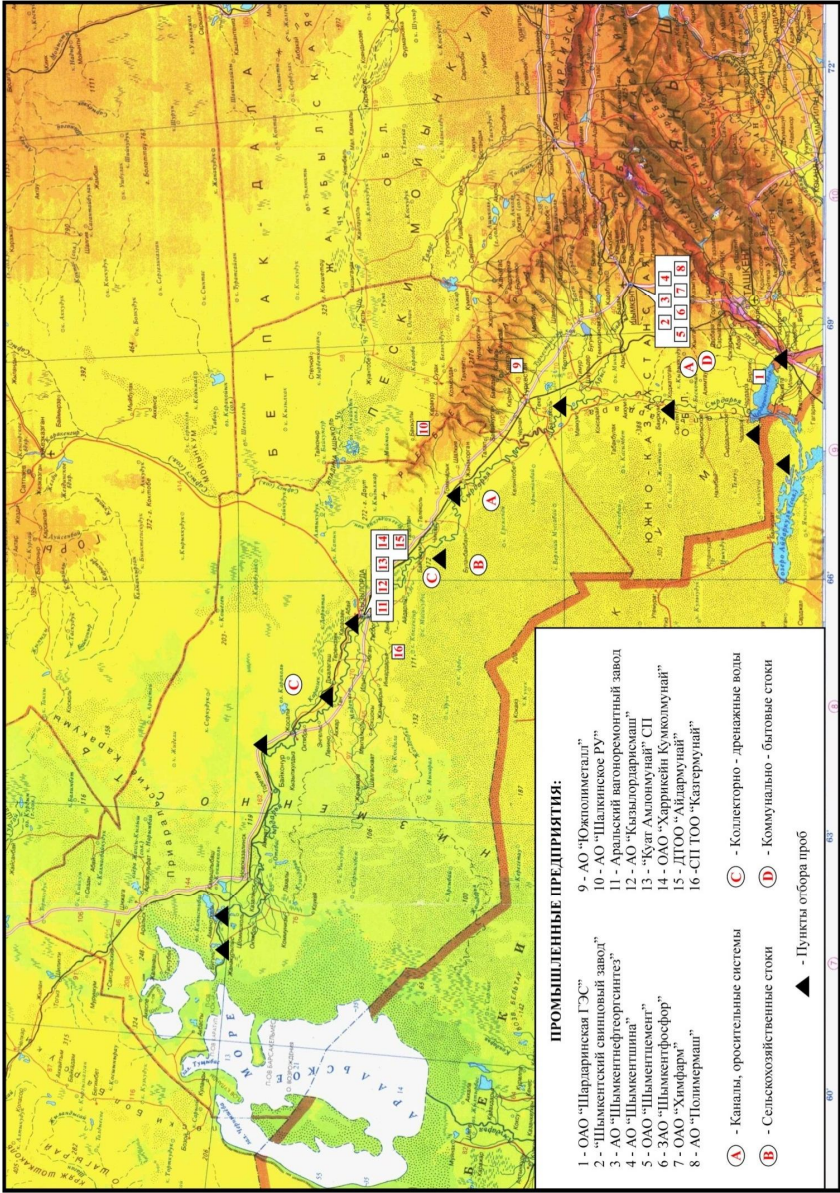
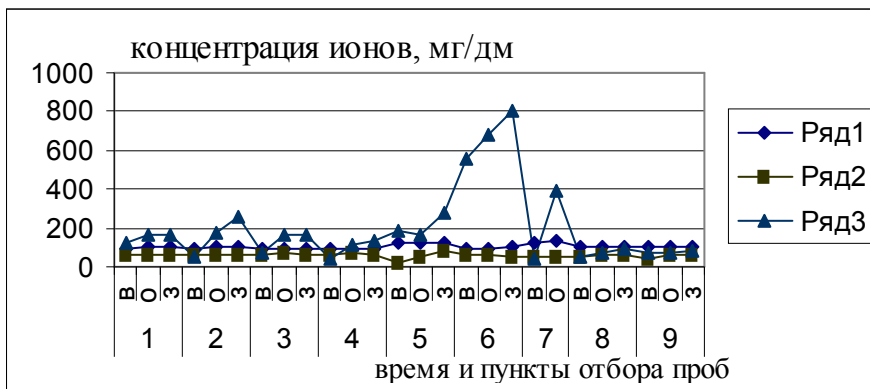
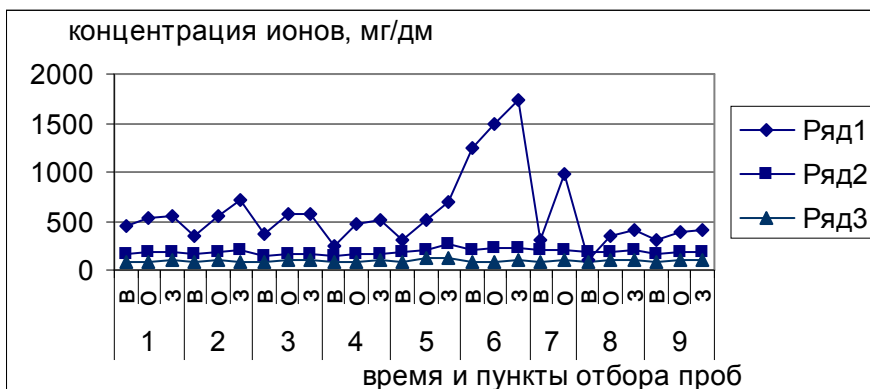


Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды и донных отложений р. Сырдарья



а



б

Время и пункты отбора проб в следующей последовательности: в – весна, о – осень, з – зима и 1 - Амангельды, 2 - Шардара, 3 - Байыркум, 4 - Арыс, 5 - Томенарык, 6 - Байгекум, 7 - Кызылорда, 8 - Жалагаш, 9 – Кармакшы.

Рисунок 2 - Динамика изменения концентрации катионов (а) Ca^{2+} (1), Mg^{2+} (2), $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ (3) и анионов (б) SO_4^{2-} (1), HCO_3^- (2), Cl^- (3) в воде реки Сырдарья за 2000 год

Данные, полученные по анализу содержания анионов SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- показывают, что по степени возрастания их в воде можно расположить в ряд:

Из данных рисунка 2 следует, что по всем пунктам (Амангельды, Шардара, Байгекум, Кармакшы и Томенарык) в пробах воды наблю-

дается значительное увеличение содержания ионов кальция соответственно: 96,2; 96,7; 96,9; 98,6; 73 мг/дм³. Повышенное содержание ионов магния отмечается в пробах воды Кармакшы (70,3 мг/дм³) и Байгекум (73 мг/дм³). Тенденция повышения содержания ионов кальция в анализируемых пробах (в зимний период 1999г.) характерно для пунктов Томенарык (126,3 мг/дм³), Кызылорда (100,9 мг/дм³), Шардара (107,9 мг/дм³), хотя отмечается некоторое снижение изучаемых показателей в весеннее половодье, что, очевидно, связано с увеличением объема воды, поступающего с водосборного бассейна. По всем пунктам реки Сырдарьи проводился анализ воды и на содержание других ионов, в частности, катионов K⁺+Na⁺, анионов SO₄²⁻, HCO₃⁻ и Cl⁻. В зимний период 1999 г. концентрация суммы ионов калия и натрия достигает в районе Байгекума 730 мг/дм³, а весной снижается до 480 мг/дм³. В 2000 г. их значение достигло 806 мг/дм³. Это вероятней всего связано с поступлением солей натрия и калия из водовмещающих пород водосборного бассейна и участием грунтовых вод, содержащих хорошо растворимые соли (мирабилит, каменная соль и др.).

SO₄²⁻ > HCO₃⁻ > Cl⁻, соответственно, катионы K⁺+Na⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺ (рисунок 2).

Согласно теории континентального солеобразования Беремжанова Б.А для оценки изменения ионного состава анализируемых вод необходимо рассчитать коэффициенты сравнения, позволяющие судить о процессах метаморфизации. Так, если значение Mg²⁺/Ca²⁺ > 1, то наблюдается явный процесс засоления воды. По течению реки Сырдарьи от верховья до с.Томенарык в многолетнем цикле видно изменение соотношения Mg²⁺/Ca²⁺ от >1,0 к <1,0, что может свидетельствовать или об увеличении доли грунтового питания, или о протекании процессов с накоплением ионов Mg²⁺. В с.Байгекум коэффициент Mg²⁺/Ca²⁺ вновь возрастает и превышает 1,0 и далее сохраняется в пределах 1,0.

Полученные значения Ca²⁺/SO₄²⁻ постоянно меньше 1,0 (0,15-0,71), что свидетельствует о метаморфизации воды, связанной с обменом Ca²⁺ на другие ионы. Самые низкие значения этого коэффициента (0,15-0,17) отмечены в районе Байгекума. Это ещё раз подтверждает факт наличия поступления в воду р.Сырдарьи сульфатов и удалением ионов кальция из водной среды.

Значение коэффициента Na⁺/Cl⁻ во всех исследуемых пунктах больше 1. Это указывает на то, что источником хлоридных ионов яв-

ляется не хлорид натрия, а процесс выветривания полевых шпатов. По значению этого коэффициента особо выделяется пункт Байгекум, здесь $\text{Na}^+/\text{Cl}^- = 8,8-11,0$, причем с увеличением значений из года в год, что также свидетельствует о влиянии антропогенного фактора.

Соотношения концентраций ионов $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ принято считать коэффициентом сравнения. Проведенные нами расчёты в анализируемых водах показали, что во всех пробах сульфаты преобладают, а хлориды имеют подчинённое значение. Эти изменения в ионном составе воды связаны, в основном, с использованием сырдарьинской воды на орошение и свидетельствуют об отрицательной роли антропогенного фактора на химический состав речной воды. С увеличением минерализации воды Сырдарьи по течению среди анионов преобладающими остаются сульфаты.

Влияние антропогенного фактора доказывается изменениями в химическом составе воды р.Сырдарьи, приводящими к изменению группы и типа воды.

Для воды р.Сырдарьи по течению за трехлетний период значения коэффициентов метаморфизации сохраняются постоянными: $K_{n1} < 1$; $K_{n2} > 1$; $K_{n3} > 1$; $K_{n4} > 1$. Это позволяет отнести воду р.Сырдарьи по классификации Валяшко М.Г. к сульфатному типу натриевого подтипу. Формирование химического состава воды реки Сырдарьи происходит при участии вод различной степени «метаморфизованных» вод. Столь резкие различия в химическом составе являются результатом процессов взаимодействия воды с окружающей средой, а отъем воды на орошение и сброс возвратных вод создают благоприятные условия для процессов метаморфизации.

Таким образом, результаты исследований за все времена года и сезона по минерализации можно представить в виде диаграмм, в зависимости место отбора проб воды от минерализации (рисунок 3). Установлено, что вода в реке Сырдарья по течению во все сезоны года имеет относительно высокие значения минерализации и наблюдается резкое увеличение минерализации сырдарьинской воды в с.Байгекум, что связано с присутствием повышенных концентраций сульфат-ионов и ионов щелочных металлов.

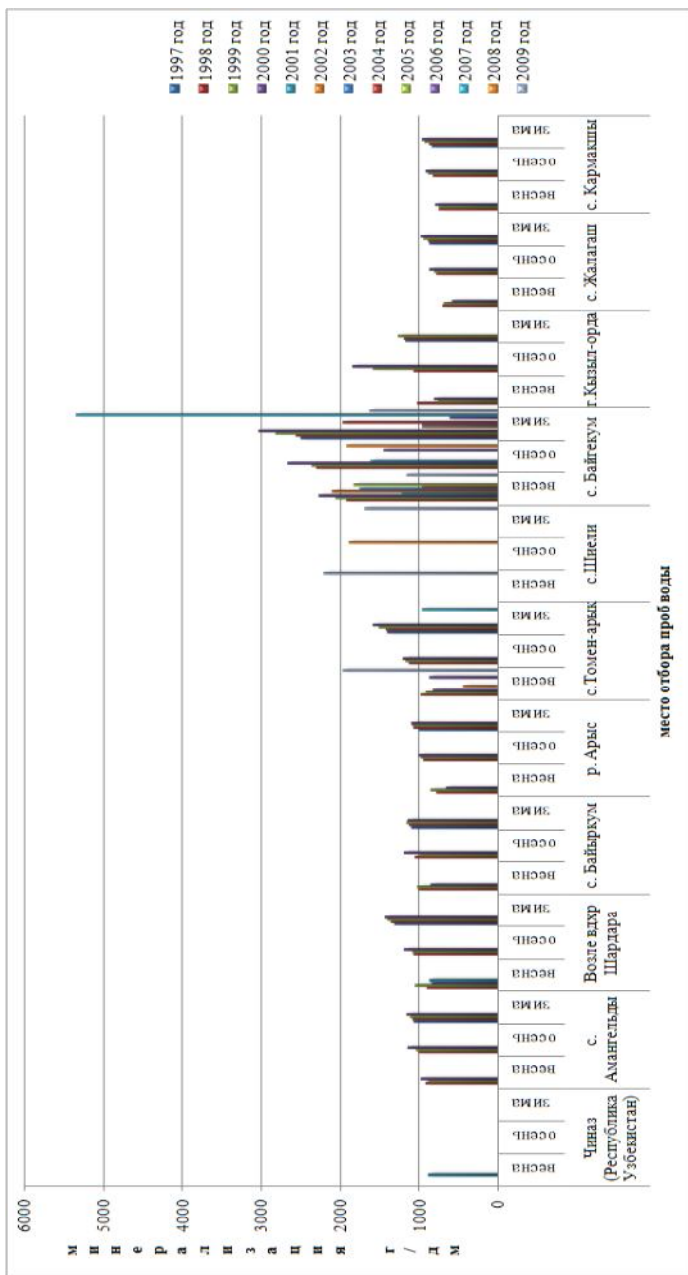


Рис. 3. Посезонное изменение минерализации воды по течению р.Сырдары

Режим и динамика распределения соединений азота и фосфора в воде реки Сырдарьи в многолетнем цикле. На сельскохозяйственных территориях при интенсивном и недостаточно контролируемом использовании ядохимикатов и минеральных удобрений, последние с оросительными водами и атмосферными осадками попадают в грунтовые воды и загрязняют их. Из удобрений легко в воду переходят соединения азота, сульфаты и хлориды. Установлено, что вниз по течению реки прослеживается возрастание концентрации ионов аммония в зимний период (1997 г.), в районе Томенарык их содержание достигает до $2,5 \text{ мг/дм}^3$, превысив ПДК в 1,2 раза. В зимний период 1999 г. содержание ионов аммония составляло – 3 мг/дм^3 , превысив ПДК уже в 1,5 раза, а в районах Кызылорды, Кармакшы и Жалагаша – оно сохранилось на уровне ПДК. В остальное время года загрязнение воды по течению р. Сырдарьи солями аммония наблюдается практически во всех пунктах. Последний факт свидетельствует о применении высоких доз удобрений и нерациональном их использовании в Кызылординской области.

В сырдарьинской воде нитраты значительно (на 3 порядка) преобладают над нитритами. Содержание NO_3^- ионов высокое и составляло в 1997 г. 12,7-15,8; 1998 г. 12,7-15,7; 1999 г. 12,0-16,0; 2000 г. 12,1-16,3 мг/дм^3 . Несмотря на относительно высокое их содержание, во всех пунктах ПДК не достигается. За последние 30 лет четко проявляется факт увеличения концентрации NO_3^- ионов в 61-80 раз, а содержание NH_4^+ и NO_2^- ионов, соответственно, в 6-30 и 5 раз. Это доказывает факт загрязнения воды р.Сырдарьи токсичными нитратами ввиду безконтрольного применения удобрений.

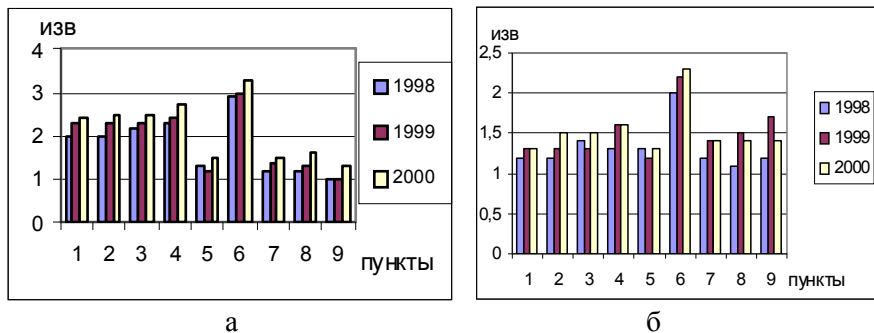
Концентрация фтора в воде р.Сырдарьи в различные сезоны года колеблется в пределах $0,1-1,3 \text{ мг/дм}^3$, в ряде случаев превышая ПДК в 1,5 раза.

За период 1971-2000 гг. концентрация фтора в воде р.Сырдарьи (с.Томенарык, с.Шиели) возросла в среднем в 1,3-2,9 раза в разные сезоны года. Одним из важных источников увеличения содержания фтора в воде являются фосфатные удобрения, которые содержат достаточно много ионов фтора.

Оценка качества воды по гидрохимическим показателям. По содержанию элементов в речной воде реки Сырдарьи на различных участках рассчитывали значения коэффициентов водной миграции. В среднем по бассейну к умеренно подвижным мигрантам ($1,0 >$

$K_x > 0,1$) относятся кальций, магний, натрий и калий, а к слабоподвижным ($0,01 < K_x < 0,1$) – хлор и фтор.

В настоящее время уровень загрязнения поверхностных вод оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ). Изменение ИЗВ по основным ионам и биогенным элементам графически представлены на рисунке 4.



Ось абсцисс - пункты отбора проб в следующей последовательности: 1 - Амангельды, 2 - Шардара, 3 - Байыркум, 4 - Арыс, 5 - Томенарык, 6 - Байгекум, 7 - Кызылорда, 8 - Жалагаш, 9 - Кармакшы; ось ординат - ИЗВ.

Рисунок 4 - Динамика индекса загрязненности по основным ионам (а) и биогенным элементам (б) воды реки Сырдарья за 1998-2000 гг.

Вода реки Сырдарьи в пределах Южно-Казахстанской и Кызылординской областей относится по главным ионам к умеренно загрязненной. Индекс загрязненности воды в 1998 и 1999 гг. по биогенным элементам в пределах Южно-Казахстанской области характеризуется следующими значениями, соответственно, 1,5-2,5 и 1,9-2,5, что также позволяет отнести воду реки Сырдарьи к 3 классу, т.е. «умеренно-загрязненной» при повышенном содержании азота нитритного. В Кызылординской области за весь период наиболее загрязненной является речная вода у с.Байгекум, ИЗВ =2,9-3,3 вода относится к 4 классу, и является «загрязненной».

В результате влияния антропогенных факторов водосборный бассейн реки Сырдарьи произошло существенное изменение качества воды, не соответствующее нормам санитарно-эпидемиологических требований содержания вредных веществ в водоемах и водотоках.

4. Изменение концентрации тяжелых металлов в воде реки Сырдарьи в весенние, осенние и зимние периоды. Исследование

режима и динамики тяжелых металлов в воде реки Сырдарья. Исследования по содержанию ТМ в воде р. Сырдарья проводились в весенний, осенний и зимний периоды с 1998 по 2001 гг., концентрации металлов в воде изменяются в широких пределах (таблица 1). В связи с климатическими особенностями исследуемого региона, 40 % стока р. Сырдарья проходит в период весенних паводков. В верхнем течении на качество воды реки оказывает влияние сброс в реку условно-чистых или неочищенных СВ предприятий Узбекистана, Киргизии и Таджикистана.

В пограничном створе (с. Чиназ) вода р. Сырдарья в Казахстан поступает уже с высоким содержанием Pb, Ni, Cr и др. металлов, в сумме их концентрация составляет 3005 мкг/дм³.

Наибольшее содержание Cr, Pb наблюдалось и в среднем течении реки, что обусловлено развитием горнодобывающей промышленности, цветной металлургии, химических производств и машиностроения в ЮКО (АО «Шымкентский свинцовый завод», «Южполиметалл» и др., рисунок 1). Вода реки Сырдарья в нижнем течении значительно загрязнена Ti, Mn, Ni, Zn и Cu.

В весенний период наблюдается постепенное увеличение средних концентраций Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, Mo, Sn и Ag. Для Mn и Pb отмечается повышение концентрации с 1998 по 2000 гг., в последующий год – некоторое снижение. Возможно, это связано с уменьшением числа промышленных предприятий, осуществляющих сброс СВ в реку. Так, суммарный сброс СВ в 2000 и 2001 гг. по ЮКО составлял, 1350 и 1300 млн. м³, соответственно, по Кызылординской области – 350 и 310 млн. м³. Наблюдающееся снижение содержания ТМ в воде Сырдарья может быть объяснено их участием в различных физико-химических процессах, например, сорбции ДО.

Обнаружено высокое содержание свинца по всей длине реки, превышающее предельно-допустимой концентрации водоемов хозяйственно-питьевого водопользования (ПДК_{ВХПВ}) в 12,6-151 раз. Особо следует отметить, что в течение всего весеннего периода среднее содержание свинца в воде основного притока Сырдарья – р. Арыс превышало ПДК_{ВХПВ} в 57,5-88,6 раз. Свинец в воду р. Сырдарья поступает с талой водой водосборного бассейна из сопредельных государств, из руд горнодобывающей промышленности, из автомобильных выхлопов, а также со сбросом СВ Шымкентского свинцового завода в р. Бадам, впадающей в р. Арыс (рисунок 2).

Таблица 1

Пределные концентрации тяжелых металлов в воде р. Сырдарьи в 1998-2001 гг., мкг/дм³

Место отбора проб	се зон	Ti	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Ag	Pb
1 с. Амангель	весна	0	166-224	0	295-326	118-144	0	37,0-65,0	0	0-1,0	250-286
	осень	738-768	9,3-18,0	315-328	0	57,0-87,0	0-5,0	67,0-89,0	48,0-60,0	1,0-2,5	126-166
	зима	0	190-236	2,2-3,2	0	3,5-8,0	3,5-4,5	2,2-34,0	0	0,15-1,9	15,5-190
2 вдхр. Шардара	весна	0	217-239	0	73,0-86,0	5,0-11,0	0	41,0-60,0	19,0-48,0	0,2-0,7	377-408
	осень	495-540	12,5-20,0	167-189	10,0-45,0	68,5-95,0	59,0-85,5	18,0-40,0	16,0-23,0	0,3-0,9	86,5-102
3 с. Байыркум	весна	0	2,0-12,0	0	70,0-108	15,0-38,0	0	57,0-87,0	7,5-9,0	2,7-5,0	1740-1786
	осень	294-332	4,6-14,0	0	3,0-6,0	22,0-38,5	9,0-28,0	9,0-16,0	8,5-13,5	0,5-1,5	51,0-90,0
	зима	0	66,0-93,0	0	0	17,0-32,0	28,0-41,0	2,0-20,0	0	0,5-2,2	300-345
4 у реки Арыс	весна	0-9,0	162-210	0-18,0	68,0-92,0	9,0-17,0	0-58,0	45,0-68,0	4,0-11,0	0,3-0,9	1787-2658
	осень	465-537	30,0-38,5	44,0-64,0	2,0-4,5	13,5-34,0	8,0-21,5	6,5-17,0	0-11,0	0,4-1,5	17,0-37,0
	зима	0	750-789	10,0-15,0	0	7,8-80,0	29,0-306	29,0-36,0	0	0,15-1,3	254-308
5 ж-д. ст. Томе нарык	весна	0-18,0	197-236	0-10,0	1,0-10,0	10,0-18,0	6,0-19,0	34,0-45,0	7,5-14,5	0,7-1,3	2450-4535
	осень	0	22,0-34,0	0	2,0-7,0	7,5-18,0	38,0-40,0	26,0-53,0	6,5-14,0	0,1-1,0	72,0-101
	зима	0	636-682	2,0-16,0	0	18,0-38,0	755-1587	58-92	0	1,2-1,8	108-143
6 с. Байгекум	весна	25,040,5	166-224	465-513	578-607	17-28,5	8,0-21,0	35,0-61,0	8,0-14,0	0,5-1,2	1350-2024
	осень	567-591	2,0-17,0	98,0-206	5,0-17,0	12,0-45,0	18,0-28,0	8,5-28,0	9,5-27,0	0,7-1,0	19,0-81,5
	зима	0	210-212	0-18,0	0	48,0-85,0	136-166	138-162	0	1,4-2,6	208-246
7 г. Кызыл орда	весна	532-583	255-269	1085-2810	260-304	314-359	20,0-29,0	12,0-21,0	21,0-42,0	0,9-1,8	694-876
	осень	316-360	4,0-19,0	61,0-94,0	4,3-14,0	9,0-17,5	11,0-17,0	4,5-26,0	5,6-14,0	0,1-0,5	67,0-84,0
8 с. Жала Гаш	весна	335-349	255-358	2540-2600	458-550	232-278	6,0-17,0	27,0-45,0	11,0-24,0	0,6-1,8	641-694
	осень	0	8,0-18,5	161-198	0	12,0-42,0	0	0	7,0-18,0	0,07-0,8	28,0-45,0
	зима	0	396-445	122-157	0	64,0-90,0	268-302	37,0-67,0	0	0,4-1,7	63,0-96,0
9 с. Кармак Шы	весна	418-438	106-203	3146-3192	495-532	405-439	802-865	41,0-66,0	15,0-36,0	0,8-2,4	395-421,5
	осень	241-314	10,5-28,0	165-183	2,5-10,0	1,0-15,0	5,0-18,0	2,0-4,7	9,0-25,0	0,1-0,7	32,5-51,0

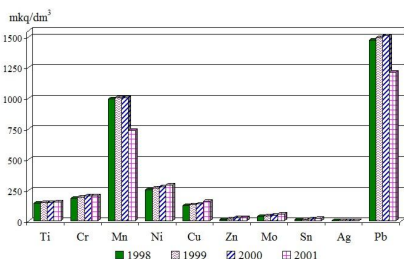


Рис. 5. Изменение концентрации тяжелых металлов в воде р. Сырдарья в весенний период

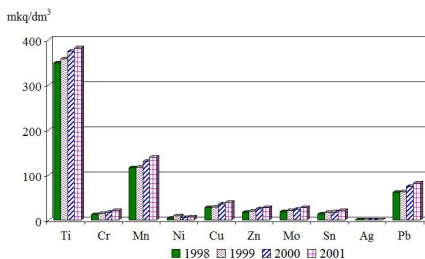


Рис. 6. Изменение концентрации тяжелых металлов в воде р. Сырдарья в осенний период

В весенний период (1998-2001 гг.) в воде р. Сырдарья кратность превышения ПДК_{ВХПВ} от найденного содержания ТМ изменялась в пределах: по хрому – 1,4-1,6; титану – 1,4-2,1; никелю – 2,5-2,9; свинцу – 40,3-50,3, а содержание остальных элементов не превышает нормы. Таким образом, для весеннего периода характерна тенденция к увеличению концентрации всех металлов из года в год, кроме марганца и свинца (рисунок 5).

В осенний период отмечается высокое содержание титана (от 241 до 768 мкг/дм³) на всех участках р. Сырдарья, кроме пунктов Томенарык и Жалагаш. Эти значения превышают ПДК_{ВХПВ} в 2,4-7,7 раз. Кроме того, наблюдается неравномерное распределение всех ТМ по всему течению реки. Так, более высокие концентрации меди и свинца отмечалось в средних участках реки. Повышенное содержание большинства металлов в воде реки, возможно, связано со сбросами сельскохозяйственных, коллекторно-дренажных и промышленных СВ (рисунок 5). Содержание металлов в фосфатных удобрениях может изменяться от 3,8 до 198,0; а в составе азотных удобрений – от 0,1 до 170,0 мг/кг. Содержание Cu, Ni, Zn и Pb в органических удобрениях составляют 22; 7,2; 112,0 и 4,0 мг/кг, соответственно, и может служить дополнительным источником их поступления в биосферу. Однако, лишь некоторая часть микроэлементов, содержащихся в удобрениях, усваивается растениями, а остальная часть с поливными водами и осадками поступает в речные воды. Следовательно, можно предположить, что повышенные концентрации металлов в речной воде, в частности, молибдена и хрома связаны со смывом из почвенной среды микроэлементов, вносимых с минеральными удобрениями. В осенний период содержание всех тяжелых металлов, кроме никеля, увеличивается из года в год (рисунок 6).

Большой интерес представляют данные по ТМ в воде р. Сырдарья в зимний период, поскольку этот сезон года имеет некоторые особенности. Во-первых, в реках наблюдается уменьшение скорости потока, а, во-вторых, снижается уровень воды. В отдельных случаях концентрация цинка очень высокая, особенно возле села Томенарык (1587 мкг/дм³). Здесь она превышает предельно-допустимую концентрацию водоемов рыбохозяйственного водопользования (ПДК_{ВРХВ}) в 160 раз. Поскольку территориально с. Томенарык примыкает к Шалкинскому рудоуправлению, по-видимому, основной причиной загрязнения воды цинком является подземное выщелачивание растворов горнорудного предприятия (рисунок 7). В этот период наблюдалось постепенное увеличение содержания всех металлов из года в год (рисунок 7).

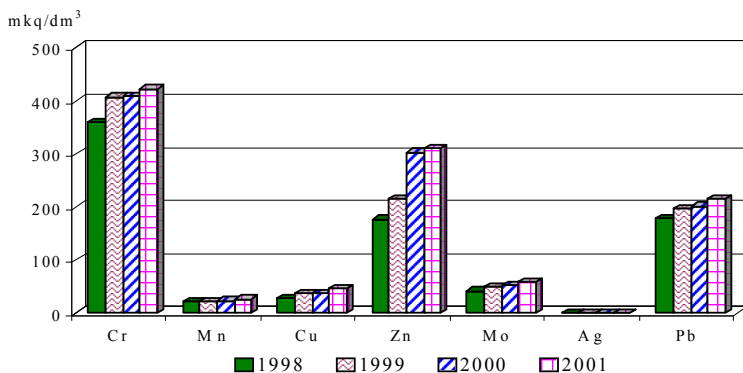


Рис. 7. Изменение средней концентрации тяжелых металлов в воде р. Сырдарья в зимний период

Содержание хрома превышало ПДК_{ВРХВ} в среднем от 3,6 до 5,1; свинца – от 3,9 до 8,9 раз. По данным Г.С. Коновалова содержание марганца в воде р. Сырдарья (створ Казалы, 1956 г., зимний период) составляло 14,8; молибдена – 10,6; меди – 9,4; цинка – 20,2 мкг/дм³. За период с 1956 по 1998-2001 гг. содержание указанных металлов в воде р. Сырдарья в устьевом участке возросло в 2-15 раз, причем больше всего возросла концентрация цинка и марганца. Сравнивая динамику изменения концентрации ТМ за исследованные годы, отметим, что наиболее высокое их содержание выявлено в весенний период. Здесь на сумму всех металлов приходится 3189, в то время как на осень – 682,4, а зиму – 965 мкг/дм³. Преобладающими элементами являются свинец (421 мкг/дм³) – в весеннее время, титан (366 мкг/дм³) – осенью

и хром (443 мкг/дм^3) – зимой. Из всех ТМ наблюдается постепенное снижение содержания лишь марганца от 936 до $26,6 \text{ мкг/дм}^3$ от весны к зиме. Таким образом, от весны к осени уменьшается концентрация никеля, меди, молибдена, серебра и свинца. Для остальных металлов такого явления не выявлено. Титан, хром, марганец, цинк распределены по длине реки крайне неравномерно, что указывает на их участие в различных процессах системы «вода – донные отложения – биота». Для указанных ТМ проявляется отчетливая тенденция к увеличению концентрации в низовьях по течению реки.

На основании полученных данных рассчитан индекс загрязнения вод (ИЗВ) р. Сырдарья по группе ТМ. Анализ средних значений ИЗВ позволяет отнести воду к третьему классу качества и охарактеризовать как «умеренно загрязненную», так как величина ИЗВ колеблется в пределах от 1,0 до 2,5.

Кратность превышения содержания ТМ в воде р. Сырдарья от ПДК_{ВРХВ} в среднем составляет: для цинка – 6; свинца 14,0; никеля – 25,5; хрома – 30,0; меди – 100 ПДК. Таким образом, рассчитанные кратности содержания ТМ от ПДК_{ВРХВ} и значения ИЗВ в воде р. Сырдарья вызывают опасение об использовании ее для хозяйственно-питьевых и рыбохозяйственных целей.

Представленные данные многолетних исследований режима и динамики ТМ позволили выявить тенденции межгодовой и внутригодовой изменчивости их концентрации. В частности, показано, что в реке Сырдарья наихудшее качество воды по исследуемым параметрам наблюдалось во время весеннего половодья.

Установлена прямая корреляция между величиной рН и содержанием титана ($r=0,60$), меди ($r=0,55$), цинка ($r=0,54$). Большинство ТМ (медь, свинец и цинк) осаждаются при значениях рН, лежащих обычно в пределах 6,0 и 7,0, причем осаждение идет в виде оксидов, гидроксидов, карбонатов, фосфатов и сульфидов. Отсутствие строгой зависимости концентрации ТМ от величины рН воды связано с тем, что металлы в природных водах находятся не только в ионной форме, но в виде взвеси, коллоидном состоянии, и регулируется, кроме рН, другими факторами. Медь слабо коррелирует с ионами PO_4^{3-} ($r=0,25$) и очень слабо – с HCO_3^- ($r=0,05$) и кальцием ($r=0,11$). Молибден аналогичен меди, с той лишь разницей, что его связь с общей минерализацией средняя, положительная ($r=0,58$). Свинец со всеми ионами, кроме PO_4^{3-} ($r=0,03$) и минерализацией имеет слабую корреляционную связь. Никель практически не коррелирует с SO_4^{2-} ионами, прямая очень слабая связь с HCO_3^- , Ca^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ и минерализацией, с остальными ио-

нами его связь отрицательная и очень слабая. Исходя из вышесказанного можно заключить, что главные ионы, нитраты и фосфаты, величина рН оказывают незначительную роль в миграции ТМ в условиях р. Сырдарья в 1998-2001 гг.

Вычислены коэффициенты водной миграции (КВМ) металлов в воде в весенний, осенний и зимний периоды 2000-2001 гг., которые позволили разделить рассмотренные металлы по их подвижности в условиях р. Сырдарьи в соответствии с классификацией А.И. Перельмана (таблица 2). Во время весеннего половодья для молибдена, серебра и свинца характерны большие значения КВМ.

Таблица 2

**Коэффициенты водной миграции тяжелых металлов
в воде р. Сырдарья**

Сезоны	Коэффициенты водной миграции ТМ									
	Ti	Mo	Mn	Cr	Ni	Cu	Zn	Ag	Sn	Pb
весна	<u>0,047</u>	<u>51,5</u>	<u>1,30</u>	<u>2,33</u>	<u>5,50</u>	<u>3,70</u>	<u>1,95</u>	<u>24,6</u>	<u>133,5</u>	<u>7,60</u>
	0,060	62,0	1,00	2,20	5,40	4,00	2,00	27,1	111,7	9,90
осень	<u>0,06</u>	<u>13,3</u>	<u>0,07</u>	<u>0,19</u>	<u>0,05</u>	<u>0,59</u>	<u>1,32</u>	<u>12,9</u>	<u>2,60</u>	<u>5,95</u>
	0,06	23,3	0,08	0,21	0,07	0,71	1,48	10,9	4,30	6,71
зима	0	<u>78,1</u>	<u>0,025</u>	<u>4,80</u>	0	<u>1,37</u>	<u>3,68</u>	<u>32,1</u>	0	<u>12,1</u>
		82,7	0,039	5,13		1,98	3,38	42,7		19,5

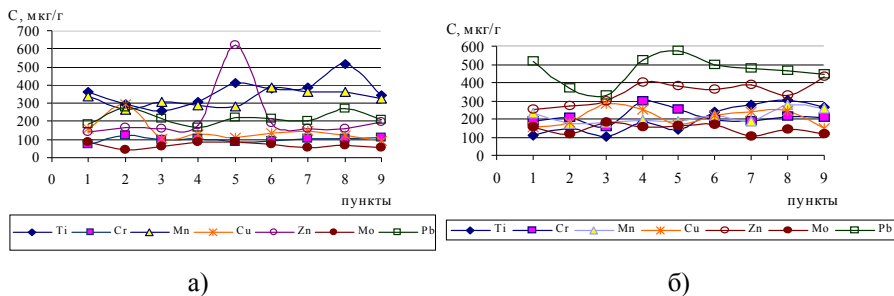
Примечание: 1 в числителе – за 2000 г.; 2 в знаменателе – за 2001 г.

Полученные данные позволяют констатировать, что техногенное загрязнение воды р. Сырдарьи накладывает отпечаток на миграционную способность металлов. Причина некоторых отмеченных различий заключается, по-видимому, в своеобразии ландшафтных условий бассейна реки Сырдарья, а также в высокой миграционной контрастности этих элементов в зависимости от форм миграции, реакции среды, окислительно-восстановительных условий, растворимости соединений, ионной силы раствора и других факторов. Для условий реки Сырдарья большинство ТМ относятся к классу умеренно подвижных.

В весенний период очень подвижными оказались Mo, Ag и Pb; умеренно-подвижными – Mn (в 2000 г.), Cr, Ni, Cu, Zn и Sn; подвижным – Mn в 2001 г., а слабоподвижным – Ti. Осенью очень подвижными элементами остались Mo и Ag; умеренно-подвижными Zn, Pb и Sn; подвижными – Cr и Cu, а слабоподвижными – Ti, Mn и Ni. В зимнее время в условиях Сырдарьи очень подвижными элементами сохраняются Mo, Ag и Pb; умеренно подвижными – Cr, Zn и Cu; подвижных – нет; слабоподвижным является

Mn в 2000 и 2001 гг. По классификации А.И.Перельмана цинк отнесен к числу элементов с высокой интенсивностью миграции. Однако в воде р. Сырдарья по всему течению по значению коэффициента миграции он становится в ряд умеренно подвижных. Если хром и свинец отнесены А.И.Перельманом в класс слабоподвижных, то по нашим данным они относятся к классу умеренно подвижных (Cr) или очень подвижных (Pb). Титан отнесен А.И.Перельманом к слабоподвижным, наши данные по титану совпали с оценкой этого автора. Воде р. Сырдарья свойственна молибденово-свинцовая специализация: в индексе кларк концентрации представлен следующим образом: $Mo_{436,4}$; $Pb_{313,8}$; $Ag_{200,0}$; $Sn_{52,0}$; $Cu_{17,4}$; $Zn_{14,7}$; $Cr_{10,7}$; $Ni_{17,07}$; $Mn_{3,0}$; $Ti_{0,4}$. Интенсивность химической денудации водосборов характеризуется по модулю ионного стока, средний модуль ионного стока ТМ рекой Сырдарья составляет $220,5 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$.

Исследование загрязнения донных отложений р. Сырдарья тяжелыми металлами. Чтобы выявить тенденции роста или снижения антропогенной нагрузки речного бассейна реки Сырдарья нами исследованы ее донные отложения в осенний и зимний периоды. Диаметр частиц ДО изменяется в широких пределах: от 0,8 до 1,6 мм и от 2 до 30 мм. Концентрация свинца по течению реки изменяется в пределах 190-648 мкг/г, составляя в среднем 465 мкг/г, цинка – 68-458 мкг/г, при среднем содержании 345 мкг/г (рисунок 8 а).



Пункты: см. в таблице 1.

Рис. 8. Изменение концентрации тяжелых металлов в донных отложениях р. Сырдарья: а) в осенний период 2001 г.; б) в зимний период 2001г.

Далее по степени загрязнения следует марганец (213 мкг/г), хром (211 мкг/г), медь (208 мкг/г), титан (196 мкг/г) и молибден (144 мкг/г). Вода р. Сырдарья имеет нейтральную и слабощелочную реакционно-му среды, которая способствует аккумуляции мобильных элементов,

таких как ТМ, в донных отложениях. Донные отложения р. Сырдарья, отобранные осенью 2001 г. характеризуются концентрациями, значительно превышающие свои ПДК. Так, среднее содержание меди превышает предельно-допустимую концентрацию в почвах (ПДК_п) в 69,3, свинца – в 23,3, цинка и хрома – в 15,0 раз. Судя по суммарному содержанию металлов, самыми загрязненными ДО являются участки при впадении р. Арыс (1994 мкг/г – 99 ПДК_п) и у с. Жалагаш (1970 мкг/г – 98 ПДК_п).

В зимний период ДО реки существенно загрязнены титаном, марганцем, цинком, свинцом и, в меньшей степени остальными металлами (рисунок 8 б). Так, средняя концентрация металлов составляет для титана 362,0; марганца – 325,0; цинка – 218,0 (9,4 ПДК_п); свинца – 218,0 (19 ПДК_п); меди – 143,0 (4,8 ПДК_п); хрома – 100,0 (5,0 ПДК_п); молибдена – 69,0 мкг/г.

Можно предположить, что ДО р. Сырдарья в весенний период служат поставщиком ТМ в воду, а в осенний и зимний периоды – сорбентом. По гидрогеологическим данным р. Сырдарья имеет турбулентное течение, в результате чего смывается все содержимое в русло реки во время весеннего половодья. Донные отложения р. Сырдарья имеют значительную степень загрязнения – 17,23 и индекс риска – 156. На основании полученных данных можно констатировать, что донные отложения приводит к значительному экологическому риску. В осенний и зимний периоды содержание ТМ в донных отложениях выше, чем в воде.

Максимальные концентрации ТМ в воде р. Сырдарья также связаны с расположением крупных городов и населенных пунктов не только Казахстана, но и сопредельных государств, осуществляющих сброс промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, ведущих к образованию комплексных биохимических аномалий. Наблюдаемое ухудшение водохозяйственной обстановки в нижней дельтовой части (Кызылординская область) территории бассейна находится в прямой зависимости от хозяйственной деятельности в верхней и средней дельтовых частях (Таджикистан, Кыргызстан, Узбекистан). Таким образом, именно здесь (Кызылординская область), сосредоточены все негативные последствия ирригационной деятельности. Тяжелые металлы в ДО р. Сырдарья, как и в воде, распределены неравномерно по течению. Изменение их связано с влиянием крупных промышленных центров, а также с протеканием процессов сорбции-десорбции ионов

этих металлов донными отложениями.

5. Распределение радиоактивных веществ в воде р.Сырдарьи по течению в многолетнем цикле. Основными нормативными документами, регламентирующими действие ионизирующих излучений на здоровье населения, являются «нормы радиационной безопасности» (НРБ-99). Суммарная удельная α -активность вод, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, не должна превышать 0,1 Бк/дм³, β -активность - 1,0 Бк/дм³. Нами установлено, что в 2000 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Шардара превышает ПДК в 11,8 раза, а в п.Томенарык - в 5,6 раза. Самая высокая удельная α -активность наблюдается в пробной воде Байгекум. В 2000 г. весенний период она превысила ПДК в 248 раз, в осенний период - 206 раз, в зимний период - 329 раз, а в 2002 г. весенний период - 295 раз. Высокая удельная α -активность наблюдается, и в пробной воде Кызылорда, так в 2001 г. в осенний период превышает установленный норматив 171 раз, а в зимний период 262 раз. Высокая суммарная удельная активность β -излучающих радионуклидов наблюдается в пробных водах Томенарык, Байгекум и Кызылорда. В 2001 году во все времена года в пробной воде Томенарык β -активность превышает установленный норматив 2,5-5,6 раза, в пробной воде Байгекум 3,5-8,7 раза, а в пробах Кызылорда 5,4-8,3 раза. Повышенное содержание α - и β -излучающих радионуклидов, особенно в воде, отобранной у с.Байгекум, является постоянным. С одной стороны, повышается общая минерализация вод, с другой стороны, возможно поступление радионуклидов с осадками из Сырдарьинской урановорудной провинции, пространственно охватывающей села Томенарык и Байгекум. Не следует исключать возможное поступление радионуклидов с участков отработки урановых месторождений Северного и Южного Карамуруна. Добыча урана на месторождениях вблизи с.Байгекум проводится методом подземного выщелачивания, при котором в рудный горизонт закачивается слабокислый раствор серной кислоты (до 10 г/дм³) и из него откачивается раствор с выщелоченным ураном до 0,2 г/дм³. Возможно, не всегда соблюдается технический регламент, поэтому наблюдается повышенное содержание сульфат-иона и высокое значение минерализации речной воды.

Таблица 3

Объемная активность радионуклидов в воде реки Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Минерализация, мг/дм ³	α-активность, Бк/дм ³	β- активность, Бк/дм ³
1	г. Шардара	2000, зима	1422	1,18±0,37	0,76±0,17
2	Чиназ (Республика Узбекистан)	2001, весна	870	0,21 ± 0,13	0,24 ± 0,11
3	г. Шардара	2001, весна	850	1,33 ± 0,29	0,51 ± 0,19
4	с. Байгекум	2001, весна	1200	24,77	3,96
5	с. Байгекум	2001, осень	1600	20,59	3,51
6	с. Байгекум ПВ -1	2002, зима	950	0,38	0,33
7	с. Байгекум РУ -6	2002, зима	1740	0,76	0,68
8	с. Байгекум	2002, весна	2090	29,52	8,68
9	с.Томенарык	2002, весна	420	1,58	0,52
10	с. Байгекум ПВ -1	2003, зима	950	0,38	0,33
11	с. Байгекум РУ -6	2003, зима	1740	0,76	0,68
12	с. Байгекум ПВ -1	2004, зима	1950	0,39	0,45
13	с. Байгекум РУ -6	2004, зима	950	0,20	0,54
14	с. Байгекум ПВ -1	2005, весна	1810	0,24	0,26
15	с. Байгекум ПВ -2	2005, весна	1770	0,31	0,26
16	с. Байгекум	2006, зима	590	0,08	0,25
17	с. Томенарык	2006, весна	860	0,244	0,39
18	с. Байгекум	2006, осень	1450	0,50	0,57
19	с. Байгекум РУ -6	2007, зима	880	0,24	0,35
20	с. Байгекум ПВ-1	2007, зима	5330	1,39	2,11
21	с. Томенарык	2007, зима	950	0,22	0,43
22	с. Байгекум	2008, осень	1910	0,222	0,104
23	с. Шиели	2008, осень	1870	0,319	0,12
24	с. Байгекум	2009, зима	1620	0,630	0,249
25	с. Шиели	2009, зима	1150	0,724	0,259
26	с. Байгекум	2009, весна	1680	1,69	0,706
27	с. Шиели	2009, весна	2200	0,56	0,169
28	с.Томенарык	2009, весна	1950	0,581	0,187
29	г. Шардара	2011, зима	1340	0,55	0,421
30	с. Амангелди	2011, зима	1069	0,54	0,482
31	с. Байгекум	2012, зима	860	0,47	0,182
32	с. Шиели	2012, зима	1430	0,20	0,074

Таблица 4

Содержание радионуклидов в воде р. Сырдарья

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³										
			Ra-226	Th-234	U-235	Th-227	Ra-223	Th-228	Ra-228	K-40	Pb-210	Th-230	Cs-137
1	г. Шардара	2000, зима	0,071	0,12	0,010	-	-	<0,008	<0,019	0,18	0,17	-	<0,006
2	Чиназ (Узбекистан)	2001, весна	<0,015	<0,08	<0,008	-	-	<0,010	<0,03	0,19	-	-	<0,008
3	г. Шардара	2001, весна	0,130	<0,06	<0,013	-	-	<0,016	<0,05	0,18	-	-	<0,014
4	с. Байгекум	2001, весна	2,29	1,49	0,014	-	-	<0,028	<0,06	0,18	-	-	0,016
5	с. Байгекум	2001, осень	0,021	-	-	<0,036	<0,02	0,009	0,020	0,26	-	-	<0,007
6	с. Байгекум ПВ -1	2002, зима	0,047	-	-	-	-	<0,011	0,031	0,21	-	-	<0,009
7	с. Байгекум РУ -6	2002, зима	0,062	-	-	-	-	<0,033	<0,041	<0,18	-	-	<0,020
8	с. Байгекум	2002, весна	4,47	0,94	0,08	0,09	0,24	0,060	0,012	0,4	1,17	<4,11	<0,031
9	с. Томенарык	2002, весна	0,21	<0,05	<0,07	<0,06	<0,05	<0,018	<0,06	<0,23	<0,09	<1,39	<0,014
10	с. Байгекум ПВ -1	2003, зима	0,047	-	-	<0,001	<0,001	<0,011	0,031	0,21	-	-	<0,009
11	с. Байгекум РУ -6	2003, зима	0,062	-	--	<0,002	<0,002	<0,033	<0,041	<0,18	-	-	<0,015
12	с. Байгекум ПВ -1	2004, зима	0,028	0,13	-	<0,047	<0,035	<0,013	0,047	0,14	<0,72	<1,8	<0,009
13	с. Байгекум РУ -6	2004, зима	0,164	<0,09	-	<0,053	<0,040	<0,009	0,041	0,21	<0,81	<2,2	<0,010
14	с. Байгекум ПВ -1	2005, весна	<0,014	<0,058	<0,0066	-	-	<0,0071	<0,032	<0,13	<0,060	<0,73	<0,008
15	с. Байгекум ПВ -2	2005, весна	<0,014	0,065	0,0063	-	-	<0,0095	<0,024	<0,15	<0,061	<0,75	<0,008
16	с. Томенарык	2006, весна	0,024	0,072	0,0076	-	-	0,010	<0,049	<0,21	<0,062	<0,78	<0,013
17	с. Байгекум	2006, зима	0,011	0,057	<0,0085	-	-	0,013	<0,034	<0,13	<0,050	<0,58	0,008
18	с. Байгекум	2006, осень	<0,034	<0,14	<0,0121	-	-	<0,0265	<0,085	<0,37	<0,161	<1,7	<0,022

Продолжение таблицы 4

19	с. Байгекум РУ -6	2007, зима	0,017	0,122	0,0079	-	-	<0,0061	<0,024	<0,10	<0,038	<0,43	<0,006
20	с. Байгекум ПВ-1	2007, зима	0,062	0,191	<0,021	-	-	0,0279	<0,132	1,22	<0,228	<2,55	<0,034
21	с. Томенарык	2007, зима	0,013	0,158	0,0013	-	-	0,0090	<0,021	<0,09	<0,035	<0,39	<0,005
22	с. Байгекум	2008, осень	<0,06	0,17	<0,017	-	-	<0,030	<0,12	<6	<0,27	<2,2	<0,45
23	с. Шиели	2008, осень	<0,05	0,16	0,016	-	-	<0,029	<0,11	<6	<0,26	<2,1	<0,40
24	с. Байгекум	2009, зима	0,039	0,25	0,0184	-	-	0,033	<0,06	<6	<0,14	<1,2	<0,45
25	с. Шиели	2009, зима	0,050	0,23	0,019	-	-	0,021	<0,11	<6	<0,25	<2,1	<0,45
26	с. Байгекум	2009, весна	0,638	0,27	<0,026	<0,12	<0,11	0,033	<0,12	<6	<0,29	<2,5	<0,40
27	с. Шиели	2009, весна	0,045	0,26	0,015	<0,11	<0,10	0,033	<0,11	<6	<0,23	<2,2	<0,40
28	с. Томенарык	2009, весна	<0,05	0,17	0,015	<0,11	<0,10	0,031	<0,11	<6	<0,26	<2,1	<0,40
29	г. Шардара	2011, зима	0,120	0,26	<0,040	<0,07	<0,022	-	<0,25	<6	<0,5	<4,0	<0,40
30	с. Амангелди	2011, зима	<0,10	0,25	<0,040	<0,06	<0,024	-	<0,24	<6	<0,5	<4,5	<0,40
31	с. Байгекум	2012, зима	<0,06	0,23	<0,023	<0,16	<0,16	<0,045	<0,25	<3,0	<0,40	<3,5	<0,19
32	с. Шиели	2012, зима	0,070	0,25	<0,024	<0,06	<0,16	<0,06	<0,24	<4,0	<0,40	<3,5	<0,30

29

Таблица 5

Результаты радиометрического анализа и определение суммарной удельной активности α и β - излучающих радионуклидов в воде р.Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Минерализация, мг/дм ³	α -активность, Бк/дм ³	β -активность, Бк/дм ³
1	г. Кызылорда	2002, весна	700	2,30	0,59
2	г. Кызылорда	2003, зима	960	3,12	1,52
3	с. Амануткель	2003, весна	840	0,61	0,33
4	с. Бугуень	2003, весна	950	0,46	0,21
5	г. Кызылорда	2003, весна	950	0,46	0,33
6	г. Кызылорда	2005, весна	940	0,17	0,38
7	г. Кызылорда	2006, весна	910	0,29	0,57

Таблица 6

Объемная активность радионуклидов в воде реки Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³										
			Ra-226	Th-234	U-235	Th-227	Ra-223	Th-228	Ra-228	K-40	Pb-210	Th-230	Cs-137
1	г. Кызылорда	2002, весна	0,19	0,168	0,016	<0,08	<0,07	0,023	<0,08	<0,2	<0,19	<2,3	<0,02
2	г. Кызылорда	2003, зима	0,45	-	-	0,074	0,067	<0,032	<0,08	<0,27	-	-	<0,028
3	с. Амануткель	2003, весна	<0,008	0,113	-	<0,032	<0,032	<0,010	0,028	0,14	<0,078	<0,83	-
4	г. Кызылорда	2003, весна	0,021	0,120	-	<0,025	<0,025	<0,008	<0,022	0,17	<0,062	<0,69	<0,006
5	г. Кызылорда	2005, весна	<0,015	0,140	0,0083		--	<0,0101	<0,036	0,21	<0,058	<0,69	<0,008
6	г. Кызылорда	2006, весна	0,019	0,109	<0,009	-	-	0,043	<0,049	0,20	<0,055	<0,87	<0,011

30

Таблица 7

Объемная активность радионуклидов в воде реки Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³										
			Ra-226	Th-234	U-235	Th-227	Ra-223	Th-228	Ra-228	K-40	Pb-210	Th-230	Cs-137
1	с. Табакбулак	2008, осень	0,078	0,12	<0,015	-	-	<0,035	<0,13	<6	<0,23	<2,3	<0,40
2	с. Шаульдер	2008, осень	0,036	0,23	0,017	-	-	<0,023	<0,12	<5	<0,23	<2,3	<0,45
3	с. Табакбулак	2009, зима	0,046	0,18	<0,019	-	-	<0,024	<0,11	<6	<0,27	<2,3	<0,40
4	с. Шаульдер	2009, зима	0,054	<0,12	<0,018	-	-	<0,035	<0,11	<6	<0,18	<2,0	<0,45
5	с. Табакбулак	2009, весна	53,2	67,9	1,19	30,6	25,3	0,93	<2,6	<7	124	372	<0,6

Как видно из данных таблицы 6 и 7, концентрация Th^{234} , Th^{227} , Th^{228} , Ra^{223} , Ra^{228} , K^{40} , Cs^{137} в воде реки Сырдарья находится ниже ПДК. Систематическое изучение содержания Ra^{226} , являющегося источником α -излучения, показало, что в воде реки Сырдарья отмечено высокое содержание Ra^{226} . Общеизвестный факт, что Ra^{226} находится в воде водоемов в ионной растворимой форме. Этим обусловлено то, что основное его количество остается в воде. Высокое содержание Ra^{226} , превышающее ПДК в 10 раз, наблюдалось в 2001 г. в пробной воде Кызылорды. Определение концентрации радионуклидов в воде имеет особое значение, так как позволяет определить степень её загрязнения и оценить радиационную обстановку на прибрежных территориях. Кроме того, в результате миграции радиоактивных веществ из водоема на прибрежную территорию возникают новые пути воздействия их на человека. В настоящее время важно иметь представление о подобных путях воздействия ионизирующего излучения, источником которых являются радионуклиды, находящиеся в водотоках.

Оценка годовых ожидаемых эффективных доз внутреннего облучения.

Расчет проводили на основе изучения концентраций (активности) радионуклидов в воде, используемой населением для питья и приготовления пищи. Эффективная ожидаемая годовая доза Ra^{226} для детей при активности $4,47 \text{ Бк/дм}^3$ (потребление воды в год регламентировано для расчетов НРБ-99 принято равным 800 дм^3):

$$4,47 \cdot 4,7 \cdot 10^{-6} \text{Зв} \cdot 800 = 16807,2 \cdot 10^{-6} \text{Зв/год} = 16,8 \text{ мЗв/год}$$

То же для взрослых: $4,47 \cdot 2,8 \cdot 10^{-7} \text{Зв} \cdot 800 = 10012,8 \cdot 10^{-7} \text{Зв/год} = 1,0 \text{ мЗв/год}$

Из расчетов можно сделать следующий вывод: в Казахстане при высокой природной концентрации естественных радионуклидов в питьевой воде квота годовой дозовой погрузки от них на население, регламентированная НРБ-99, равная $0,2 \text{ мЗв/год}$, превышает для условий Арало-Сырдарьинского бассейна на взрослое население почти в 6 раз. При тех же концентрациях дозовая нагрузка на грудных детей возрастает в 95 раза.

6. Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности природной воды реки Сырдарья

Весь ход естественных и антропогенных изменений по изученному участку реки Сырдарья, изложенной в диссертаций, убедительно показывает, что в воде реки Сырдарья возникли реальные угрозы необративных экологических изменений, тяжелых экономических ущербов и недопустимого ухудшения условной жизни населения. Причем,

как вытекает из экспериментальных результатов приведенных в главах 3-4, по р.Сырдарья, постоянно существует ряд угроз для экосистем в целом:

1. Угроза увелечения содержания радионуклидов в участках урановых месторождений: Северный и Южный Карамурун, Ирколь, Харасан Северный и Южный, Заречное, Южное Заречное, Асарчик, Жоуткан;

2. Угроза загрязнения участков близи промышленных объектов, как акционерные общества «Шымкентский свинцовый завод», «Шымкентнефтеоргсинтез», «Фосфор», «Шымкентцемент», «Шымкентшина», «Гидролизный завод», завод «Химфарм» и т.д. с повышенным содержанием тяжелых металлов;

3. Угроза попадания не очищенных городских сточных вод в реку;

4. Угроза загрязнения донных отложений тяжелыми металлами и высоко токсичными ионами свинца, хрома и марганца;

5. Угроза накопления тяжелых металлов и радионуклидов в растениях и далее в организме животных и человека.

В связи с этим предлагаем комплекс программ, выполнение которых могли бы способствовать улучшению экологическую обстановку изучаемого региона необходимо разработать комплекс управленческих мероприятий по обеспечению экологически безопасного и устойчивого развития природно-хозяйственной системы региона по течению реки Сырдарья, представляющего территорию Казахстана. В комплекс этих мероприятий должны входить три подсистемы:

1) подсистема, разрабатывающая мероприятия по снижению уровня дозовой нагрузки радионуклидов на население, проживающих в зоне «Сырдарьинской ураново-рудной провинции».

2) подсистема, разрабатывающая научные и прикладные аспекты обеспечивающие глубокую очистки сточных вод, сбрасываемых в реку.

3) подсистема, определяющая основные концептуальные подходы по использованию и пересмотру дозировки внесения минеральных удобрений на хлопковые и рисовые поля, расположенных по берегам реки Сырдарья.

Перечисленные выше мероприятия делают задачу управленческого воздействия особо актуальной и их можно отнести к действиям нейтрализующим фундаментальные причины возникновения и развития экологического кризиса. Кроме того, следует перечислить и ряд неотложенных мер, которые могут компенсировать неблагоприятные последствия дестабилизирующие экологическую обстановку изучаемого региона:

- определить основные характеристики трансформации сточных вод в изучаемом регионе;

- выработать мероприятия, уменьшающие поступление сбросных сточных вод с хлопковых и рисовых полей в реку Сырдарья;

- создать резервуары-водохранилища и «солеохранилища» для приема и предварительной очистки сточных вод, составить водно-хозяйственный баланс накопителей сточных вод;

- увеличить радиус санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий (горнодобывающей, металлургической, химической, нефтехимической и т.д.) южного региона Казахстана;

- с целью снижения уровня дозовой нагрузки радионуклидов на население ураново-рудной провинции (с.Томенарык, с.Байгекум) реализовать экономичный механизм природопользования предусматривающей компенсацию ущерба, наносимого населению и окружающей среде деятельностью предприятий урановых разработок;

- повысить эффективность технологических процессов разработки урановых руд, принять меры которые исключили бы попадания особо токсичных концентрированных стоков урановых производств в р.Сырдарья, с этой целью необходимо в технологическом процессе предусмотреть обратное водоснабжение;

- создать водоохраные зоны по реки Сырдарья и другие, не допускающие сброса отработанных вод промышленности, коммунально-бытового хозяйства и коллекторно-дренажной сети; провести дезактивацию и захоронение рудников, имеющих радиоактивные отвалы, и промышленных предприятий, имеющих вредные химические и радиоактивные отбросы и шлаки;

- создать охраняемые и управляемые мусоросвалки коммунально-бытовых и промышленных отходов; строительство мусороперерабатывающих заводов, а также осуществление мониторинга бытовых и промышленных отходов;

реализация мероприятий по обезвреживанию отвалов и хвостохранилищ горно-перерабатывающей промышленности;

- создать производства по изготовлению газобаллонного оборудования для заправки автомобилей экологически чистым топливом - сжиженным газом, вместо бензинового топлива; снизить производство этилированного бензина на нефтеперерабатывающих заводах и увеличить производство неэтилированного бензина;

- в сельскохозяйственном производстве произвести реструктуризацию; совершенствовать технологию выращивания культур; отказаться от применения химически вредных препаратов и удобрений;

- создавать вокруг городов, населенных пунктов и поселков защитные лесные полосы и массивы; охранять сохранившиеся озера и водоемы от иссушения и полного исчезновения, а на высохшем дне Аральского моря развивать плодородные системы; прекратить производство промышленной продукции, способствующей возникновению в атмосфере парникового эффекта и разрушающей озоновый слой; создать особо охраняемые территории.

- рекомендовать экологическим службам организовать постоянно действующий мониторинг по качеству питьевой и природной воды р.Сырдарья, особенно по бактериологическому показателю питьевой воды. О результатах мониторинга настойчиво и систематически оповещать население, проживающих в изучаемом регионе, что должно обезопасить населения от многих болезней и заражения.

Рекомендации по созданию технических средств защиты водохозяйственных объектов

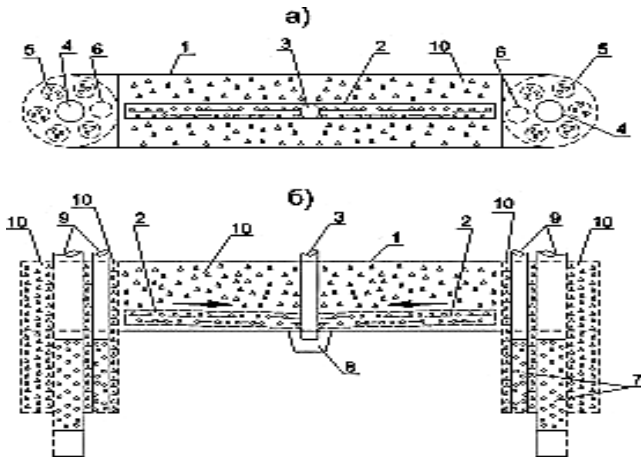
Исходной позицией для создания технических средств защиты служит факт проникновения ареалов от крупных источников загрязнения в долину реки Сырдарья. Расстояние от источников загрязнения до водозаборов в населенных пунктах Амангельды – Бугунь составляет от одного до нескольких десятков километров. Речь идет о загрязнении воды остатками минеральными удобрениями, тяжелыми металлами и радионуклидами. Геоэкологическая устойчивость района, ограниченного этими поселками, в результате техногенной трансформации геологической ситуации практически исчерпана. В связи с чем, требуется проведение комплекса природоохранных мероприятий, способствующих снижению негативного влияния на окружающую среду, как на самих объектах загрязнений, так и на маршрутах их стоков.

Одно из направлений природоохранных работ связано с разработкой сорбентов, экономически привлекательных для крупнотоннажного использования, а также инженерных решений по созданию гидродинамических барьеров для стоков. Гидродинамические барьеры в комплексе с геохимическими барьерами и автономными системами очистных сооружений, способны существенно повысить степень очистки вод от механических примесей, тяжелых металлов и радионуклидов, что в свою очередь положительно отразится на общей экологической ситуации региона.

Известно, что потоки от источников загрязнения, расположенных на водосборных площадях, движутся не только по поверхностным водотокам, но и по плохо отсортированному овражному аллювию на глубинах от 4÷6 до 8÷12 м. Эффективных технических средств предотвра-

щения загрязнения водохозяйственных объектов от подземных потоков не существует, а источников загрязнения в рисосеющих районах и в урановых рудных провинциях на водосборах достаточно много.

За основу предлагаемого технического решения по созданию гео- и гидродинамического барьера была взята установка совмещенного горизонтального и вертикального дренажа, предназначенная для локализации загрязненных флюидов (рисунок 9).



1 – горизонтальная горная выработка с дренажной трубой, заполненная щебнем; 2 - дренажная труба с перфорацией; 3 - выводная труба; 4 - эксплуатационные скважины с погружными насосами; 5 - специальные скважины с микросферной засыпкой; 6 - наблюдательная скважина-пьезометр; 7 - интервалы перфорации фильтра в эксплуатационных и наблюдательных скважинах; 8 – зумпф для сбора загрязненных вод; 9 - обсадные трубы; 10 - микросферный наполнитель

Рис. 9. Установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа с целью перехвата загрязняющих веществ: а) в плане, б) в разрезе:

Конструкция установки состоит из дренажной канавы глубиной 4÷6 м и двух эксплуатационных скважин на верхний водоносный горизонт. Вокруг них пробурены по кругу 6 скважин, в пять из которых засыпается мелкий щебень, с извлечением обсадных труб. Одна из шести скважин наблюдательная. Эта конструкция обеспечивает максимальный приток загрязненных вод при невысокой проницаемости вмещающих пород.

Нами предлагается заменить мелкий щебень на микросферы (ценосферы) – отходы угольных тепловых электростанций, что позволит

проводить не только очистку сточных вод от механических примесей, но исходя из химического и фазового состава микросфер связывать тяжелые металлы и радионуклиды.

Микросферы представляют собой застывший расплав алюмосиликатного стекла (керамики) в виде полых шариков диаметром от 5 до 250 мкм со сплошными стенками толщиной от 2 до 10 мкм. Химический состав и физические параметры микросфер могут существенно различаться и зависят от типа используемого сырья, а также режимов работы энергетических установок.

Первоначально, для выделения ценосфер был использован метод, заключающийся в гидросепарации и сьеме всплывающих микросфер, с последующим их обезвоживанием. Однако, учитывая тот факт, что указанный метод сбора не применим в круглогодичном режиме (особенно в зимнее время для центральных и северных регионов Казахстана и России), то параллельно была предпринята попытка в разработке новых технологических подходов круглогодичного извлечения микросфер из золотвалов тепловых электростанций. В качестве базового был использован метод колонной флотации. Опыт применения колонной флотации в процессах обогащения минерального сырья, заключающийся в ином принципе распределении воды между пенным и камерным продуктом, показал возможность получения более богатых концентратов и позволил сократить технологическую цепочку перечистных операций. Основываясь на имеющихся данных, для выделения микросфер из шлаков мокрого золоуноса был испытан опытный образец четырехметровой колонной флотомашины, разработанный ТОО "Oriental" (Казахстан, Алматы), сочетающий в себе все характеристики данного типа аппаратов. Общий вид установки представлен на рисунке 10.

Фотографии отмытого и высушенного пенного продукта (рисунок 11) при оптимальном времени флотации показали наличие в нем микросфер. Следует обратить внимание на присутствие не только целых, но и перфорированных микросфер, что свидетельствует о полноте протекания процесса сбора. Сорбционные свойства микросфер были изучены на технологических растворах уранового производства с общим содержанием урана $\sim 45 \text{ мг/дм}^3$, которые показали степень сорбции для исходных образцов более 50%, после кислотной обработки ценосфер - 50-65%, после щелочной - 75 - 88%, что сравнимо со степенью сорбции урана из растворов модифицированными цеолитами.

Для глубокой отчистки отстойников и водоёмов сточных вод была разработана установка, которая делится на два модуля, сорбционный модуль и гидравлический насос.



1-колонная флотомашина, 2-емкость с мешалкой,
3-подводящий трубопровод от насоса,
4-трубопровод вывода хвостов флотации

Рис. 10. Установка для флотации золошлаковых отходов

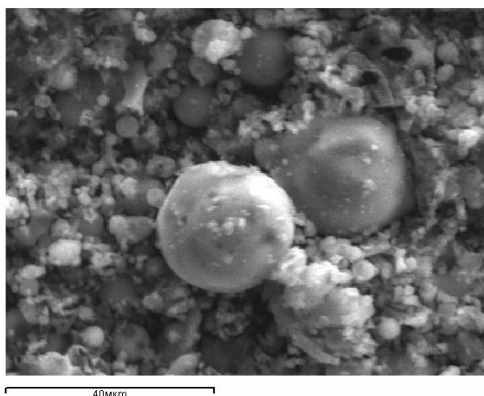


Рис. 11. Общий вид выделенных микросфер (ценосфер)

Для подачи очищаемых растворов в сорбционный модуль, установка сорбции снабжена гидравлическим насосом, работающего по принципу "гидравлического тарана", преобразующего потенциальную энергию жидкости в кинетическую. Применение в установке гидравлического тарана позволяет размещать ее во всех имеющихся отстойниках и колодцах с глубиной заполнения не менее 1,5 м. Сочетание сорбционного модуля с гидравлическим насосом, работающим без

использования подвода энергии от внешних источников исключительно за счет энергии столба жидкости, позволяет устанавливать сорбционную установку в любом месте отстойника или колодца.

Общий вид разработанной установки приведен на рисунке 12.

Для обеспечения максимальной загрузки сорбента в установку и возможности замены сорбционных блоков, сорбционный модуль был спроектирован состоящим из четырех, независимых сорбционных секций. Пилотный вариант установки проходит стадию опытных испытаний.

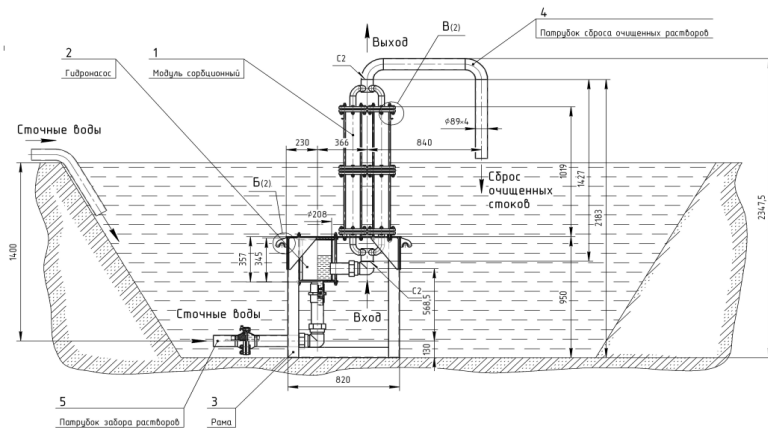
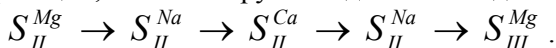


Рис. 12. Размещения сорбционной установки в отстойнике сточных вод
1- модуль сорбционный; 2- гидронасос; 3- рама; 4- патрубок сброса очищенных растворов; 5- патрубок забора растворов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изложенные в работе результаты экспериментальных исследований и технологических разработок позволили сделать следующие выводы:

1. Установлено, что содержание сульфат-ионов превышает ПДК в 3,5, наблюдается четкое возрастание содержания SO_4^{2-} , $Na^+ + K^+$, Mg^{2+} и минерализации превышает ПДК в 3-5 раза. Выявлено, что химический состав воды р.Сырдарьи продолжает испытывать антропогенный процесс, что приводит в конечном итоге к усилению процессов метаморфизации, меняется группа и даже тип воды:



За период 1971-2000 гг. концентрация биогенных элементов

значительно возросла: NO_3^- - 60-80, NH_4^+ - в 6-30, NO_2^- - в 5 раз.

2. Выявлено, что ход распределения загрязняющих веществ по длине реки имеет неоднозначный характер, обусловленный гидрологическим, гидробиологическим и гидрохимическим режимами, а также влиянием антропогенного фактора. Верхние и нижние участки реки за исследуемый период испытали, соответственно, двух- (ИЗВ=1,6-2,3) и трехкратное (ИЗВ=2,9) антропогенное воздействие.

3. Установлено что, состояние качества воды р. Сырдарья по превышению ПДК Pb, Ti, Ni, Cr оценивается как «опасное». В весенний период величина индекса загрязненности воды составляет 3,35 по критериям качества вода относится к четвертому классу и характеризуется как «загрязненная».

4. Установлена прямая корреляционная связь между содержанием молибдена и минерализацией воды ($r=0,58$). Такая же связь установлена между величиной pH и содержанием титана ($r=0,60$), меди ($r=0,55$) и цинка ($r=0,54$).

5. Определена донные отложения р. Сырдарья также характерна молибденово-свинцовая специализация, в индексе кларк концентрации: Mo_{999} ; Pb_{213} ; $\text{Cu}_{37,0}$; $\text{Zn}_{31,0}$; $\text{Cr}_{18,5}$; $\text{Mn}_{2,6}$; $\text{Ti}_{0,7}$. Геохимическая структура донных отложений: $\text{Mo} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Mn} > \text{Ti}$. Донные отложения р. Сырдарья имеют значительную степень загрязнения ($16 \leq C_d < 32$) и экологический риск ($114 \leq \text{RI} < 228$).

6. Впервые определена, суммарная удельная активность α - и β -излучающих радионуклидов. Показано, что объемная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде с.Томенарык превышает норматив в 5,6-15,8, в пробе с.Байгекум в 206,0-295,0, а в пробной воде г.Кызылорда 1,7-31,0 раз. β -излучающие радионуклиды в речной воде возле с.Томенарык и с.Байгекум постоянно превышают установленный норматив от 2,5 до 5,6 раз и от 3,5 до 8,7 раз соответственно.

7. Впервые выявлено распределение радиоактивных веществ в воде р.Сырдарьи по течению в многолетнем цикле. Для воды р.Сырдарьи характерно высокое содержание Ra^{226} : так, в пробной воде г.Кызылорда в 2001 году его содержание превышало установленный норматив в 10 раз.

8. Проведен расчет эффективной ожидаемой годовой дозовой нагрузки для Ra^{226} . Учитывая, что в Казахстане квота годовой дозовой нагрузки составляет 0,2 мЗв/год, для исследуемого региона этот показатель дозовой нагрузки превышает для взрослых почти в 6 раз, а для грудных детей в 95 раза.

9. Разработан способ выделения микросфер из отходов тепловых электростанций, работающих на твердом топливе и исследованы их сорбционные свойства. Показано, что после щелочной обработки мик-

росфер, сорбция урана достигает более 80%, что открывает широкие возможности их практического использования. Разработан комплекс технических решений, способствующий улучшению экологической ситуации в ареалах протекания реки Сырдарья.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Мусабеков К.Б., Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш., Сейтжанов А.Ф., Техногенное загрязнение тяжелыми металлами реки Сырдарьи в пределах территории Южно-Казахстанской области // Вестник КазГУ. Серия экологическая. - 2000.-№1-2 (6,7).-С.90-92.
2. Мусабеков К.Б., Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Жетписбай Д.Ш. Распределение тяжелых металлов в речном бассейне Сырдарьи // Вестник МОН НАН РК. – 2000. № 3. – С. 30-32
3. Сейтжанов А.Ф., Жанбеков Х.Н., Мусабеков К.Б., Мукатаева Ж.С. Физико – химические характеристики водного бассейна реки Сырдарьи // Вестник МОН НАН РК. – 2000. - № 3. – С. 64-69.
4. Мусабеков К.Б., Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Жетписбай Д.Ш. Миграция тяжелых металлов в р.Сырдарье // Известия МОН НАН РК. -2001. - №1.-с. 12-14.
5. Мусабеков К.Б., Жетписбай Д.Ш., Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф. Токсикологическое воздействие тяжелых металлов на окружающую среду // Вестник КазГУ. Серия экологическая. -2001. -№ 1 (8).-С. 56-59.
6. Мусабеков К.Б., Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Сейтжанов А.Ф. Минерализация и содержание главных ионов в воде реки Сырдарьи (сообщение 1) //Вестник КазГУ. Серия экологическая. -2001.- №1(8).-С.63-65.
7. Мусабеков К.Б., Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Сейтжанов А.Ф. Минерализация и содержание главных ионов в воде реки Сырдарьи (сообщение 2) //Вестник КазГУ. Серия экологическая. -2001. - №1(8). -С.66-69.
8. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Мукатаева Ж.С., Чокина Н.Ю. Обнаружение радионуклидов в реке Сырдарья //Вестник МОН и НАН РК. -2001.-№3.-С. 18-21.
9. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Мукатаева Ж.С. Современные физико-химическое и радиологическое состояние реки Сырдарьи // Вестник КазГУ. Серия химическая. – 2001.-№2 (22).-С. 338-339.
- 10.Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш., Сейтжанов А.Ф., Накопление и миграция тяжелых металлов в водном бассейне реки Сырдарьи // Вестник МОН НАН РК. -2001.-№3.-С. 21-24.
- 11.Сейтжанов А.Ф., Мусабеков К.Б., Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С. Исследование речного бассейна Сырдарьи на радионуклиды // Материалы межд. Научно-практической конференции «Развитие гео-

- графической и экологической науки в Казахстане», 27-28 марта. - Алматы. -2002.-С. 146-148.
12. Мукатаева Ж.С., Жанбеков Х.Н. Радиологическое состояние воды речного бассейна Сырдарьи в низовьях // Материалы междунаучной конференции по аналитической химии, посвященной 100-летию со дня рождения академика НАН РК М.Т.Козловского, 29-31 октября. - Алматы. -2003.-С. 239-241.
 13. Жанбеков Х.Н., Мырзалиева Н.Ж., Жетписбай Д.Ш. Исследование миграции тяжелых металлов в речном бассейне реки Сырдарьи. // Вестник АГУ им.Абая. Серия естеств.-геог.науки. Алматы, 2003. № 2(4). – С. 42-45.
 14. Жанбеков Х.Н. Радиозэкологическое состояние речного бассейна Сырдарьи // Доклады НАН РК. -2003.-№6.-С.113-118.
 15. Жанбеков Х.Н. Загрязнение тяжелыми металлами речного бассейна Сырдарьи // Доклады НАН РК. -2004.-№1.-С. 79-86.
 16. Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш. Оценка токсичности тяжелых металлов для рыбохозяйственных водоемов // Доклады НАН РК. - 2004. -№4. -С- 72-77.
 17. Жанбеков Х.Н. Содержание радионуклидов в воде экосистемах в низовьях Сырдарьи // Доклады НАН РК. -2005.-№1.-С. 93-97.
 18. Жанбеков Х.Н. Современная химическая характеристика водного бассейна р.Сырдарья // Доклады НАН РК. -2004.-№4.-С. 72-77.
 19. Жанбеков Х.Н. Корреляционная зависимость ТМ // Известия МОН НАН РК. -2005.-№1.-С. 61-64.
 20. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Нургожаева Г.И., Алматова А.Ш., Нокербекова Н.К. Радиологическое состояние воды в низовьях // Вестник КазНПУ им. Абая. Серия естеств.-геог.науки. -Алматы, 2005. - №1 (7). – С. 85-88.
 21. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Алматова А.Ш., Нургожаева Г.И. Химия пәнін оқытуда экологиялық мәліметтерді пайдалану // Материалы междунаучно-практической конференции «Проблемы и тенденции естественного научного образования», 26-27 мая. – Алматы. – 2005. – С. 107-110.
 22. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Жумақынова А.Л. Сырдария өзенінің суының құрамындағы ауыр металдардың биоресурстарға әсері // Вестник КазНПУ им.Абая. Серия естеств.-геог.науки. – Алматы, 2005. - № 2 (8). – С. 57-60.
 23. Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш., Мырзалиева Н.Ж. Загрязнение донных отложений реки Сырдарьи тяжелыми металлами // Химический журнал Казахстана. – 2006. - № 1 (10). - С. 107-111.
 24. Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш., Мырзалиева Н.Ж., Нокербекова Н.К. Оценка качества воды реки Сырдарьи по индексу загрязнения

- вод // Вестник КазНПУ им. Абая. Серия естеств.-геог.науки.- Алматы, 2006. - № 2 (10). С. 33-35
25. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Мырзалиева Н.Ж., Розыбакиева Ш., Нокербекова Н.К. Загрязнение бассейна реки Сырдарья в Кызылординской области радионуклидами // Вестник КазНПУ им.Абая. Серия ЕГН. – Алматы, 2006. - № 2 (10). – С. 35-38.
 26. Жанбеков Х.Н., Қайынбаева Б.О., Жанбекова К.Н., Назарымбетова Х.А., Зиявдинова А.К. Бүгінгі таңдағы орта мектепте экология пәнін оқыту деңгейі // Вестник КазНПУ им.Абая Серия естеств.-геог.науки – 2006. - №2 (6). – С. 93-95.
 27. Жанбеков Х.Н. Современное состояние реки Сырдарья // Вестник АГУ им.Абая. – Алматы, 2001. - № 1 – С. 35-38.
 28. Жанбеков Х.Н., Мусабеков К.Б., Сейтжанов А.Ф. Присутствие радионуклидов в речном бассейне Сырдарья // Материалы между технической конференции «Развитие науки, новых технологий и проблемы высшего профессионального образования за 10-летия независимости»: Итоги и перспективы. 20 апреля. – Алматы. 2002. – С. 142-144.
 29. Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Абетаева С.А. Пестицидное загрязнение речного бассейна реки Сырдарья // Вестник МОН НАН РК. – Алматы, 2001. - №6. – С. 39-42.
 30. Жанбеков Х.Н., Мусабеков К.Б., Балыкбаева Г.Т., Тусупбаев Н.К., Кусайнова Ж.Ж., Муздыбаева Ш.А. Очистка от ионов тяжелых металлов адсорбционным способом // Материалы между конференции по аналитической химии, посвященной 100-летию со дня рождения академика НАН РК М.Т.Козловского, 29-31 октября. – Алматы. – С. 250-256
 31. Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш., Некоторые критерии оценки экологических исследований поверхностных вод // Матер. между. IV симп. Физика и химия углеродных материалов / Навноинженерия Алматы «Қазақ университеті», 2006. – С. 110-112.
 32. Жанбеков Х.Н., Жетписбай Д.Ш., Мырзалиева Н.Ж., Загрязнение донных отложений реки Сырдарья тяжелыми металлами // матер. между. IV симп. Физика и химия углеродных материалов 22-24 июнь, Алматы 2006 г. С. 228-231.
 33. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С. Жетписбаева Л.Б. Шакирова С.Д., Оценка эколого-химического состояния водного бассейна реки Сырдарья // Вестник КазНПУ им.Абая Серия естеств.-геог.науки. – Алматы, 2007. № 1 (11) С. 20-22.
 34. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Байсеитова Ж.Н., Экологические проблемы в низовьях реки Сырдарья // Доклады НАН РК. - № 3. – 2007. – С.111-115 .

35. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Жетписбаева Л.Б. Исследования загрязнения донных отложений реки Сырдарьи тяжелыми металлами // Вестник КазНПУ им.Абая Серия естетств.-геог.науки. – Алматы, 2007. №2 (12). – С. 37-41.
36. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Азнибакиева Х., Азгалиева Г., Тасименова Л. Радиоэкологическое состояние воды реки Сырдарьи в низовьях // Вестник КазНПУ им.Абая Серия естетств.-геог.науки. – Алматы, 2008. № 4 (18). - С.41-44.
37. Жанбеков Х.Н. Мониторинг загрязнения воды реки Сырдарьи // Материалы межд.конференции «Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие», 13-15 мая. – Чолпан – Ата (Бишкек). – Алматы, 2009, - С.175-179.
38. Жанбеков Х.Н. Влияние рудника подземного выщелачивания урана на месторождении «Заречное» на окружающую среду // Вестник Международного университета Кыргызстана. – Бишкек, 2009. – №1 (18). - С.-226-234.
39. Жанбеков Х.Н. Степень загрязнения тяжелыми металлами воды реки Сырдарьи // Вестник Международного университета Кыргызстана. – Бишкек, 2009. – №1 (18). - С.243-246.
40. Жанбеков Х.Н. Радиоэкологичесие исследования возле с.Табакбулак // Известия НАН РК. – Серия химическая – 2009. №6 (378). – С. 65-69.
41. Жанбеков Х.Н. Воздействие радионуклидов на окружающую среду и природоохранных мероприятия // Вестник НАН РК. – 2009. №6. – С. 52-57.
42. Жанбеков Х.Н. Минерализация воды реки Сырдарьи в многолетнем цикле // Вестник НАН РК. - №4 (22). – 2009. – С. 62-67.
43. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С. Мониторинг радиоэкологического состояния воды Сырдаринского бассейна // Вода:химия и экология.,№5 Москва, 2010. – С.2-9.
44. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Чинибаева Н.С., Жаксыбаева Ж.М., Оразбаева М.А. Минерализация воды реки Сырдарьи в многолетнем цикле // РФ Фундаментальные науки и практика, Сборник научных трудов, 1-ой международной телеконференции «Фундаментальные медикобиологические науки и практическое здравоохранение» г.Томск.Изд-во: «Крокус». – 2010. - С.32-34.
45. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Чинибаева Н.С., Жаксыбаева Ж.М., Оразбаева М.А. Радиохимический состав воды реки Сырдарьи. // материалы Всероссийской научно-практической конференции: Современные проблемы биологии, химии и методики преподавания естественно-научных дисциплин «Амурский гуманитарно-педагогический Государственный университет», 2-3 апреля 2010,

- г.Комсомольск – на – Амуре Р.Ф., С.37-41.
46. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Лахбаева Ж.А., Азимбаева Г.Т. Антропогенное загрязнение реки Сырдарьи радиоактивными веществами. // V международная научная конференция молодых ученых и талантливых студентов. «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность», 23-25 ноября 2011, Москва, РФ, С. 174-177.
 47. Жанбеков Х.Н., Пралиев С.Ж., Мукатаева Ж.С. Влияние метода подземного выщелачивания урановых руд на радиохимической состав воды реки Сырдарья. Сборник материалов МНПК студентов, магистрантов и аспирантов. «Состояние природной среды полей сопредельных территорий», 23-24 марта 2012, Брест. – С.9-13.
 48. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С. Лахбаева Ж.А. Радиационно-гигиеническая оценка качества воды реки Сырдарья, Казахстан // Вода: химия и экология, №9 Москва, 2012. – С.14-18.
 49. Zhanbekov H.N., Mukataeva Zh.S., Lakhbaeva Zh.A. Monitoring of radiochemical content of syrdarya river basin // «Мектеп-жоғары оқу орны» жүйесінде жаратылыстану пәндерін оқытуды жетілдірудің болашағы атты профессор А.Ф.Сейтжановтың 70-жылдығына арналған республикалық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары (Шетел ғалымдарының қатысуымен), Алматы, 14-15 желтоқсан 2012. - С. 84-85.
 50. Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Лахбаева Ж.А. Динамика распределения соединений азота и фтора в воде. Река Сырдарья в многолетнем цикле. Вода:химия и экология.,№1 Москва, 2013. – С.3-8.
 51. Жанбеков Х.Н. Динамика распределения биогенных компонентов в водном бассейне Сырдарьи. Наука и новая технология №2, Бишкек, 2012. – С.93-97.
 52. H.Zhanbekov, Zh.Lakhsbayeva. Environmental Aspects of Uranium Mining in the Fields of Stratified Infiltration. Modern Science: Problems and Perspectives, International Conference. Volum 4, Las Vegas, NV, USA. April 15, 2013. P. 246-248.
 53. Жанбеков Х.Н. Экологическое состояние водного бассейна реки Сырдарьи в пределах территории РК. - Алматы: изд.! «Ұлағат» при КазНПУ имени Абая, 2012. -270с.

Zhanbekov Khairulla Nyshanovich

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF CHEMICAL AND
RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE WATER IN THE
SYRDARYA RIVER BASIN WITHIN THE TERRITORY OF THE
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

SUMMARY

Currently, the southern region of the Republic including the Syrdarya River basin is characterized by the most dangerous manifestations of the ecological crisis, identified in the concept of ecological security of Kazakhstan: land degradation, depletion and pollution of water resources, the irreversible loss of biodiversity and destruction of wildlife gene pool, the accumulation of waste of anthropogenic activity. They are polluted due to the flow of wastewater as a result of activity of enterprises for mining and processing hydrocarbon and chemical raw materials, centers for processing agricultural products and light industry production, sewage and rainwater in towns, drainage water from cotton and rice fields.

Arys River with small tributaries is a major tributary of the Syrdarya River in the territory of the Republic.

The aim of the work is to conduct an environmental assessment of chemical and radioactive contamination of the water in the Syrdarya River basin (within the territory of the Republic of Kazakhstan), the development of programs and technical solutions to improve the ecological status of the region.

The object and subject of study: the Syrdarya River water basin, water and sediments.

On the basis of environmental monitoring of the main biogenic ions in Syrdarya River water basin, a detailed multi-year research was conducted and processes of metamorphism of the chemical composition of water were established.

A systematic research of water and sediments for content of heavy metals was conducted for the first time. An assessment of intake of radionuclides from soil and minerals in Syrdarya uranium province into the water masses of Syrdarya River was conducted for the first time.

Water sampling, chemical composition analysis was conducted by standard conventional methods. Determination of heavy metals was carried

out by atomic-emission spectral analysis method with a diffraction spectrograph DFS-13. Determination of the total specific activity of alpha- and beta-emitting radionuclides was conducted by radiometric analysis method, and volumetric activity of certain radionuclides gamma spectrometry analysis method.

As a result of theoretical and geo-environmental integrated research, the pollutants and sources of pollutants were determined. Based on research and common regularities, the following conclusions can be made.

It has been observed that the content of sulfate ions exceed the maximum permissible concentration (MPC) by 3.5 times, magnesium ions by 1.9 times, and the hardness of the water exceeds the MPC by 1.6 times. There is a clear increase in the content of SO_4^{2-} , Na^+K^+ , Mg^{2+} and mineralization almost 3-5 times. It has been revealed that the chemical composition of the water in the Syrdarya River continues to undergo anthropogenic process that ultimately leads to increased metamorphization processes, changing the group and even the type of water:



During the period from 1971 to 2000, the concentration of biogenic elements increased significantly: NO_3^- - 60-80 times, NH_4^+ - 6-30 times, NO_2^- - 5 times.

The upper and lower parts of the river during the study period have undergone, respectively, two (WPI = 1.6-2.3) and the three-fold (WPI = 2.9) anthropogenic impact.

Water quality in the Syrdarya River on exceeding the MPC of Pb, Ti, Ni, Cr rated as "dangerous". During the spring period, the magnitude of the water pollution index is 3.35 and according to water quality criteria it relates to the fourth class quality and is characterized as "polluted". In autumn, the value of WPI is 0.60, in winter the value of WPI is 1.04, water belongs to the third class quality and is characterized as "moderately polluted".

There was a direct correlation between the content of molybdenum and water salinity ($r = 0.58$). The same correlation is determined between the pH value and the titanium content ($r = 0.60$), copper ($r = 0.55$) and zinc ($r = 0.54$).

Bottom sediments of Syrdarya River are also characterized by molybdenum-lead specialization, the geochemical structure of sediments: $\text{Mo} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Mn} > \text{Ti}$. The sediments of Syrdarya River have a significant degree of contamination ($16 \leq C_d < 32$) and environmental risk ($114 \leq \text{RI} < 228$).

The total specific activity of α - and β -emitting radionuclides is determined for the first time. It is shown that the volume activity of α -emitting radionuclides in the water sample of Tomenaryk village exceeds the norm by 5.6-15.8 times, in the water sample of Baygekum village by 206.0-295.0 times, and in the water sample of Kyzylorda city by 1.7 -31.0 times. β -emitting radionuclides in river water near Tomenaryk and Baygekum villages constantly exceed the established standard from 2.5 to 5.6 and from 3.5 to 8.7 times, respectively.

The distribution of radioactive substances in the water of Syrdarya River downstream in the long-term cycle was identified for the first time. Syrdarya river water is characterized by a high content of Ra^{226} : so, in the water sample of Kyzylorda city in 2001 its contents exceed the set standard by 10 times.

The calculation of expected effective annual dose load for Ra^{226} was made, in the study region, this figure exceeds the dose load for adults by 6 times, and for infants by 95 times.

A set of programs was developed to ensure environmental safety of natural water in Syrdarya River. Developed installation using microspheres made a block structures for wastewater treatment uranium production. A device was developed using microspheres produced in the form of block structures for treatment of uranium production wastewater.

The results of studies are introduced in the educational process in Abai KazNPU. They can be used to protect Syrdarya River water basin, for improvements when planning environmental activities and monitoring of chemical pollutants.

The obtained results can serve as a fundamental basis for improving the environmental situation and developing programs for Syrdarya-Aral water basin.

Сифариш № 17. Тиражы 100 нцсхя
Азярбайъан МЕА Эеолоэийа вэ Geofizika Институту
«Нафта-Пресс» няшриййаты,
Бакы, Щ.Ъавид пр. 119, Тел.: 539-39-72

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
akademik H.Ə.ƏLİYEV adına COĞRAFIYA İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

JANBEKOV XEYRULLA NIŞANOVİÇ

QAZAXISTAN RESPUBLİKASININ ƏRAZİSİ DAXİLİNDƏ
SİRDƏRYA ÇAYI HÖVZƏSİNİN RADİOAKTİV VƏ KİMYƏVİ
ÇİRKLƏNMƏSİNİN EKOLOJİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

2508.01 – Geoekologiya

Yer elmləri üzrə elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2015