

Аламанов С.К., Ли Яомин, Абдыжапар уулу С., Кожокулов С.С., Дуулатов Э.С.

**ФЕРГАНА ӨРӨӨНҮНҮН ТҮШТҮК ТООЛУУ АЛКАГЫНДАГЫ
ДАРЫЯ СУУЛАРЫНЫН ИОНДУК КУРАМЫ**

Аламанов С.К., Ли Яомин, Абдыжапар уулу С., Кожокулов С.С., Дуулатов Э.С.

**ИОННЫЙ СОСТАВ РЕЧНЫХ ВОД ЮЖНОГО ГОРНОГО
ОБРАМЛЕНИЯ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ**

S. Alamanov, Li Yaoming, Abdyzhapar uulu S., S. Kozhokulov, E. Duulatov

**IONIC COMPOSITION OF RIVER WATER IN THE SOUTHERN
MOUNTAIN FRAMING OF THE FERGANA VALLEY**

УДК: 556.55 (575.22) (04)

Бул макала 2016-2018-жылдары аткарылган, калкты ичүүчү суу менен камсыз кылуу үчүн аларды пайдалануу мүмкүнчүлүгүн аныктоо максатында, Кыргызстандын Фергана өрөөнүнүн түштүгүндөгү тоолордун дарыя сууларынын иондук курамын изилдөөгө арналган. Бул эмгекте негизги иондордун – катиондордун (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) жана аниондордун (F^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^-), - суу үлгүлөрүн анализдөөнүн натыйжасында аныкталган өлчөмү берилген. Жалпысынан, байкоо жүргүзүү мезгилинде дарыя сууларынын иондорунун концентрациясы КМЧдан ашаганын жана Кыргыз Республикасынын «Ичүүчү суунун коопсуздугу жөнүндө» Техникалык регламент» Мыйзамынын (2017-жылдын 28-апрели, № 67) талаптарына жооп бергендигин көрсөттү.

Негизги сөздөр: Кыргызстан, Фергана өрөөнү, анион, катион, дарыя суулары, суу анализи, ичүүчү суу.

Данная статья посвящена исследованию ионного состава речных вод южного горного обрамления Ферганской долины Кыргызстана в 2016-2018 годах, в целях определения возможности их использования для обеспечения населения питьевой водой. В данной работе представлены результаты анализов проб воды на содержание основных ионов - катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) и анионов (F^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^-). В целом анализы показали, что концентрации ионов речных вод в период наблюдения не превышали ПДК и соответствовали требованиям Закона Кыргызской Республики Технический регламент «О безопасности питьевой воды» в редакции от 28 апреля 2017 г. №67.

Ключевые слова: Кыргызстан, Ферганская долина, анион, катион, речные воды, анализ воды, питьевая вода.

This article is devoted to the study of the ionic composition of river waters of the southern mountain frame of the Fergana Valley of Kyrgyzstan in 2016-2018. In order to determine the possibility of their use to provide the population with drinking water. In this work presents the results of analyses of water samples for the content of basic ions - cations (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) and anions (F^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^-). In general, the analyses showed that the concentrations of river water ions during the observation period did not exceed the MPC and met the requirements of the Law of the Kyrgyz Republic "Technical Regulations "On the Safety of Drinking Water" as amended on April 28, 2017 No. 67.

Key words: Kyrgyzstan, Ferghana Valley, anion, cation, river waters, water analysis, drinking water.

Кризис связанный с количественным и качественным истощением отдельных составляющих водного баланса гидросферы Земли, особенно речных и подземных водных ресурсов, в первую очередь отражается на обеспеченности её населения питьевой водой. Озабоченность мирового сообщества негативной ситуацией в этом вопросе выражена в Итоговом документе Генеральной Ассамблеи «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» принятом 25 сентября 2015 года в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке мировыми лидерами, в том числе главами 193 государств и правительств. Они одобрили повестку дня в области развития на период после 2015 года, определив среди 17 глобальных целей «Цель 6: Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех». В Документе отмечено, что «несмотря на значительный прогресс, достигнутый в плане расширения доступа к чистой питьевой воде и санитарии, миллиарды людей – в основном в сельских районах – по-прежнему лишены этих основных услуг. Во всем мире каждый третий человек не имеет доступа к безопасной питьевой воде, двое из пяти человек не располагают базовыми приспособлениями для мытья рук с мылом и водой, и более 673 миллионов человек продолжают практиковать открытую дефекацию» [1].

Такое же тревожное положение с обеспеченностью населения нашей страны безопасной питьевой водой отражено в документах Правительства Кыргызской Республики и соответствующих правительственных учреждений. Учитывая это обстоятельство, и предполагая внести посильный вклад в решение этой проблемы, Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии (Бишкек) при Национальной академии наук Кыргызской Республики с 2016 года по 2021 год выполнял научный проект «Исследование географических особен-

ностей распределения качества водных ресурсов Кыргызстана в целях обеспечения питьевой водой населения». Экспедиционные работы, продолжавшиеся до сентября 2021 года, охватившие все регионы страны и все сезоны года, лабораторные исследования проб воды, отобранных во время экспедиций из 50-рек и 20-подземных источников (родников и скважин), позволили получить представление о географии физических характеристик и химического состава воды ныне используемых и перспективных водных объектов. Результатом выполненных исследований стало оснащение 11-населённых пунктов страны, использующих некачественную воду для питьевого водоснабжения, системами по очистке воды. При этом, на реке Нарын, протяжённость которой в пределах республики около 700 км, пробы воды отбирались в 6-точках, в верхнем, среднем и нижнем течениях.

14 октября 2021 года Президент Кыргызской Республики С. Жапаров подписал Указ о Национальной программе развития Кыргызской Республики до 2026 года, которая направлена на улучшение благосостояния граждан. В разделе 5.4. Программы «Чистая питьевая вода» подчёркивается: «Первостепенный вопрос с точки зрения обеспечения качества жизни людей в сельской местности – это обеспечение каждого населенного пункта страны чистой питьевой водой. Политика в сфере питьевого водоснабжения будет направлена на создание экономически устойчивой, доступной услуги по безопасному и качественному водоснабжению. Основной фокус данной политики будет направлен на строительство и реабилитацию физической инфраструктуры. В ближайшие пять лет государство за счет средств внешних доноров и республиканского бюджета инвестирует около 470 млн долларов США и доведет воду до 95% населенных пунктов страны. Ежегодно будет осуществляться подключение около 100 сел республики к объектам чистой и безопасной питьевой воды». Таким образом, если на ближайшие годы планируется создание новой инфраструктуры водоснабжения для 500 населённых пунктов, то ситуация с обеспечением питьевой водой населения за прошедшие годы не изменилась в лучшую сторону и продолжает оставаться критической [2].

В настоящей работе представлены результаты определений содержания основных ионов в пробах воды отдельных рек южного горного обрамления Ферганской долины, - катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и анионов (F^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^-), которые оказывают существенное влияние на качество питьевой воды.

Например, отсутствие катионов **кальция** и **магния** в питьевой воде приводит к нарушениям опорно-двигательного аппарата и заболеваниям сердечно-сосудистой системы.

Катионы **натрия** отвечают за обмен веществ. Нехватка натрия приводит к головным болям, общей слабости; **калий** регулирует количество жидкости в организме, от его содержания зависит кровяное давление, состояние мышечных тканей (в том числе сердечных мышц) и нервной системы. Дефицит калия приводит к мышечным спазмам (судорогам), повышенной раздражительности; без **магния** в организме не усваиваются углеводы, он стабилизирует работу сердца; **кальций** не позволяет накапливаться холестерину в крови, этот элемент необходим для формирования скелета. Так же кальций имеет противоаллергические и противовоспалительные свойства. Недостаток кальция - одна из главных причин возникновения остеопороза.

Из основных анионов, содержащихся в воде в допустимых концентрациях, **хлориды** необходимы для саморегуляции и пищеварения; **гидрокарбонаты** стабилизируют кислотно-щелочной баланс; **сульфаты** предотвращают образование мочевого камня, способствуют выведению токсинов и шлаков; **фтор** поддерживает здоровье зубов и способствует усвоению железа. Следует иметь в виду существование опасностей, связанных с этими анионами при их повышенном содержании в воде источников питьевого водоснабжения и избыточном попадании в организм человека. **Фториды** могут быть не только полезными, но и вредными. Ион фтора – ингибитор ферментов и приводит к нарушению импульсов нервной системы. **Хлориды** ухудшают вкусовые качества воды и делают ее малопригодной для питьевого водоснабжения, поэтому контроль содержания хлоридов в воде водоемов имеет важное значение для оценки качества воды. **Сульфаты** не токсичны для человека, превышение их содержания ухудшает органолептические свойства воды (появляется солоноватый привкус) и оказывает физиологическое воздействие на организм. Эти вещества обладают слабительным эффектом, что приводит к расстройству желудочно-кишечного тракта.

Для человека опасны **нитраты**. Различают первичную токсичность собственно нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона; и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов - нитрозаминов. Смертельная доза нитратов для человека составляет 8-15 г. При длительном употреблении питьевой воды, содержащей значительные количества нитратов, возрастает концентрация метгемоглобина в крови. Снижается способность крови к переносу кислорода, что ведет к неблагоприятным последствиям для организма [3,4,5,6].

География распространения катионов. Баткенская область. Содержание магния в водах всех рек существенно ниже ПДК (40 мг/л). Повышенное содержание отмечалось в точке р. Ак-Суу-2 от 20,49

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 3, 2022

мг/л (05.17) до 23,96 мг/л (05.16). Самые малые концентрации магния наблюдались в воде р. Сох-1 от 4,92 мг/л (08.17) до 6,5 мг/л (05.16).

Содержание калия в водах всех рек значительно ниже ПДК (20 мг/л). Его повышенное значение наблюдалось на р. Сох-2 (2,82 мг/л, 05.16 и 2,695 мг/л, 06.17). В остальных точках концентрация калия в воде менялась от 0,74 мг/л (р. Ак-Суу-1, 03.18) до 1,79 мг/л (р. Козу-Баглан -2, 05.16).

Натрий (ПДК = 200 мг/л) содержится в водах рек

региона в незначительных концентрациях. Относительно большие значения оказались характерными для точки р. Козу-Баглан-2 (10,64 мг/л, 05.16; 12,095 мг/л, 05.17), р. Ак-Суу-2 (9,84 мг/л, 05.16).

Содержание кальция в водах всех рек существенно ниже ПДК (180 мг/л). Повышенное его содержание отмечалось в точке р. Ак-Суу-2 (94,56 мг/л, 05.16). Самые малые концентрации кальция наблюдались на р. Сох-1 (27,17 мг/л, 08.17), р. Козу-Баглан -1 (27,40 мг/л, 08.17).

Таблица 1

Характерные значения содержания основных катионов в водах отдельных рек Баткенской области

Место отбора проб	min/ max Дата отбора проб	Калий K ⁺ , мг/л	Натрий Na ⁺ , мг/л	Кальций Ca ²⁺ , мг/л	Магний Mg ²⁺ , мг/л
Козу-Баглан (1)	min	1,31 05.17	0,79 08.17	27,46 08.17	9,88 08.17
	max	1,74 08.17	2,28 05.16	41,07 05.16	20,53 05.17
Козу-Баглан (2)	min	1,70 05.17	5,37 08.17	32,98 08.17	11,67 08.17
	max	2,02 08.17	12,01 05.17	48,23 05.16	22,59 05.17
Сох (1)	min	1,92 05.17	1,23 08.17	27,23 08.17	4,93 08.17
	max	2,18 08.17	3,15 05.16	39,84 05.16	7,83 05.17
Сох (2)	min	2,37 05.17	2,49 08.17	34,58 08.17	7,58 08.17
	max	2,82 05.16	5,71 05.16	49,60 05.16	12,36 05.17

Ошская область. Содержание катионов в водах всех рек существенно ниже ПДК. Относительно высокие показатели магния наблюдались в точках: р. Тар-2 (25,97 мг/л, 03.18), р. Куршаб-2 (26,05 мг/л, 03.18), р. Араван-Сай-1 (24,89 мг/л, 03.18), р. Ак-Буура-2 (24,10 мг/л, 03.18). Самые низкие концентрации магния зафиксированы на р. Жазы-1 (7,45 мг/л, 05.16) и р. Жазы-2 (7,73 мг/л, 05.17).

Относительно высокие показатели калия были определены в воде р. Ак-Буура-2: 4,02 мг/л в мае 2016 года и 4,31 мг/л в марте 2018 года.

Повышенное содержание натрия в воде обнаружилось на р. Араван-Сай-2 (70,39 мг/л, 08.17) и р. Ак-Буура-2 (41,12 мг/л, 03.18).

Повышенный фон кальция характерен для обоих створов р. Куршаб, где его концентрация изменялась в пределах от 103,08 мг/л (05.16) до 110,99 мг/л (03.18) по материалам анализов всех 6 экспедиций.

Таблица 2

Характерные значения содержания основных катионов в водах отдельных рек Ошской области

Место отбора проб	min/ max Дата отбора проб	Калий K ⁺ , мг/л	Натрий Na ⁺ , мг/л	Кальций Ca ²⁺ , мг/л	Магний Mg ²⁺ , мг/л
Ак-Буура (1)	min	1,31 03.18	5,05 08.17	41,39 08.17	10,91 08.17
	max	1,62 05.17	12,21 03.18	64,03 03.18	16,91 03.18
Ак-Буура (2)	min	1,93 05.17	14,07 05.17	52,01 05.17	15,09 08.17
	max	4,31 03.18	41,12 03.18	89,75 03.18	24,10 03.18

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 3, 2022

Жазы (1)	min	0,87 05.16	2,14 05.17	18,80 05.17	5,66 05.17
	max	1,29 05.17	8,15 03.18	43,16 03.18	12,09 03.18
Жазы (2)	min	1,14 05.16	4,46 05.17	28,21 05.17	7,75 05.17
	max	1,54 05.17	17,92 03.18	67,25 03.18	20,64 03.18

География распространения анионов. Из анионов изучено содержание в водах рек гидрокарбонатов (HCO_3^-), карбонатов (CO_3^{2-}), фторидов (F^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), нитритов (NO_2^-) и нитратов (NO_3^-).

География распространения анионов.

Баткенская область. Содержание гидрокарбонатов в водах всех рек существенно ниже ПДК (400 мг/л). Повышенное их содержание отмечалось в точке р. Козу-Баглан-2 от 185,27 мг/л (05.16) до 228,64 мг/л (05.17). Самые малые концентрации гидрокарбонатов наблюдались на р. Исфайрам-Сай-1 (108,4 мг/л; 05.16) и р. Сох-1 (117,49 мг/л; 05.16); на р. Исфайрам-Сай-1 их наибольшее содержание было в мае 2017 года и составило 147,25 мг/л.

Содержание фторидов в водах всех рек значительно ниже ПДК (1,2 мг/л). Относительно высокие значения этого показателя наблюдалось в мае 2017 го-

да на реке Ак-Суу (0,94 мг/л, точка 1; 0,79 мг/л, точка 2) и реке Сох (0,62 мг/л, точка 1; 0,63 мг/л, точка 2).

Хлориды (ПДК = 250 мг/л) содержатся в водах рек региона в незначительных концентрациях. Их содержание в воде изменялось от 0,32 мг/л (р. Козу-Баглан-1, 08.17) до 4,33 мг/л (р. Козу-Баглан-2, 05.17).

Концентрация сульфатов в воде рек (ПДК = 250 мг/л) везде не превышает ПДК. Её наибольшие значения наблюдались на реке Ак-Суу в обеих точках отбора проб воды на анализ в августе 2018 года (точка 1 - 216,97 мг/л; точка 2 - 240,40 мг/л).

Содержание нитратов в воде рек области не превышает ПДК (45 мг/л). Наибольшие значения зафиксированы в точке р. Ак-Суу-2 в мае 2016 года (6,27 мг/л), в мае 2017 года (6,01 мг/л) и в августе 2017 года (4,84 мг/л). Для других точек этот показатель изменялся от 1,81 мг/л (р. Исфайрам-Сай-1, 03.18) до 4,47 мг/л (р. Козу-Баглан-2, 05.17).

Таблица 3

Характерные значения содержания основных анионов в водах отдельных рек Баткенской области

Место отбора проб	min/ max Дата отбора проб	Гидрокарбонаты HCO_3^- , мг/л	Фториды F^- , мг/л	Хлориды Cl^- , мг/л	Сульфаты SO_4^{2-} , мг/л	Нитриты NO_2^- , мг/л	Нитраты NO_3^- , мг/л
Козу-Баглан (1)	min	130,61 08.17	0,20 05.16	0,31 08.17	45,39 08.17	н/о	2,48 08.17
	max	190,70 05.17	0,34 05.17	0,59 05.17	63,06 05.16	н/о	2,70 05.17
Козу-Баглан (2)	min	160,52 08.17	0,18 05.16	1,48 08.17	57,72 08.17	н/о	2,93 08.17
	max	228,64 05.17	0,36 05.17	4,33 05.17	96,77 05.17	н/о	4,49 05.17
Сох (1)	min	117,49 05.16	0,33 08.17	0,29 08.17	38,64 08.17	н/о	1,71 08.17
	max	132,25 05.17	0,60 05.17	0,80 05.17	67,50 05.17	н/о	2,69 05.17
Сох (2)	min	139,26 08.17	0,37 08.17	0,71 08.17	48,61 08.17	н/о	2,32 08.17
	max	171,16 03.18	0,62 05.17	2,26 03.18	102,46 03.18	н/о	4,92 03.18

Примечание: н/о – не обнаружено.

Ошская область. Содержание гидрокарбонатов, фторидов, хлоридов и нитратов в водах всех рек существенно ниже ПДК. Относительно высокие показатели гидрокарбонатов наблюдались в единичных случаях на р. Араван-Сай-1 (287,71 мг/л, 03.18), р. Ак-

Буура-2 (306,29 мг/л, 03.18), р. Ак-Буура-1 (182,32 мг/л, 08.17).

Относительно высокая концентрация фторидов была определена на р. Жазы-2 в марте 2018 года - 0,41 мг/л.

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 3, 2022

Повышенное содержание хлоридов обнаружилось на р. Ак-Буура-2 (27,17 мг/л, 03.18; 22,39 мг/л, 05.16) р. Араван-Сай-2, (24,95 мг/л, 03.18). В остальных точках их концентрация в воде изменялась от 2,11 мг/л (р. Куршаб-1, 05.17) до 9,18 (03.18).

Незначительное превышение ПДК и близкое к нему значение концентрации установлено для сульфатов на р. Куршаб-2 (259,53 мг/л, 03.18; 220,38 мг/л,

05.16). В водах остальных рек содержание сульфатов ниже ПДК. Высокие показатели сульфатов наблюдались на р. Куршаб-1 (205,63 мг/л, 03.18) и на р. Ак-Буура-2 (161,87 мг/л, 08.17).

Содержание нитратов не превышает ПДК. Относительно высокие показатели зафиксированы в точках: р. Араван-Сай-1 (18,33 мг/л, 03.18; 12,22 мг/л, 08.17) и р. Ак-Буура-2 (13,20 мг/л, 03.18).

Таблица 4

Характерные значения содержания основных анионов в водах отдельных рек Ошской области

Место отбора проб	min/ max Дата отбора проб	Гидрокарбонаты HCO_3^- , мг/л	Фториды F^- , мг/л	Хлориды Cl^- , мг/л	Сульфаты SO_4^{2-} , мг/л	Нитриты NO_2^- , мг/л	Нитраты NO_3^- , мг/л
Ак-Буура (1)	min	182,32 08.17	0,22 08.17	2,53 08.17	59,90 08.17	н/о	3,96 05.16
	max	204,67 05.17	0,35 05.17	6,57 03.18	95,03 05.16	0,18 05.16	5,49 03.18
Ак-Буура (2)	min	215,10 08.17	0,22 03.18	7,71 08.17	87,18 08.17	0,64 03.18	4,11 05.16
	max	306,29 03.18	0,36 05.17	2,17 03.18	161,87 05.16	0,79 05.16	13,20 03.18
Жазы (1)	min	115,60 05.16	0,11 05.16	2,22 05.17	6,02 05.17	н/о	3,51 05.16
	max	187,68 03.18	0,32 05.17	8,91 03.18	13,36 03.18	н/о	7,40 03.18
Жазы (2)	min	175,70 05.17	0,14 05.16	2,82 05.17	13,19 05.17	н/о	5,00 05.16
	max	281,33 03.18	0,41 03.18	9,18 03.18	48,46 03.18	н/о	10,67 03.18

Примечание: н/о – не обнаружено.

В целом анализы показали, что концентрации ионов речных вод в период наблюдений не превышали ПДК и соответствовали требованиям Закона КР Технический регламент «О безопасности питьевой воды» в редакции от 28 апреля 2017 года №67 и водные ресурсы исследованных рек можно использовать для питьевого водоснабжения населения.

Литература:

- Итоговый документ Генеральной Ассамблеи «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.» принятый 25 сент. 2015 г.
- Указ Президента КР С. Жапарова «Национальная программа развития КР до 2026 года» от 14 октября 2021 года.
- Доклад о развитии Всемирного водного хозяйства: вода для людей, вода для жизни (специальная комиссия ООН 2003).
- ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая»; СанПин 2.1.4. 1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения».
- Закона КР «Технический регламент “О безопасности питьевой воды” в редакции от 28 апреля 2017 года №67.
- Разаков Р.М., Торьяникова Р.В., Тальских В.Н. Методы оценки качества поверхностных вод: стандарты и критерии. // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Материалы Центральноазиатской Международной научно-практической конференции. Алматы-Ташкент, 2003. - С. 331-339.