

#### Сведения об авторах

**Аят Крымович Кайракбаев\*** – Учреждение «Баишев университет», доктор PhD, профессор, Актобе, Казахстан; e-mail: kairak@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4416-4782>.

**Мурат Бакытжанович Алиев** – «Quanta Science» ИП, кандидат химических наук, доцент, Актобе, Казахстан; e-mail: 301744@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7148-2623>.

**Жумабай Баракбаевич Тукашев** – Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, кандидат технических наук, доцент, Актобе, Казахстан; e-mail: mr.tukashev@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5617-6748>.

#### Information about the authors

**Aiat Krymovich Kairakbaev\*** – Baishev University, PhD, professor, Aktobe, Kazakhstan; e-mail: kairak@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4416-4782>.

**Murat Bakytzhanovich Aliyev** – «Quanta Science» Individual entrepreneur, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Aktobe, Kazakhstan; e-mail: 301744@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7148-2623>.

**Zhumabai Barakbayevich Tukashev** – Aktobe Regional University named after K.Zhubanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Aktobe, Kazakhstan; e-mail: mr.tukashev@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5617-6748>.

Поступила в редакцию 18.09.2025

Поступила после доработки 26.10.2025

Принята к публикации 28.10.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4\(20\)-70](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4(20)-70)



МРНТИ: 31.19.15

**А. Кливенко<sup>1\*</sup>, А. Касымов<sup>1</sup>, Е. Евлампиева<sup>1</sup>, Д. Шабдарбаева<sup>2</sup>, А. Дюсупов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Шәкәрім университет,

071412 Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А

<sup>2</sup>Медицинский университет Семей

071400 Республика Казахстан, г. Семей, ул. Абая, 103

\*e-mail: alexeyklivenko@mail.ru

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕЛАХ ИЗ ЗОНЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНОГО И МАКСИМАЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО РИСКОВ ОБЛАСТИ АБАЙ

**Аннотация:** Проведено исследование качества питьевой воды в селах, расположенных в зонах чрезвычайного (Долонь, Мостик, Черемушка, Саржал) и максимального (Караул, Кайнар) радиационного риска на территории области Абай, прилегающей к бывшему Семипалатинскому испытательному полигону. Целью работы была оценка воды по показателям общей минерализации (TDS) и содержанию основных катионов (натрий, калий, кальций, магний). Анализ проб, отобранных из систем центрального водоснабжения, показал, что в трех населенных пунктах (Саржал, Кайнар, Долонь) общая минерализация превышает рекомендуемый ВОЗ предел в 1000 мг/л, достигая в селе Долонь 1500 мг/л. Во всех исследуемых селах, кроме Черемушки, зафиксировано повышенное содержание натрия, при этом в селах Кайнар и Долонь его концентрация превышает установленную ПДК в 200 мг/л. Общая жесткость воды в большинстве проб соответствует нормативам, за исключением образца воды из села Долонь, где вода классифицируется как жесткая. Вода в селе Черемушка, не имеющем центрального водоснабжения, характеризуется физиологически недостаточным содержанием кальция. Результаты свидетельствуют о неудовлетворительном качестве питьевой воды в большинстве изученных населенных пунктов зоны радиационного риска.

**Ключевые слова:** питьевая вода, зона чрезвычайного радиационного риска, жесткость воды, кальций, магний, натрий, калий.

### Введение

Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 64/292 (2010 г.) «Право человека на воду и санитарии» [1] провозглашает право на безопасную и чистую питьевую воду и санитарии как право человека, имеющее существенное значение для полноценной жизни и полного осуществления всех прав. Кроме того, вода, является ключевым залогом национальной безопасности государства. В Казахстане реализуется централизованное государственное

управление водными ресурсами через водный кодекс РК [2], согласно которого питьевая вода – это вода в ее естественном состоянии или после обработки, отвечающая по качеству установленным национальным стандартам и гигиеническим нормативам, предназначенная для удовлетворения питьевых и хозяйственно-бытовых нужд.

Анализ питьевой воды Казахстана проводился рядом отечественных и зарубежных ученых. Исследования подтверждают в целом хорошее качество воды [3-5]. Однако, в работе [6] выявлены превышения по некоторым катионам/анионам (железо, марганец, нитраты) в отдельных деревнях Акмолинской и Павлодарской областей. В работе [7] отмечаются значительные загрязнения воды, проблема биоаккумуляции в рыбе, необходимость усиления контроля на границах, защита трансграничных водных систем.

В таблице 1 обобщены сведения об исследованиях питьевой воды Казахстана.

Таблица 1 – Сведения об исследовании питьевых вод Казахстана

№	Объект исследования	Основные результаты	Ссылка
1	Вода г. Алматы из различных районов города на содержание микро- и макроэлементов	Отмечены уровни большинства элементов ниже предельно допустимых норм	[3]
2	Вода г. Алматы на физико-химические показатели воды (запах, цвет, мутность, жёсткость, остаток, ионы и др.), тяжёлые металлы, нефтепродукты	Вода в районах соответствует нормам Казахстана; антропогенное воздействие низкое	[4]
3	Кызылорда, район Кызылжарма / река Сырдарья и грунтовые воды (химический состав воды, сульфаты, жёсткость)	Минерализация грунтовых вод довольно высокая (0,8-1,1 г/л)	[5]
4	Балхашский район, Алматинская область, сельские колодцы / неглубокие источники	Не выявлено превышений уровня содержания кальция, магния, натрия и калия	[8]
5	Питьевая вода Майского района Павлодарской области	Содержание ионов кальция, магния, калия и кальция не превышает допустимых значений.	[9]

На территории области Абай находится бывший Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП). Согласно закону Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года № 1787-XII О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне к зоне чрезвычайного радиационного риска относятся территории Саржалского сельского округа Абайского района, Долонского сельского округа Бескарагайского района [10]. Важнейшим параметром, определяющим качество жизни населения, является доступ к питьевой воде. Таким образом, целью настоящего исследования было определение качества питьевой воды в селах, находящихся в зоне чрезвычайного радиационного риска (Долонь, Мостик, Черемушка, Саржал) и максимального радиационного риска (Караул, Кайнар) по содержанию основных катионов (калий, натрий, кальций и магний), а также общей минерализации воды.

#### Материалы и методы

Вода водопроводная была отобрана из водопроводной сети сел Караул (ул. Кокбай, д. 1), Кайнар (ул. Кайнар, д. 421), Саржал (ул. Матаева, д. 13), Долонь (ул. 1 Мая, д. 10), Мостик (колонка возле магазина по адресу ул. Ленина, 40), Черёмушка (скважина в доме с координатами 50,646056;79055303).

Анализ на общую минерализацию проводился кондуктометрически на автоматическом измерителе общей минерализации – TDS-3 (HM Digital, USA). Содержание ионов натрия, кальция и калия определяли на пламенном фотометре FP-5450 (BioBase, China, 2023). Определение содержания ионов магния выполняли на оптико-эмиссионном спектрометре EXPEC 6500 (FPI, China, 2024). Обзор плазмы выполняли в радиальном режиме.

Для калибровки приборов использовали государственные стандартные образцы ионов калия, натрия, кальция и магния.

#### Результаты и их обсуждение

Отбор проб в системах центрального водоснабжения изучаемых районов выполнялся в период с августа по сентябрь 2025 года (рис. 1). Согласно официальной информации

Водопроводная сеть сел Караул и Саржал реконструировалась в 2023 году. По словам местных жителей водопровод реконструировался в 2022 году в селе Кайнар. В селе Долонь водопровод построен в 2023 году, в селе Мостик – в 2022, в селе Черёмушка центральное водоснабжение отсутствует. Таким образом из исследованных сел 5 имеют центральное водоснабжение, одно не имеет. Анализ проводился по следующим параметрам – общая минерализация, содержание ионов натрия, калия, кальция и магния. Указанные параметры, позволяют в целом оценить качество питьевой воды.

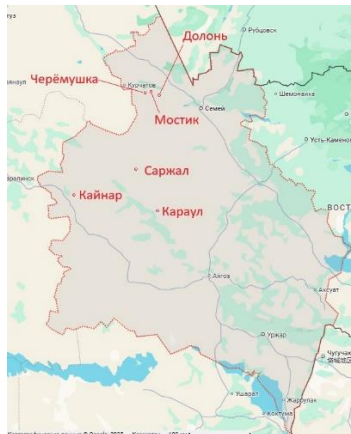


Рисунок 1 – Карта области Абай с указанием точек отбора проб

Общая минерализация в англоязычной литературе TDS (Total dissolved solids) показывает содержание солей калия, натрия, магния и кальция в воде, а также содержание некоторых органических примесей. В этом исследовании изучено содержание TDS в водопроводной воде, за исключением с. Черёмушка, которое не имеет центрального водоснабжения. На рисунке 2 представлены результаты исследования TDS.

Как видно из графика общая минерализация воды является весьма высокой, и в воде населенного пункта Долонь составляет порядка 1500 м.д. (мг/л). При этом норма общей минерализации воды для центрального водоснабжения составляет согласно Приказа Министра здравоохранения Республики Казахстан № ҚР ДСМ-138 от 24 ноября 2022 года – не более 1000 мг/л [11]. При этом согласно Руководству ВОЗ по качеству питьевой воды [12] вода с общей минерализацией ниже 600 считается хорошей, от 600 до 1000 допустимого качества, свыше 1000 не пригодной для потребления. Таким образом, вода только из 3 населенных пунктов считается пригодной для употребления согласно нормам ВОЗ, при этом в одном из них нет системы центрального водоснабжения. Воды систем центрального водоснабжения населенных пунктов Саржал и Кайнар по показателю минерализации имеют граничные значения показателей. Анализ питьевой воды в Майском районе Павлодарской области показал значение общей минерализации равный 405 мг/л [9].

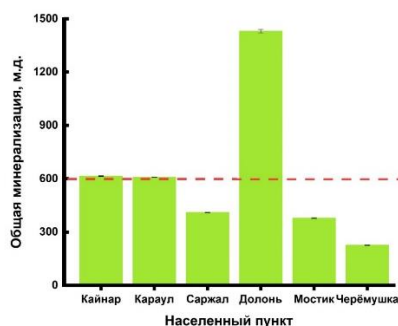


Рисунок 2 – Общая минерализация воды в исследованных населенных пунктах (красная пунктирная линия показывает верхнее значение для «хорошей» воды, согласно рекомендациям ВОЗ)

При этом вода с низкой минерализацией также вредна, поскольку приводит к выведению минеральных веществ из организма. Среди исследованных элементов в этой работе представлен калий. Калий необходим для нормального функционирования организма.

Суточная потребность взрослого человека в зависимости от веса составляет 2,5-3,5 г. Питьевая вода обычно не является основным источником калия для организма человека, и обычно не содержит более 10 мг/л калия. Подземные минеральные источники могут содержать до 30 мг/л калия. Анализ содержания калия в исследованных водах показал низкое значение содержания этого элемента (рис. 3)

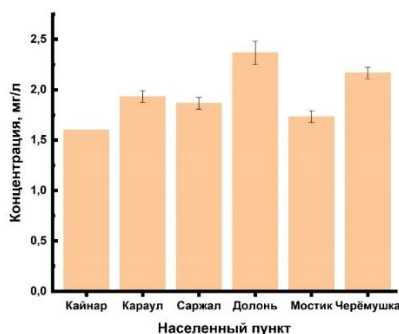


Рисунок 3 – Содержание калия в воде различных населенных пунктов

Содержание ионов калия изменяется в пределах 1,5-2,5 мг/л. Этот факт объясняется низким содержанием калия в поверхностных водах, которые являются основным источником водозабора указанных сел, а также особенностью геологического строения пород, которые залегают в основе местности, в которой выполняется водозабор. Важно отметить, что содержание калия не регламентируется нормативными документами государств и международных организаций.

В отличие от калия, содержание натрия регламентируется. Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов [13] определяет предельно допустимую концентрацию (ПДК) натрия в водопроводной воде равную 200 мг/л. Это связано с тем, что превышение ПДК приводит к появлению солоноватого привкуса у воды. Технический регламент Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС) 044/2017 [14] определяет нормы содержания натрия в воде не более 50 мг/л, а для детской воды и высшей категории не более 20 мг/л. Содержание натрия в исследованных водах представлены на рисунке 4.

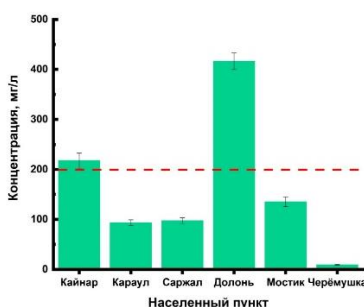


Рисунок 4 – Содержание натрия в воде различных населенных пунктов (красной пунктирной линией показана ПДК для натрия в питьевой воде согласно (ТР ЕАЭС) 044/2017 [14])

Как следует из рисунка содержание натрия в водопроводной воде населенных пунктов Кайнар и Долонь превышает ПДК, согласно СанПиН РК [13]. При этом содержание натрия в воде населенного пункта Черёмушка ( $9,3 \pm 0,7$  мг/л) соответствует нормам ТР ЕАЭС 044/2017 [14], предъявляемым к детской воде и воде высшей категории. Содержание натрия в воде населенного пункта Долонь превышает ПДК согласно [13] в 7 раз. При этом в статье [3] анализ воды города Алматы в 26 точках показал, что содержание натрия находится в интервале 3,5-27,2 мг/л, в работе [4] анализ воды в 16 точках города Алматы показал, что содержание натрия находится в интервале 3,23-18,0 мг/л.

Основные металлы жесткости воды – кальций и магний, вызывающие образование накипи, несмотря на то что являются макроэлементами, также имеют свои нормы содержания. В СанПиН [13] норматив жесткости составляет 7 мг-экв/л. В пересчете на чистый кальций, без учета вклада магния – это составляет 140 мг/л. Аналогичный расчет на магний, без учета вклада кальция составляет 84 мг/л. При этом [14] определяет минимальное содержание кальция в бутилированной воде, чтобы она была физиологически полноценной, равный 25 мг/л, а для магния – 5 мг/л. Фактическое содержание кальция и магния в исследованных водах представлено на рисунках 5 и 6.

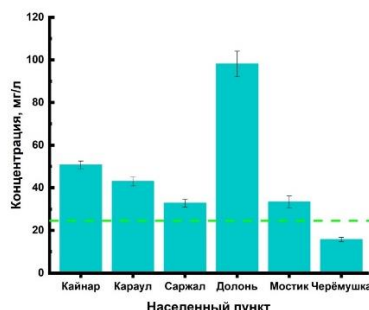


Рисунок 5 – Содержание кальция в воде различных населенных пунктов (зелёной пунктирной линией показано значение нижнего предела физиологической полноценности воды по кальцию согласно ТР ЕАЭС 044/2017 [14])

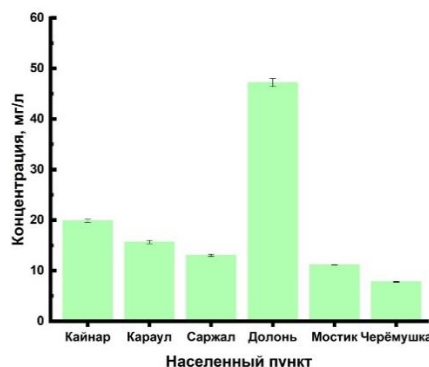


Рисунок 6 – Содержание магния в воде различных населенных пунктов

Из графиков видно, что содержание кальция и магния находится в физиологической норме для всех образцов, за исключением воды населенного пункта Черёмушка, где наблюдается физиологическая неполноценность по кальцию – 15,77 мг/л, при норме не менее 25 мг/л. Сравнение с качеством водопроводной воды в Алматы, показывает, что содержание кальция согласно работе [3] составляет 20,4-84,5; а в работе [4] – 19,7-135,3 мг/л. При этом среднее квадратичное значение для первой работы – 49,18 мг/л, а для второй 50,58 мг/л. В случае исследованных сел среднее квадратичное содержание кальция составляет 52,45 мг/л. Содержание кальция в водопроводной воде Майского района Павлодарской области составляет 60,1 мг/л. [9]

Общая жесткость воды, рассчитанная путем сложения концентраций ионов магния и кальция в образцах, представлена на рисунке 7.

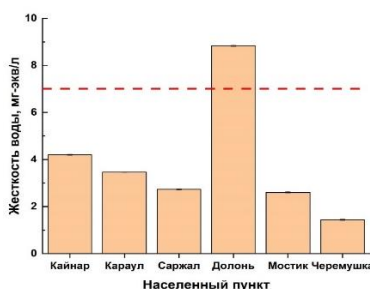


Рисунок 7 – Жесткость воды в различных населенных пунктах

Все образцы воды показали допустимое значение жесткости воды, за исключением образца воды из водопровода села Долонь. Уровень жесткости ниже 4 мг-экв/л соответствует мягкой воде. Таким образом, вода села Кайнар отвечает средней жесткости, а села Долонь – является жесткой.

### **Заключение**

Исследование показало, что качество воды в исследованных населенных пунктах оставляет желать лучшего. В населенных пунктах Саржал, Кайнар и Долонь общая минерализация превышает рекомендуемые параметры ВОЗ. Содержание натрия является высоким во всех селах, кроме села Черёмушка, а в Кайнаре и Долони превышает допустимые значения – 200 мг/л. При этом, несмотря на то, что жесткость воды практически во всех селах является приемлемой, за исключением села Долонь, содержание кальция в воде села Черёмушка является физиологически неполноценным. Таким образом, качество воды в населенных пунктах, находящихся в зоне чрезвычайного радиационного риска, не является оптимальным.

### **Список литературы**

1. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 64/292 (2010 г.) «Право человека на воду и санитарии». – URL: <https://docs.un.org/en/A/RES/64/292> (дата обращения 22.09.2025).
2. Кодекс Республики Казахстан от 9 апреля 2025 года № 178-VIII ЗРК. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2500000178> (дата обращения 22.09.2025).
3. Study of the Trace Element Composition of Drinking Water in Almaty City and Human Health Risk Assessment / M. Krasnopyorova et al // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2025. – № 22(4). – P. 560. <https://doi.org/10.3390/ijerph22040560>.
4. Preliminary Study and Assessment of Drinking Water from Almaty, Kazakhstan / Y. Sailaukhanuly et al // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2022. – № 24(4). – P. 341-350. <https://doi.org/10.18321/ectj1478>.
5. Absametov M. Water quality of the Syrdarya River and groundwater of the Kyzylzharma field in the Kyzylorda region (Kazakhstan) / M. Absametov, K. Ospanov, B. Kenesbayeva // Engineering Journal of Satbayev University. – 2024. – № 146(1). – P. 30-38. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2024.i1.05>.
6. Perceived and Physical Quality of Drinking Water in Pavlodar and Akmola Rural Regions of Kazakhstan / R. Beisenova et al // Sustainability. – 2024. – № 16(17). – P. 7625. <https://doi.org/10.3390/su16177625>.
7. Water Quality Problems Analysis and Assessment of the Ecological Security Level of the Transboundary Ural-Caspian Basin of the Republic of Kazakhstan / N.A. Amirgaliev et al // Applied Sciences. – 2022. – № 12(4). – P. 2059. <https://doi.org/10.3390/app12042059>.
8. Quality of Drinking Water in the Balkhash District of Kazakhstan's Almaty Region / S. Nurtazin et al // Water. – 2020. – № 12(2). – P. 392. <https://doi.org/10.3390/w12020392>.
9. Качественные показатели питьевой воды Майского района Павлодарской области Республики Казахстан / С. Азат и др. // Вестник НЯЦ РК. – 2023. – № 2. – P. 25. <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2023-2-25-32>.
10. Закон Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года N 1787-XII О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне. – URL [https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920003600\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920003600_)
11. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 ноября 2022 года № ҚР ДСМ-138 Об утверждении Гигиенических нормативов показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – URL <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713>
12. Руководство по обеспечению качества питьевой воды, 4-е изд. ВОЗ. – 2011. – 564 с.
13. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26 об утверждении санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300031934> (дата обращения 22.09.2025).
14. Технический регламент Евразийского экономического союза 044/2017 «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/H17EV000045> (дата обращения 22.09.2025).



## References

1. Rezolyutsiya General'noi Assamblei OON 64/292 (2010 g.) «Pravo cheloveka na vodu i sanitariyu». – URL: <https://docs.un.org/en/A/RES/64/292> (data obrashcheniya 22.09.2025). (In Russian).
2. Kodeks Respubliki Kazakhstan ot 9 aprelya 2025 goda № 178-VIII ZRK. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2500000178> (data obrashcheniya 22.09.2025). (In Russian).
3. Study of the Trace Element Composition of Drinking Water in Almaty City and Human Health Risk Assessment / M. Krasnopyorova et al // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2025. – № 22(4). – R. 560. <https://doi.org/10.3390/ijerph22040560>. (In English).
4. Preliminary Study and Assessment of Drinking Water from Almaty, Kazakhstan / Y. Sailaukhanuly et al // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2022. – № 24(4). – R. 341-350. <https://doi.org/10.18321/ectj1478>. (In English).
5. Absametov M. Water quality of the Syrdarya River and groundwater of the Kyzylzharma field in the Kyzylorda region (Kazakhstan) / M. Absametov, K. Ospanov, B. Kenesbayeva // Engineering Journal of Satbayev University. – 2024. – № 146(1). – R. 30-38. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2024.i1.05>. (In English).
6. Perceived and Physical Quality of Drinking Water in Pavlodar and Akmola Rural Regions of Kazakhstan / R. Beisenova et al // Sustainability. – 2024. – № 16(17). – R. 7625. <https://doi.org/10.3390/su16177625>. (In English).
7. Water Quality Problems Analysis and Assessment of the Ecological Security Level of the Transboundary Ural-Caspian Basin of the Republic of Kazakhstan / N.A. Amirgaliev et al // Applied Sciences. – 2022. – № 12(4). – R. 2059. <https://doi.org/10.3390/app12042059>. (In English).
8. Quality of Drinking Water in the Balkhash District of Kazakhstan's Almaty Region / S. Nurtazin et al // Water. – 2020. – № 12(2). – R. 392. <https://doi.org/10.3390/w12020392>. (In English).
9. Kachestvennye pokazateli pit'evoi vody Maiskogo raiona Pavlodarskoi oblasti Respubliki Kazakhstan / S. Azat i dr. // Vestnik NYATS RK. – 2023. – № 2. – R. 25. <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2023-2-25-32>. (In Russian).
10. Zakon Respubliki Kazakhstan ot 18 dekabrya 1992 goda N 1787-XII O sotsial'noi zashchite gpazhdan, postradavshikh vsledstvie yadernykh ispytaniy na Semipalatinskoye ispytatel'noye yadepnoye poligone. – URL [https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920003600\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920003600_) (In Russian).
11. Prikaz Ministra zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 24 noyabrya 2022 goda № QR DSM-138 Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov pokazatelei bezopasnosti khozyaistvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya. – URL <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713> (In Russian).
12. Rukovodstvo po obespecheniyu kachestva pit'evoi vody, 4-e izd. VOZ. – 2011. – 564 s. (In Russian).
13. Prikaz Ministra zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 20 fevralya 2023 goda № 26 ob utverzhdenii sanitarnykh pravil «Sanitarno-ehpidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya khozyaistvenno-pit'evykh tselei, khozyaistvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob'ektoV». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300031934> (data obrashcheniya 22.09.2025). (In Russian).
14. Tekhnicheskii reglament Evraziyskogo ehkonomicheskogo soyuza 044/2017 «O bezopasnosti upakovannoi pit'evoi vody, vkluychaya prirodnyuyu mineral'nuyu vodu». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/H17EV000045> (data obrashcheniya 22.09.2025). (In Russian).

**Благодарности:** Исследования выполнены при финансовой поддержке КН МНВО РК в рамках программно-целевого финансирования ИРН BR28512329

**А. Кливенко<sup>1\*</sup>, А. Қасымов<sup>1</sup>, Е. Евлампиева<sup>1</sup>, Д. Шабдарбаева<sup>2</sup>, А. Дюсупов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Шәкәрім университеті,

071412 Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20а

<sup>2</sup>Семей медицина университеті,

071400 Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Абай көшесі, 103

\*e-mail: alexeyklivenko@mail.ru

**АБАЙ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТӨТЕНШЕ ЖӘНЕ ЕҢ ЖОҒАРЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІП АЙМАҒЫНДАҒЫ АУЫЛДАРДА АУЫЗ СУ САПАСЫН БАҒАЛАУ**

Абай облысының бұрынғы Семей сынақ полигонына іргелес аумағында төтенше (Долонь, Мостик, Черемушка, Саржал) және максималды (Қарауыл, Қайнар) радиациялық қауіп аймақтарында орналасқан ауылдарда ауыз судың сапасына зерттеу жүргізілді. Жұмыстың мақсаты суды жалпы минералдану көрсеткіштері (TDS) және негізгі катиондардың (натрий, калий, кальций, магний) құрамы бойынша бағалау болды. Орталық сумен жабдықтау жүйелерінен алынған сынақтарды талдау көрсеткендей, үш елді мекенде (Саржал, Қайнар, Долонь) жалпы минералдану шекті рұқсат етілген концентрация ұсынған 1000 мг/л шегінен асып, Долонь ауылында 1500 мг/л-ге дейін жетеді. Қайнар және Долонь оның концентрациясы белгіленген ШРК-дан 200 мг/л-ден асады, көптеген сынақтардағы судың жалпы қаттылығы су қатты деп жіктелген Долонь ауылынан алынған су үлгісін қоспағанда, стандарттарға сәйкес келеді. Орталық сумен жабдықталмаған Черемушка ауылындағы су физиологиялық тұрғыдан жеткіліксіз кальциймен сипатталады. Нәтижелер радиациялық қауіп аймағының зерттелген елді мекендерінің көпшілігінде ауыз судың қанағаттанарлықсыз сапасын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** ауыз су, төтенше радиациялық қауіп аймағы, судың кермектігі, кальций, магний, натрий, калий.

**A. Klivenko<sup>1\*</sup>, A. Kassymov<sup>1</sup>, E. Yevlampieva<sup>1</sup>, D. Shabdarbayeva<sup>2</sup>, A. Dyusupov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Shakarim University,  
071412 Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20A

<sup>2</sup>Semey Medical University,  
103 Abaya str., Semey, 071400 Republic of Kazakhstan

\*e-mail: alexeyklivenko@mail.ru

## **ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY IN VILLAGES FROM THE EMERGENCY ZONE AND THE MAXIMUM RADIATION RISKS OF THE ABAI REGION**

*A study has been conducted on the quality of drinking water in villages located in the zones of extreme (Dolon, Bridge, Cheryomushka, Sarzhal) and maximum (Karaul, Kainar) radiation risks in the territory of the Abai region adjacent to the former Semipalatinsk test site. The aim of the work was to evaluate water by indicators of total mineralization (TDS) and the content of basic cations (sodium, potassium, calcium, magnesium). The analysis of samples taken from the central water supply systems showed that in three settlements (Sarzhal, Kainar, Dolon) the total mineralization exceeds the WHO recommended limit of 1000 mg/l, reaching 1500 mg/l in the village of Dolon. In all the villages studied, except Cheryomushka, an increased sodium content was recorded, while in the villages of Kainar and Dolon its concentration exceeds the established maximum permissible concentration of 200 mg/l. The total hardness of the water in most samples meets the standards, with the exception of the water sample from the village of Dolon, where the water is classified as hard. The water in the village of Cheryomushka, which does not have a central water supply, is characterized by a physiologically insufficient calcium content. The results indicate an unsatisfactory quality of drinking water in most of the studied settlements of the radiation risk zone.*

**Key words:** drinking water, zone of extreme radiation risk, water hardness, calcium, magnesium, sodium, potassium.

### **Сведения об авторах**

**Алексей Николаевич Кливенко\*** – PhD, ассоциированный профессор, директор Shakarim Lab, Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: alexeyklivenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8971-686X>.

**Аскар Бағдатович Касымов** – PhD, член Правления – проректор по стратегии и социальному развитию, Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: kassymov.asb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1983-6508>.

**Елена Петровна Евлампиева** – к.б.н., старший преподаватель кафедры химии и экологии, Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: elena\_semei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1953-3686>.

**Дария Муратовна Шабдарбаева** – доктор медицинских наук, профессор, Медицинский университет Семей, Республика Казахстан; e-mail: dariya.shabdarbaeva@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-1935>.

**Алтай Ахметкалиевич Дюсупов** – доктор медицинских наук, профессор, Председатель Правления – Ректор, Медицинский университет Семей, Республика Казахстан; e-mail: altay.dyusupov@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0875-1020>.

### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Алексей Николаевич Кливенко\*** – PhD, қауымдастырылған профессор, Shakarim Lab директоры, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: alexeyklivenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8971-686X>.



**Асқар Бағдатұлы Қасымов** – PhD, Басқарма мүшесі – Стратегия және әлеуметтік даму жөніндегі проректор, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: kassymov.asb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1983-6508>.

**Елена Петровна Евлампиева** – б.ғ.к., химия және экология кафедрасының аға оқытушысы, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: elena\_semei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1953-3686>.

**Дария Мұратқызы Шабдарбаева** – медицина ғылымдарының докторы, профессор, Семей медицина университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: dariya.shabdarbaeva@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-1935>.

**Алтай Ахметқалиұлы Дүйсіпов** – медицина ғылымдарының докторы, профессор, Басқарма төрағасы – ректор Семей медицина университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: altay.dyusupov@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0875-1020>.

#### Information about the authors

**Alexey Klivenko\*** – PhD, Associate Professor, Director of Shakarim Lab, Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: alexeyklivenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8971-686X>.

**Askar Kassymov** – PhD, Member of the Board – Vice-rector for Strategy and Social Development, Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: kassymov.asb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1983-6508>.

**Elena Yevlampieva** – PhD, Senior Lecturer at the Department of Chemistry and Ecology, Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: elena\_semei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1953-3686>.

**Daria Shabdarbayeva** – MD, Professor, Semey Medical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: dariya.shabdarbaeva@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-1935>.

**Altai Dyusupov** – MD, Professor, Chairman of the Board – Rector of Semey Medical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: altay.dyusupov@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0875-1020>.

Поступила в редакцию 09.09.2025

Поступила после доработки 23.10.2025

Принята к публикации 24.10.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4\(20\)-71](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4(20)-71)

FTAXP: 55.21.19



**А. Мәуліт<sup>1,2\*</sup>, З.А. Сатбаева<sup>1,2</sup>, Р.С. Кожанова<sup>1,2</sup>, Д.Р. Байжан<sup>2</sup>, А.С. Рүстемов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«Plasma Science» ЖШС,

Шығыс Қазақстан облысы, Өскемен қ., Гоголя көш., 7Г

<sup>2</sup>Шәкәрім университеті,

Абай облысы, Семей қ., Глинки көш., 20 А

\*e-mail: maulit.almas@gmail.com

## 12Х18Н10Т АУСТЕНИТТИ-ТОТ БАСПАЙТЫН БОЛАТТАН ЭЛЕКТРОЛИТТИ-ПЛАЗМАЛЫҚ АЗОТТАУДЫ ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа:** Бұл зерттеуде плазманың спектрлік сипаттамаларын, сондай-ақ электролиттік-плазмалық азоттау (ЕРА) процесінде аустениттік тот баспайтын болатта болатын құрылымдық және фазалық өзгерістерді кешенді талдау нәтижелері келтірілген. Өңдеу 10 минут ішінде 550°C температурада 10% кальцийленген сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), 20% карбамид ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) және 3% аммоний хлориді ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) бар сулы электролитте жүргізілді. Осы жағдайларда қарқынды жарық шығаратын разрядтың тұрақты дамуы байқалды. Өңдеу кезінде жүргізілген оптикалық эмиссиялық спектроскопия азоттың ( $N\ I$ ) және  $n_2$  иондарының қозған түрлерінің, сондай-ақ атомдық оттегінің ( $O\ I$ ) және сутектің иондануына сәйкес келетін  $h\alpha$  сызығының тән сызықтарының болуын анықтады. Бұл электролит компоненттерінің плазманың түзілуіне және азоттың үлгі бетіне өтуіне белсенді қатысуын көрсетеді. На желісінің кеңеюі негізінде (Бальмер сериясы) плазманың электронды тығыздығы есептелді, ол шамамен  $8.5 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$  болды, бұл разрядтың жоғары энергетикалық сипатын көрсетеді. Рентгендік фазалық талдау хром ( $\text{CrN}$ ) және темір ( $\text{FeN}$ ) нитридтері сияқты азотты қосылыстардың, сондай-ақ  $\gamma\text{-Fe(N)}$  аустениттік матрицасындағы азоттың қатты ерітіндісінің түзілуін көрсетті. Бұл нәтижелер Болаттың азотпен тиімді қанығуын және оның фазалық құрамының өзгеруін көрсетеді. Растрлық электронды