

Рис. 1 Гамма-фон в точках отбора образцов.

Бассейн реки Зеравшан пролегает среди горных пород содержащих проявления радиоактивных руд. Представляется интересным более подробное изучение радиоактивных аномалий вдоль берегов рек, а также изучение влияния на реки антропогенного воздействия в виде захоронений радиоактивных отходов.

#### **Вывод.**

В целом в бассейнах рек Центрального Таджикистана не выявлено значительное превышение гамма-фона в донных отложениях.

УДК 628.16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКЕ СЫРДАРЬЯ**

*Тиллобоев Х.И., Бобоназарова П. К., Косимова Ш.А, Лакимова М.А.  
Худжандский государственный университет им.акад. Б. Гафурова*

**Аннотация:** в данной статье рассматривается актуальная экологическая проблема современности – загрязнение воды реки Сырдарья тяжелыми металлами. Нами было исследовано содержание некоторых загрязнителей и тяжелых

*металлов в водах р.Сырдарья и влияние антропогенной деятельности на их накопление. В ходе исследования выявлено накопление некоторых загрязнителей и тяжелых металлов от верховья реки до приграничной части реки, что можно объяснить производственной и сельскохозяйственной деятельностью человека.*

**Ключевые слова:** *тяжелые металлы, загрязнение, спектрометрия, радиометрия, проба, анализ, концентрация.*

Одной из актуальных экологических проблем остается предотвращение загрязнения окружающей среды от элементов загрязнителей и тяжелых металлов (ТМ), в том числе поверхностных вод р.Сырдарья. Загрязнения водной среды, образующиеся в результате антропогенной нагрузки элементов загрязнителей взвешенного в воде неорганического и органического материала, играют значительную роль в формировании химического состава поверхностных водоемов. Река Сырдарья является одной из крупнейших трансграничных рек в Центральной Азии. и более 1,5 тысяч лет используется человеком. Река проходит через три государства (Кыргызстан, Казахстан и Таджикистан) и начинается с гор Тянь-Шаня, далее протекает по Ферганским и Чирчикским долинам до Аральского моря, где находятся орошаемые земли. Водные ресурсы реки Сырдарья формируются, в основном, в верхней и средней частях ее бассейна, на территориях Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана. В пределах Республики Таджикистан в реку Сырдарья впадают ее правобережные притоки, а также немногочисленные малые водотоки в пределах хребта Магалтау. Трансграничный участок реки от верха по течению начала Кайраккумского водохранилища до границ Бекабада (Узбекистан) расположен на территории Таджикистана. Здесь формируется гидрохимический режим и качественные показатели воды, это происходит в основном под влиянием сельскохозяйственного производства, орошения земельных угодий, промышленных и бытовых стоков [1].

Цель данной работы – заключалось в оценке гидрологического и гидрохимического состояния участка реки Сырдарья под влиянием антропогенной нагрузки по времени на притоке трансграничной территории в республике Таджикистан.

В качестве объектов исследования выбраны трансграничная река Сырдарья в пределах Согдийской области (Таджикистан).

Предмет исследования: определение степени загрязненности реки от антропогенной нагрузки на водную среду, в пределах района работ представляет с северо-востока на юго-запад - река Сырдарья, со среднегодовым расходом воды 488 м<sup>3</sup>/сек. По существу, это небольшой транзитный участок реки. Сток реки зарегулирован Кайраккумским и Фархадским водохранилищами. Водотоки стекающие со склонов Кураминского и Туркестанского хребтов, в большей части не доходят до Сырдарьи – они разбираются на орошение хлопковых полей.

Река Ходжа-Бакирган пересекающая участок работ с юга на северо-запад, является левым притоком реки Сырдарьи. Среднегодовой расход воды 9,76м<sup>3</sup>/сек. [4]. Почти в течении всего года русло реки, в пределах участка работ, сухое. Лишь в период интенсивного таяния в горах Туркестанского хребта снегов (май-июль) поверхностный водоток прослеживается в сторону реки Сырдарьи. Отбор проб воды проводили в июле и августе 2021 г. в шести точках гидрохимического опробования. Определены координаты точек с помощью навигатора GPS. В этот же период были исследованы две точки питьевого назначения на левом и пра-

вом берегах, расположенных на различных притоках р. Сырдарья. Кайраккумское водохранилище расположено на р. Сырдарья (40.289261 с.ш., 69.619889 в.д.) Данное водохранилище имеет питьевое, ирригационное и культурно-бытовое назначение.

Методы исследования. Отбор проб, подготовка и анализ водных проб осуществлялись по общепринятым методикам. В ходе экспериментов применялись химический, атомно-абсорбционный анализ, для определения наличия ТМ в исследуемых растворах с использованием спектрометра AAnalyst 800 (PerkinElmer, США), спектрометрический и радиометрический метод с использованием прибора марки АВС-1.1. В ходе исследования для определения наличия микроэлементов в водных пробах, также использован спектральный атомно-эмиссионный метод анализа. Гидрохимический анализ вод проводили по стандартной методике. Содержание металлов в пробах воды определяли на масс-спектрометре "Agilent 750" (США). Кроме того, был проведен анализ фондовых материалов 2010-2015 г.г., собранных на участках реки от Кайраккумского водохранилища до устья р.

Сырдарья [2,3].

### Результаты и обсуждение

Установлено, что с увеличением притока воды в верховьях и низовьях р. Сырдарья остаточные концентрации некоторых загрязнителей в.т.ч. сульфатов, хлоридов, нитратов общая жесткость и других показателей в водах увеличиваются. Это свидетельствует о антропогенной деятельности человека на водную среду. Особенно в течение трансграничного участка быстрым темпом вода очищается от ионов ТМ (Pb, Zn, Cu). Также при разбавлении и естественного очищения процесс протекает более интенсивно, чем при низких (табл. 1).

Невозможно найти водоем, не подвергающийся антропогенной нагрузке, для сравнения была взята проба воды из двух точек питьевого назначения на левом и правом берегах, расположенных на различных притоках р. Сырдарья.

Общие химические показатели проб воды (табл.) характеризуют качественный и количественный состав, а также физико-химические свойства воды в реке Сырдарья.

Таблица 1

Общие гидрохимические показатели проб воды р.Сырдарья

№	Точки отбора проб						
	Наименование анализа	Норма ПДК	Кайраккум вход	Кайраккум выход	Старый мост	Китай мост	Бекабад
1.	Аммиак	350мг/л	450	465	462	475	451
2.	Хлориды	500мг/л	67,5	80,0	87,5	65,0	85,0
3.	Сульфаты	400мг/л	483,3	567,6	392,7	488,9	525,3
4.	Нитраты	25 мг/л	28,7	30,2	27,1	27,8	29,8
5.	Нитриты	7мнэкв/л	7,1	8,6	7,8	11,8	7,7
6.	Общая жесткость	7,Мгэкв	11,6	13,8	10,8	11,7	10,4
7.	Щелочность	0,3мг/л	3,0	4,2	4,4	4,0	3,9
8.	Общее железо	0,05мг/л	0,04	0,05	0,04	0,07	0,07
9.	Сухой остаток	1000 мг/л	1168	1173	760	953мг/л	947
10.	Магний	50 мг/л	72,9	77,8	65,6	55,9	68,0

11.	Кальций	100 мг/л	132,2	128,2	108,2	96,1	112,2
12.	Гидрокарбонаты		183,0	268,2	256,4	244,0	237,9
13.	Na-K	50 мг/л	101,2	75,9	25,3	87,4	73,6

В табл. представлены данные о химическом составе воды в пробах р.Сырдарья жирным шрифтом отмечены повышенные показатели, которые могут быть объяснены естественными и техногенными причинами и требуют дополнительных исследований. Загрязнение вод реки Сырдарья нитратами и сезонная динамика концентрации различных элементов, так-

же во многом зависят от характера водопользования.

Содержание валовых форм ТМ определяли методом пламенной эмиссионной спектроскопии.

Содержание ТМ в водах реки Сырдарья из разных участков водоема в 2018-2021 гг. представлено в таблице 2.

Таблица 2

Результаты спектрометрического анализа сухого остатка воды р. Сырдарья

№	Место отбора проб	Координаты: СШ ВД	Элементы загрязнители мг/кг						
			Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Cr
1	Вход К-кум	70.303086 40.375040	149,9	11,4	23,60	608,1	43,7	24,5	77,8
2	Выход К-кум	40.283059 69.807199	151,4	16,7	21,4	129,2	41,5	32,7	95,6
3	Старый мост	40.289261 69.619889	118,5	15,2	19,3	181,7	42,0	47,1	186,4
4	Китай мост	40.261148 69.583092	131,2	16,0	13,8	326,3	42,2	47,1	111,4
5	Бекабад	40.222055 69.432130	118,9	10,26	23,1	509,0	42,5	23,5	162,8
6	Питьевая вода	40.222055 69.532670	111,4	3,42	16,0	449,2	41,6	37,4	113,1

Повышенные концентрация ТМ в воде р. Сырдарья обусловлены процессами орошения, ветровой эрозии с сельскохозяйственных полей и бытовым загрязнением - все они расположены в густонаселенной местности. Содержание стронция, цинка, меди и хрома в отдельных выбранных участках (№1 Вход К-кум, №5 Бекабад), сравнительно по питьевой воде высокое, но по точкам отбора проб низкое.

Сравнение результатов химического анализа проб воды на ТМ из участков р. Сырдарья соответствующие, ранее проведенным работам [5], позволило установить, что в настоящее время загрязнение воды в основном связана с сельскохозяйственной деятельностью дехканских хозяйств и интенсивным использованием, нитрат содержащих минеральных удобрений. Полученные результаты исследований свидетельствуют, о производственной нагрузке данного объекта.

Радиогенные изотопы содержатся в «сухих» и «жидких» атмосферных осадках в аэрозолях, а также в естественных горных породах. Основным механизмом поступления радионуклидов на поверхность земли и водных объектов является вымывание атмосферными осадками аэрозольных частиц, содержащих радиоактивные элементы. Установлено, что локальное кратковременное увеличение гамма-дозы

при интенсивном выпадении атмосферных осадков вызывают изотопы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  с периодами полураспада 30 лет и  $1,251 \times 10,9$  лет соответственно [6].

На рис.1 представлены результаты изучения динамики процесса изменения изотопов по методу спектрального и радиометрического анализа изотопов при искусственном влиянии на этот процесс.

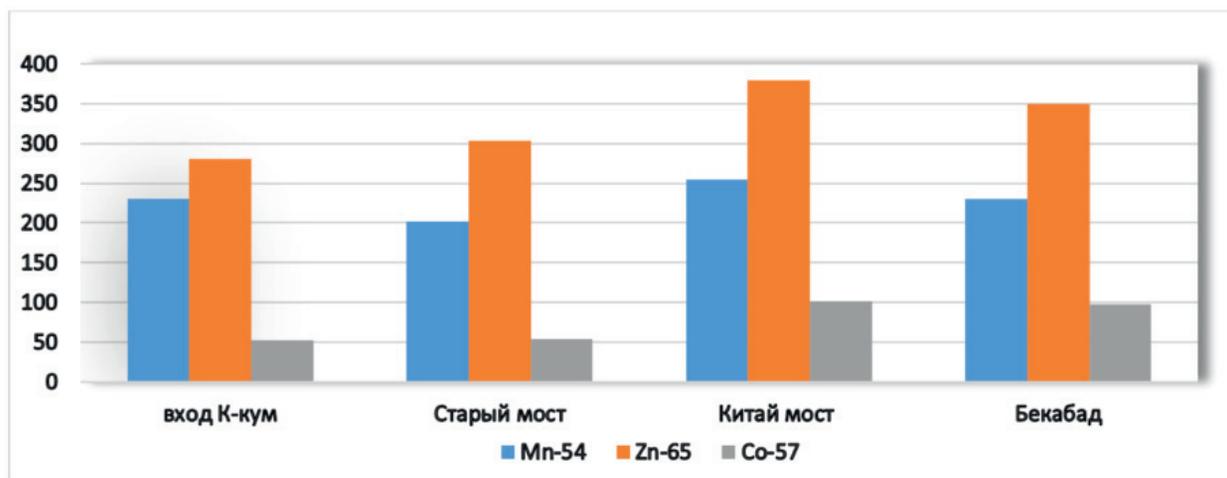


Рис.1. Динамика результатов спектрометрического анализа гидрохимического опробования участков р. Сырдарья.

Анализируя данные рисунков и результаты лабораторных исследований заключаем, что основная часть загрязнений приходится на естественные смывы горных пород, содержащих радиоактивные и тяжелые элементы в.т.ч. Mn-54, Zn-65, Co-57, Cs-137 и K-40.

Результат проведенных работ показал, что в момент проведения исследований, гидрохимические показатели среды в целом были благоприятными. В воде Кайраккумского водохранилища сравнительно высокое содержание нитратов, сульфатов и сухого остатка, это может быть объяснено не только естественными причинами, но и использованием воды в культурно-бытовых и сельскохозяйственных целях. Кроме того, в р. Сырдарья

ниже по течению Кайраккумского водохранилища до плотины Бекабада отмечалось понижение содержания нитратов, сульфатов, хлоридов и ТМ. В результате выполненных работ можно предложить рекомендации по рациональному использованию стока трансграничных рек в республике Таджикистан, для составления проектных предложений по техническому решению вопроса при использовании водных ресурсов.

Анализируя данные рисунков и результаты лабораторных исследований заключаем, что основная часть загрязнений приходится на естественные смывы горных пород, содержащих радиоактивные и тяжелые элементы в.т.ч. Mn-54, Zn-65, Co-57, Cs-137 и K-40.

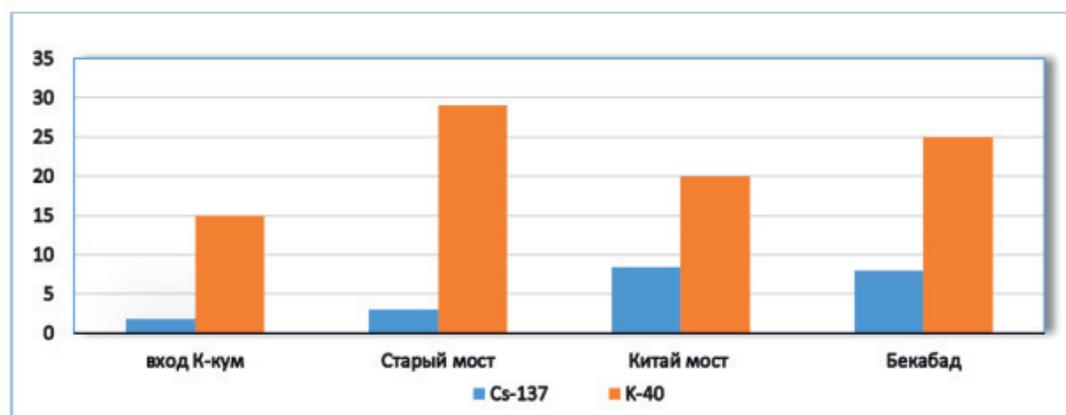


Рис. 2. Динамика результатов радиометрического анализа гидрохимического опробования участков р. Сырдарья.

Результат проведенных работ показал, что в момент проведения исследований, гидрохимические показатели среды в целом были благоприятными. В воде Кайраккумского водохранилища сравнительно высокое содержание нитратов, сульфатов и сухого остатка, это может быть объяснено не только естественными причинами, но и использованием воды в культурно-бытовых и сельскохозяйственных целях. Кроме того, в р. Сырдарья ниже по течению Кайраккумского водохранилища до плотины Бекабада отмечалось понижение содержания нитратов, сульфатов, хлоридов и ТМ. В результате выполненных работ можно предложить рекомендации по рациональному использованию стока трансграничных рек в республике Таджикистан, для составления проектных предложений по техническому решению вопроса при использовании водных ресурсов.

Таким образом, были выявлены некоторые изменения химического состава воды в р. Сырдарья от верховья до низовья по течению водного объекта изменяется содержание некоторых загрязнителей и ТМ в городской черте. Этот факт связан с повышенной антропогенной нагрузкой на данной территории, что может быть связано с сельскохозяйственным производством, на орошаемых землях и промышленными и бытовыми стоками,

а также естественным самоочищением воды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: «Наука», 1970. - 487 с.
2. Алекин, О.А. и др. Руководство по химическому анализу вод суши / – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 270 с.
3. Новиков, Ю.В. и др. Методы исследования качества воды водоемов / – М.: Медицина, 1990. – 399 с.
4. Разыков, З.А. и др. Исследование качества поверхностных вод р. Сырдарья (в пределах Согдийской области). / Международный научно-практический семинар «Водная гармония». – Черкассы: Вертикаль, –2015. - С.291-294.
5. Зарубина, Р.Ф. и др. Анализ и оценка качества природных вод. / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 168 с.
6. Ходжибаев Д.Д. Динамика распределения тяжелых металлов в реке Сырдарья в пределах республики Таджикистан / Диссертационная работа на соискание учёной степени к.т.н., по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Душанбе: Эрграф, 2018. –63 с. – 120 с.

## ОМУЌИШИ ТАРКИБИ ХИМИЯВЌИ ВА ДИНАМИКАИ МАТАЛЛУҲОИ ВАЗИН ДАР ОБИ СИРДАРЁ

*Тиллобоев Ҳ.И., Бобоназарова П.К., Қосимова Ш.А., Лакимова М.А.*

**Аннотатсия:** дар ин мақола проблемаи актуалии экологии замони муосир оиди ифлосшавиши оби Сирдарё бо металлҳои вазнин сухан меравад. Мазмуни баъзе моддаҳои ифлоскунанда ва металлҳои вазнинро дар обҳои Сирдарё ва аз таъсири фаъолияти антропогенӣ ҳам шудани онҳо омӯхта шудааст. Дар натиҷаи тадқиқот ҳам шудани як қисми моддаҳои ифлоскунанда ва металлҳои вазнин аз болооби дарё то қисми сарҳади дарё муайян карда шудааст, ки инро метавон бо фаъолияти истеҳсолӣ ва кишоварзии инсон вобастагӣ дорад.

**Калидвожаҳо:** металлҳои вазнин, ифлосшавӣ, спектрометрия, радиометрия, намуна, таҳлил, консентратсия.

## CHEMICAL COMPOSITION STUDY AND DYNAMICS HEAVY CONTENT METALS OF THE SYRDARYA RIVER

*Tilloboev Kh.I., Bobonazarova P.K., Kosimova Sh.A., Lakimova M.A.*

**Annotation:** the article deals with an urgent environmental problem of our time - pollution of the water of the Syrdarya river with heavy metals. We have studied the content of some pollutants and heavy metals in the waters of the Syrdarya river and the impact of anthropogenic activity on their accumulation. The study revealed the accumulation of pollutants and heavy metals from the upper reaches of the river to the border part of the river, which can be explained by human production and agricultural activities.

**Key words:** heavy metals, contamination, spectrometry, radiometry, sample, analysis, concentration.

**Маълумот оиди муаллифон:** Тиллобоев Ҳақимҷон Иброҳимович. н.и.х., дотсенти кафедраи химияи органикӣ ва амалии Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров. Суроға: 735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Суғд, ш. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: tilloboev-2006@mail.ru; Бобоназарова Парвина Кишварҷоновна – магистранти курси 2-юми ихтисоси химия, кафедраи химияи органикӣ ва амалии Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи Бобочон Ғафуров. Суроға: 735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Суғд, ш. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: muhidinova@mail.ru; Қосимова Шаҳноза Абдуғафуровна – магистранти курси 2-юми ихтисоси химияи кафедраи химияи органикӣ ва амалии Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров. Суроға: 735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Суғд, ш. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: kosimova@mail.ru; Лакимова Мухбира Абдулақимовна - магистранти курси 2-юми ихтисоси химияи кафедраи химияи органикӣ ва амалии Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров. Суроға: 735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон,

вилояти Сугд, ш. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: lakimova@mail.ru

**Сведения об авторах:** Тиллобоев Ҳақимҷон Ибрагимович. к.х.н. доцент кафедры органической и прикладной химии Худжандского государственного университета имени Бободжона Фафурова. Адрес: 735700, Республика Таджикистан, Согдийская область, г. Худжанд, ул. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: tilloboev-2006@mail.ru; Бобоназарова Парвина Кишварчоновна - магистрант 2-го курса специальности химия, кафедры органической и прикладной химии Худжандского государственного университета имени Бободжона Фафурова. Адрес: 735700, Республика Таджикистан, Согдийская область, г. Худжанд, ул. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: muhidinova@mail.ru; Косимова Шахноза Абдугафуровна - магистрант 2-го курса специальности химия, кафедры органической и прикладной химии Худжандского государственного университета имени Бободжона Фафурова. Адрес: 735700, Республика Таджикистан, Согдийская область, г. Худжанд, ул. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: kosimova@mail.ru; Лакимова Мухбира Абдулакимова - магистрант 2-го курса специальности химия, кафедры органической и прикладной химии Худжандского государственного университета имени Бободжона Фафурова. Адрес: 735700, Республика Таджикистан, Согдийская область, г. Худжанд, ул. Малонбекова 1а. Телефон: (+992) 92 618 70 69, E-mail: lakimova@mail.ru

**Information about authors:** Tilloboev Hakimhon Ibragimovich. Ph.D. Associate Professor of the Department of Organic and Applied Chemistry, Khujand State University named after Bobojon Gafurov. Address: 735700, Republic of Tajikistan, Sughd region, Khujand, st. Malonbekova 1a. Phone: (+992) 92 618 70 69, E-mail: tilloboev-2006@mail.ru; Bobonazarova Parvina Kishvarchonovna - graduate student of the 2nd year of specialty chemistry, Department of Organic and Applied Chemistry of Khujand State University named after Bobodzhon Gafurov. Address: 735700, Republic of Tajikistan, Sughd region, Khujand, st. Malonbekova 1a. Phone: (+992) 92 618 70 69, E-mail: muhidinova@mail.ru; Kosimova Shakhnoza Abdugafurovna - 2nd year master student of the specialty chemistry, Department of Organic and Applied Chemistry of Khujand State University named after Bobojon Gafurov. Address: 735700, Republic of Tajikistan, Sughd region, Khujand, st. Malonbekova 1a. Phone: (+992) 92 618 70 69, E-mail: kosimova@mail.ru; Lakimova Mukhbira Abdulakimovna - 2nd year master student of the specialty chemistry, Department of Organic and Applied Chemistry, Khujand State University named after Bobojon Gafurov. Address: 735700, Republic of Tajikistan, Sughd region, Khujand, st. Malonbekova 1a. Phone: (+992) 92 618 70 69, E-mail: lakimova@mail.ru