

Тузова Т.В., Давид Ваткинс

**КЛИМАТТЫН ӨЗГӨРҮҮ ШАРТТАРЫНДА ЧОҢ-КЫЗЫЛСУУ
ДАРЫЯСЫНЫН БАСЕЙНИНИН ЖЕР ҮСТҮНДӨГҮ ЖАНА ЖЕР
АСТЫНДАГЫ СУУЛАРЫНЫН ГЕНЕТИКАЛЫК КУРАМЫ**

Тузова Т.В., Давид Ваткинс

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАСЕЙНА
РЕКИ ЧОН-КЫЗЫЛСУУ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

T.V. Tuzova, David Watkins

**GENETIC COMPOSITION OF SURFACE AND GROUNDWATER
CHON-KYZYLSUU RIVER BASIN IN A CHANGING CLIMATE**

УДК:556.341:550.461

Мурда жарыяланган окуусун улантуу менен, долбоордун алкагында USAID PEER-454, иликтөөнүн жыйынтыктары уран-изотоптук ыкмасы генетикалык курамынын жер үстүндөгү жана жер астындагы сууларды Чоң-Кызылсуу дарыя бассейнинин агым түзүлүүчү берилген. Бассейдин суу ресурстарына жооптуу болгон суулардын мурда белгиленген генетикалык түрлөрү тастыкталган. Уран-изотоптук методу менен муз агымынын үлүшү жана активдүү суу алмашуу зонасы бааланган. Чон Кызылсуу дарыя сууларда агым менен түшүп муз агымын төмөндөйт, ал эми жер үлүшүн жана жер үстүндөгү суулардын катары көбөйөт. Суу үлүшү тереңдик суу айлангышында дарыяны 20% дан жогору эмес камсыз кылат. Чоң-Кызылсуу дарыя бассейни радиологиялык таза. Бассейндик суу мониторинг изилдөөлөрдү иштеп чыгуу үчүн баалуу маалыматтарды бериши мүмкүн климаттын өзгөрүүсүнүн таасири генетикалык курамы боюнча бассейндик суусунун өзгөрүшүнө. Керектүүлүк мониторинг уюштуруу суу уран изотоптор курамына, климаттын өзгөрүшүнө карата радиологиялык абалды байкап туруу үчүн зарылдыгы көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: Чоң-Кызылсуу, Тянь-Шань, суулардын пайда болушу, урандын изотоптору, агымдын үлүшү, экология.

В продолжение ранее опубликованных работ [1-7], выполненных в рамках проекта USAID PEER-454, представлены результаты изучения уран-изотопным методом генетического состава поверхностных и подземных вод в области формирования стока бассейна р.Чон-Кызылсуу. Подтверждены ранее установленные генетические типы вод, ответственные за водные ресурсы бассейна. Оценены по неравновесному урану доли ледникового стока и приповерхностных вод зоны активного водообмена. В водах р. Чон-Кызылсуу вниз по течению уменьшается доля ледникового стока, а доля подземных вод активного водообмена (приповерхностных вод) возрастает. Доля вод глубинной циркуляции в питании реки не превышает 20%. Бассейн р. Чон-Кызылсуу является радиологически чистым. Постановка мониторинговых исследований вод бассейна может дать ценную информацию о влиянии климатических изменений на генетический состав вод бассейна. Показана необходимость организации мониторинга изотопного

состава урана в водах по контролю радиологической обстановки в связи с изменением климата.

Ключевые слова: река Чон-Кызылсуу, генезис вод, изотопы урана, доли стока, изотопы урана, экология.

In continuation of the previously published works [1-7], carried out within the framework of the USAID PEER-454 project, the results of uranium-isotope study of the genetic composition of surface and groundwater in the formation of the Chon-Kyzylsu river basin are presented. Previously established genetic types of waters responsible for water resources of the basin have been confirmed. The shares of glacial runoff and near-surface waters of the active water exchange zone were estimated from disequilibrium uranium. Pool r. Chon-Kyzylsu is radiologically pure. The formulation of monitoring studies of basin waters can provide valuable information on the impact of climate change on the genetic composition of basin. The necessity of monitoring the isotopic composition of uranium in water to control of the radiological situation due to climate change is shown.

Key words: river Chon-Kyzylsu, the Genesis of water, isotopes of uranium, the proportion of runoff, uranium isotopes, ecology.

Введение. Бассейн р. Чон-Кызылсуу выбран как наименее подверженный антропогенному влиянию и наиболее радиологически чистый [4, 5].

Формирование стока реки здесь происходит на сравнительно небольшом расстоянии за счет поверхностных и погруженных в приповерхностные отложения талых вод ледников (рис. 1) [8].

Результаты исследований. В периоды наибольшего стока реки (июль-август 2015-2018 гг.) на изотопный состав урана отбирались талые воды ледников бассейна и воды основных притоков в р. Чон-Кызылсуу. Измерения изотопного состава проводились альфа-спектрометрически в Центре радиологической экологии КазНУ им.Аль-Фараби, г. Алматы [1, 5-7].

Результаты приведены в табл. 1-3 и изображены в виде диаграммы зависимости относительного изобитка ^{234}U от общего содержания урана.



Рис. 1. Область формирования стока р.Чон-Кызылсу: а – ледник Карабаткак с местами отбора проб талых вод (фото В.И. Шатравина); б – точки отбора проб вод на космоснимке

Таблица 1

Изотопы урана в ледниковых водах верховьев р.Чон-Кызылсу

Шифр проб - год отбора	Место отбора	Координаты	Высота, м	$\gamma = \frac{^{234}\text{U}}{^{238}\text{U}}$	$\text{Cu} \cdot 10^{-6}$ г/л
Кар1-15	Молодой лед ледника Карабаткак	N42°09'14.82 E78°16'08.95	3500	1,00±0,04	0,17±0,04
2К-18	Свежий снег на леднике Кара-Баткак	N42°09'14.82 E78°16'08.95	3500	1,07±0,07	0,22 ±0,05
Кар2-15	Старый лед ледника Карабаткак	N42°09'22.50 E78°16'10.55	3385	1,05±0,05	0,32±0,05
KZS19-16	Лед с поверхности ледника Карабаткак	N42°09'14.8 E78°16'08.95	3387	1,29±0,17	0,14±0,04
KZS20-16	Озеро Карабаткак	N42°09'32.50 E78°16'13.55	3383	0,84±0,07	0,40±0,06
KZS6-16	Ручей с ледника Айлама	N42°11'58'' E78°11'48''	2910	0,99±0,09	0,20±0,03
KZS21-16	Р.Кашкатор перед р.Айлама	N42°14'10.4 E78°14'15.30	2942	1,00±0,08	0,36±0,06
Средневзвешенное для приледниковых талых вод				1,03±0,03	0,2±0,1

Таблица 2

Обогащение ураном приледниковых водбассейна р.Чон-Кызылсу

Шифр проб - год отбора	Место отбора	Координаты	Высота, м	$\gamma = \frac{^{234}\text{U}}{^{238}\text{U}}$	$\text{Cu} \cdot 10^{-6}$ г/л
Кар 3-15	Озеро внутриморенной депрессии ледника Кашкатор	N42°10'15.39 E78°15'00.09	2990	1,20±0,09	0,84±0,08
Кар 4-15	Родник из-под ледника Кашкатор	N42°10'17.39 E78°15'00.39	2980	0,92±0,08	1,00±0,08
Кар 5-15	Р.Кашкатор, выход из-под языка ледника	N42°10'15.39 E78°15'00.03	2962	1,00±0,05	1,38±0,09
1К-18	То же	N42°10'15.39 E78°15'00.03	2962	0,99 ±0,05	2,0 ±0,2
KZS5-16	Устье р.Кашкатор	N42°14'10.43 E78°14'15.30	2942	1,09±0,03	2,9±0,1
KZS22-16	Устье р.Айлама	N42°10'17.39 E78°15'00.39	2940	1,07±0,05	1,5±0,1
Пределы изменений уран-изотопных параметров в приледниковых водах				1,0-1,2	0,8-3,0

Таблица 3

Изотопы урана и генетический состав вод бассейна р.Чон-Кызылсу

Шифр проб-год отбора	Место отбора	Координаты	$\gamma = \frac{^{234}\text{U}}{^{238}\text{U}}$	$C_U, 10^{-6} \text{ г/л}$	Генетический состав вод		
					Ледниковый	Глубокой циркуляции	Активного водообмена
2015-2018	Среднее для ледниковых вод (табл.1)		1,03±0,03	0,2±0,1	100	-	-
#KZS-3-16	Р. Чон-Кызылсу выше метеостанции	N42°11'04" E78°12'30"	1,2±0,2	0,5±0,1	90	5	5
#KZS-4-16	Р. Кашкатор, устье	N42°12'24" E78°11'24"	1,11±0,04	4,3±0,2	40	-	60
#KZS-5-16	Р.Чон-Кызылсу после слияния с Кашка-Тор	N42°12'28" E78°11'24"	1,10±0,05	3,7±0,2	50	-	50
#KZS-6-16	Приток правобережный	N42°31'47" E74°31'41"	1,18±0,12	0,64±0,07	86	7	7
#KZS-7-16	Р.Чон-Кызылсу перед правобережным притоком.	N42°12'47" E78°10'52"	1,12±0,07	3,08±0,20	55	5	40
#KZS-8-16	Второй правобережный приток р.Чон-Кызылсу.	N42°13'13" E78°10'32"	1,64±0,14	1,08±0,10	61	34	5
#KZS-9-16	Третий правобережный наибольший приток	N42°13'18" E78°10'06"	1,92±0,14	0,87±0,07	62	38	-
#KZS-11-16	Р.Чон-Кызылсу выше Джилису	N42°13'16" E78°10'05"	1,38±0,13	0,71±0,09	80	5	15
#KZS-12-16	Первый левобережный приток, выше Джилису	N42°13'18" E78°10'06"	0,9±0,13	5,7±0,9	-	-	100
#KZS-13-16	Холодный родник выше горячих источников.	N42°14'07" E78°09'02"	1,34±0,13	1,2±0,2	65	12	23
#KZS-15-16	Термальный источник верхний Джилису.	N42°14'07" E78°09'02"	1,83±0,13	0,19±0,06	100	100	-
#KZS-16-16	Левобережный приток ниже терм	N42°11'37" E78°12'04"	1,06±0,13	0,6±0,1	88	8	4
#KZS-17-16	Р. Чон-Кызылсу перед левым притоком 2	N42°12'24" E78°11'24"	1,15±0,06	1,6±0,1	63	17	20
#KZS-18-16	Р.Чон-Кызылсу, Лесной кордон	N42°12'28" E78°11'24"	1,18±0,06	3,0±0,2	50	15	35
#KZS-2-16	Р.Чон-Кызылсу, ТШВНЦ	N42°12'08" E78°11'04"	1,21±0,06	3,5±0,2	45	12	43

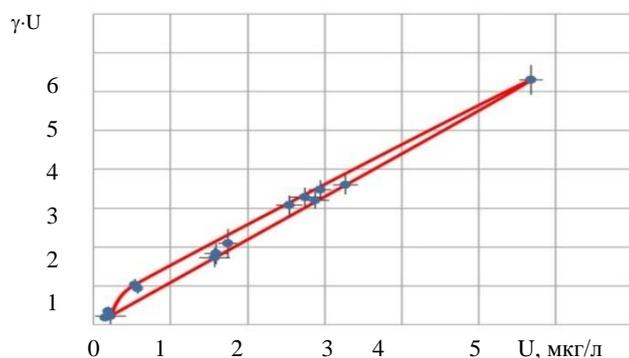


Рис. 2. Уран-изотопная диаграмма вод и льдов бассейна р.Чон-Кызылсу (по результатам опробования в 2016 г.)

Полученные результаты свидетельствуют о сохранении радиологической чистоты ледниковых и приледниковых талых вод бассейна в течение 3 лет (2015-2018 гг., табл.1).

В этих водах ультранизкое содержание урана - в среднем $0,2 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ г/л при равновесном в единицах альфа-активности отношении $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1,03 \pm 0,03$.

В водах, выклинивающихся из-под морено-ледниковых отложений и формирующих сток верховьев р. Чон-Кызылсу, содержание урана увеличивается от 4 до 15 раз за счет его растворения из приповерхностных пород (табл. 2) при сохранении в пределах трехкратной погрешности измерений равновесия изотопного отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. По изотопному составу урана в водах притоков, формирующих сток р.Чон-Кызылсу, можно выделить [1-5] три генетических типа вод (рис.2, табл.3):

- Ледниковый сток, о котором сказано выше, с минимальным содержанием урана и равновесным соотношением его четных изотопов (выделено зеленым в табл.3).

- Воды глубокой циркуляции с максимальным изотопным сдвигом при сравнительно низких концентрациях урана (выделено желтым в табл.3).

- Приповерхностные воды зон активного водообмена с небольшими изотопными сдвигами и максимальным содержанием урана (выделено красным в табл.3).

Полученные данные позволили по предложенным нами формулам изотопного смещения [1] оценить на момент уран-изотопного опробования долю каждого из генетических типов вод в водоисточниках бассейна (табл.1).

Выводы

1. В водах р. Чон-Кызылсу вниз по течению уменьшается доля ледникового стока, а доля подземных вод активного водообмена приповерхностных вод возрастает. Доля вод глубинной циркуляции в питании реки не превышает 20%.

2. Бассейн р. Чон-Кызылсу является радиологически чистым.

3. Рекомендуется проводить мониторинговые исследования влияния климатических изменений на генетический состав вод бассейна и их качество, на основе систематического хотя бы ежеквартального (сезонного) отбора проб воды на изотопный состав урана как в приледниковой зоне бассейна, так и на имеющихся в бассейне гидропостах.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность USAID за финансовую поддержку в выполнении проекта PEER-454; сотрудникам Тянь-Шанского высокогорного научного центра – за помощь в отборе приледниковых проб; сотрудникам Центра радиологической экологии КазНУ им. Аль-Фараби – за альфа-спектрометрические измерения изотопного состава урана.

Литература:

1. Тузова Т.В. Оценка распределения стока трансграничных горных рек уран-изотопным методом // Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии, Труды 3-ей Все российской научной конф. с международным участием, Барнаул, 2017, т.4, С. 126-134.
2. М.М.Буркитбаев, Б.М.Уралбеков, Т.В.Тузова Неравновесный уран как естественный индикатор процессов в водно-экологических системах Центральной Азии // Алматы, Казак университети, 2017, 160 с.
3. Т.В. Тузова, Р.А. Сатылканов, В.И. Шатравин, Давид Ваткинс // Изотопы урана в водах и льдах верховьев р.Нарын // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2018, № 3, С.125-130.
4. Т.В.Тузова, В.В.Загинаев, В.И.Шатравин, Д.Ваткинс, И.В.Матвеева, С.М.Саидов // Уран в водах зон формирования стока трансграничных рек Тянь-Шаня и Памира // Там же, С.178-185.
5. Tuzova T., Matveyeva I., Uralbekov B. Uranium isotopes in waters as radio ecological indicator of genesis of waters and relative distribution of water resources of mountain rivers in Central Asia. 4-th International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, Berlin, Germany. - 2017.- P. 237-238.
6. Matveyeva I. Tuzova T. и др. In-situ pre-concentrating of uranium isotopes on coal for alpha-spectrometric measurements (with approbation on water samples of mountain rivers), 4-th International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, Berlin, Germany. - 2017. - P. 276-277.
7. Matveyeva I.V., Tuzova T.V. Methodical Features of Pre-treatment of Water Samples of Mountain Rivers with Ultralow Concentration of Uranium for Alfa-Spectrometric Measurements // Vestnik of Tajik National University. – 2017. - № 1/2. - P. 151-158.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. Том 14, вып 2, 1987, 280 с.

Рецензент: д.г.-м.н., профессор Усунаев Ш.Э.