

УДК 543.33:543.054:543.062  
DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2023.1.10

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАДМИЯ И СВИНЦА В БУТИЛИРОВАННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

© С. В. Житарь\*, Н. Н. Яценко, Е. Г. Зиновьева

Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова  
Россия, Чувашская Республика, 428015 г. Чебоксары, пр. Московский, 15.

Тел.: +7 (8352) 45 24 68 доп. 2301.

\*Email: svezhi@yandex.ru

*В данной работе приведены результаты количественного определения кадмия и свинца в бутилированной питьевой воде. Качество воды должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим нормам. Такие крайне токсичные тяжелые металлы, как свинец и кадмий, попадая в организм человека при приеме воды, способны значительно ухудшить здоровье человека и даже привести к летальному исходу. В связи с этим актуальным является проведение периодического тестирования питьевой воды на наличие тяжелых металлов. В качестве объектов исследования были выбраны пятнадцать образцов питьевой бутилированной воды различных поставщиков, реализуемой на территории Чувашской Республики: «Водофф.ру», «Бейби-черноголовка», «RUSOXY», «Архыз», «Жемчужная», «Пилигрим», «Эльбрусинка», «Славница», «Черноголовская», «Демидовская LUXE», «Тбау», «AQUA LUXE», «Букет Чувашии», «Сестрица» и «Эталон». Анализ питьевой воды на содержание свинца и кадмия при их совместном присутствии проводили методом инверсионной вольтамперометрии по ГОСТ 33824-2016. Выявлено, что в пробах питьевой воды «Бейби-черноголовка» содержится максимальное количество свинца и кадмия и составляет  $0.0093 \pm 0.00037$  и  $0.0009 \pm 0.00005$  мг/л соответственно. При этом минимальное содержание свинца найдено в пробах питьевой воды «Славница» ( $0.0039 \pm 0.00053$  мг/л) и «Черноголовская» ( $0.0039 \pm 0.00071$  мг/л), а кадмия – в воде «AQUA LUXE» ( $0.0005 \pm 0.00006$  мг/л). Установлено, что во всех изученных образцах содержится незначительное количество тяжелых металлов, не превышающее значения ПДК, что позволяет высоко оценить качество реализуемой в Чувашии питьевой бутилированной воды.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, кадмий, свинец, бутилированная питьевая вода, инверсионная вольтамперометрия.

### Введение

К качеству питьевой воды предъявляются строгие санитарно-гигиенические требования. Питьевая вода предназначена для ежедневного безопасного потребления, а неограниченный доступ к ней является одним из основных прав человека [1–4]. Главными загрязнителями питьевой воды являются такие токсичные тяжелые металлы, как свинец и кадмий. Источниками их поступления служат выбросы и стоки промышленных предприятий, автотранспорт, свалки, нарушения при добыче и транспортировке воды населению и др. Высокая концентрация свинца и кадмия в организме человека обуславливает дисфункцию многих жизненно важных систем. Повышенное содержание кадмия в питьевой воде приводит к поражению легких, печени, кардиопатии, развитию гипертонии, остеопорозу костей и деформации скелета. Свинец при постоянной аккумуляции в организме человека поражает почки, нервную систему, приводит к атеросклерозу, нарушению процесса образования эритроцитов, оказывает губительное воздействие на центральную и вегетативную нервную систему, обладает тератогенным и мутагенным эффектами [5–22]. Поскольку содержание металлов-токсикантов определяет качество питьевой воды и считается обязательным показателем при мониторинге водных объектов, актуальным является регулярное проведение анализа питьевой воды на содержание тяжелых металлов. Целью

данной работы является количественный анализ бутилированной питьевой воды, реализуемой на территории Чувашской Республики, на наличие свинца и кадмия методом инверсионной вольтамперометрии.

### Экспериментальная часть

Определение содержания кадмия и свинца при их совместном присутствии проводили методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «ЭКОТЕСТ-ВА» по ТУ 4215-005-52722949-03 (ООО «Эконикс-Эксперт», г. Москва) в комплекте с IBM-совместимым компьютером и трехэлектродной электрохимической ячейкой, состоящей из рабочего вращающегося углесталлового индикаторного микроэлектрода, хлорсеребряного электрода сравнения и платинового вспомогательного электрода [23–24]. В результате предварительных испытаний при постоянном токе были выбраны следующие условия проведения анализа: электрохимическая очистка индикаторного электрода – 300 с, скорость развертки – 100 мВ/с, потенциал начала развертки – -1300 мВ, потенциал конца развертки – -200 мВ, время накопления – 300 с. Потенциалы концентрирования: -600 мВ (для  $Cd^{2+}$ ) и -400 мВ (для  $Pb^{2+}$ ). Регистрацию аналитического сигнала исследуемого металла для пробы при указанных условиях повторяли четыре раза. Регистрацию сигнала пробы с

добавкой проводили в тех же условиях, что и для пробы.

В качестве объектов исследования были выбраны пятнадцать образцов питьевой бутилированной воды различных поставщиков, реализуемой на территории Чувашской Республики: «Водофф.ру» (ООО «Современные технологии», г. Чистополь), «Бейби-черноголовка» (компания «Черноголовка», г. Балашиха), «RUSOXY» (компания «Русский кислородный продукт», г. Москва), «Архыз» (компания Аквалайн, г. Черкесск), «Жемчужная» (ООО «Волжский завод безалкогольных напитков», Самарская область, Красноярский район, поселок городского типа Волжский), «Пилигрим» (ООО «ЛЕДНИКОФФ», г. Москва), «Эльбрусинка» (ООО «Компания Водолеев», г. Москва), «Славница» (интернет-магазин «Славница», г. Москва), «Черноголовская» (ООО «ТРЕЙД МАРКЕТ», Московская область, г. Одинцово), «Демидовская LUXE» (Компания «Аква-Люкс трейдинг», г. Серпухов), «Тбау» (Группа Компаний «Бавария», г. Москва), «AQUA LUXE» (Компания «Аква Люкс», г. Уфа), «Букет Чувашии» (ОАО «Букет Чувашии», г. Чебоксары Чувашской Республики), «Сестрица» (интернет-магазин компании «Сестрица», г. Йошкар-Ола) и «Эталон» (компания «Materia», г. Санкт-Петербург).

### Результаты и их обсуждение

В настоящее время метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА) успешно применяется для экспресс-определения веществ неорганической природы при анализе различных объектов. Метод ИВА является высокочувствительным и позволяет определять следовые количества веществ при их концентрации порядка  $10^{-6}$ - $10^{-8}$  моль/л, а в ряде случаев вплоть до  $10^{-9}$ - $10^{-10}$  моль/л в различных субстанциях, например, в воде, почве, фармацевтических препаратах, биоматериалах, продуктах питания, продовольственном сырье и т.д. [14–16; 23–24].

ИВА-определение содержания кадмия и свинца в пробах бутилированной питьевой воды проводили методом добавок градуировочных растворов определяемых элементов. Для этого в химический стаканчик вместимостью 50 мл наливали 40 мл концентрированного фонового электролита, помещали электроды и проводили измерение зависимости изменения силы тока электрохимической реакции ячейки от приложенного напряжения сначала для фонового раствора. В этот же стаканчик добавляли к фоновому раствору 1 мл стандартного раствора и снимали вольтамперограмму для системы с точно известной концентрацией кадмия и свинца. Далее в анализируемую пробу воды добавляли стандартный градуировочный раствор металла объемом 0.1 мл и проводили регистрацию вольтамперограммы. По значению тока пика рассчитывали концентрации определяемых элементов [23].

Контроль соответствия качества исследуемых проб воды по содержанию тяжелых металлов второго класса опасности (высокоопасные вещества) для расфасованной воды проводили по СанПин 2.1.4.1116-02 [25], согласно которому, ПДК кадмия не должно превышать 0.001 мг/л, а свинца – 0.01 (для питьевой воды первой категории) и 0.005 мг/л (для питьевой воды высшей категории).

Предварительно нами было установлено, что для ИВА-определения тяжелых металлов в анализируемых пробах питьевой воды не требуется пробоподготовка, и изменение скорости развертки потенциала от 50 до 100 мВ/с с шагом 5 мВ/с практически не влияет на определение концентрации ионов металлов, поэтому для получения быстрого и точного результаты мы применяли во всех измерениях скорость развертки 100 мВ/с.

На рис. представлены вольтамперные кривые, полученные при определении содержания Cd и Pb по методу ИВА на примере питьевой бутилированной воды «Водофф.ру». Как видно по рис., на кривой 1 нет пиков тока окисления потенциалов при –600 и –400 мВ, что свидетельствует об отсутствии ионов анализируемых тяжелых металлов в фоновом растворе. Пики на кривых 2 и 3 обуславливают наличие тяжелых металлов, причем пики на кривой 3 более интенсивные из-за повышенного содержания кадмия и свинца в результате добавления к пробе исследуемой питьевой воды стандартного раствора. Аналогичный ход кривых наблюдался и для образцов питьевой воды других производителей.

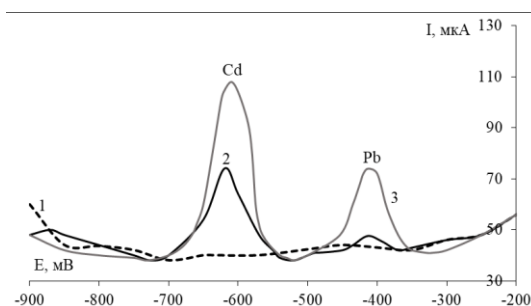


Рис. Вольтамперограммы: 1 – фононовый электролит, 2 – проба образца бутилированной питьевой воды «Водофф.ру» (образец №1), 3 – проба образца №1 с добавкой градуировочного раствора.

Интервальные значения содержания металлов-токсикантов кадмия и свинца в образцах в мг/л, а также значения относительных стандартных отклонений (s) представлены в табл.

Статистическую обработку результатов определения содержания тяжелых металлов в бутилированной питьевой воде проводили для четырех измерений при доверительной вероятности 0.95. Результаты представляли в виде  $X \pm \Delta X$ , где X – среднее значение содержания металла в пробе,  $\Delta X$  – доверительный интервал.

Таблица

Результаты определения содержания кадмия и свинца  
в образцах бутилированной питьевой воды

№ образца	Питьевая вода	Содержание тяжелого металла, мг/л	
		Pb	Cd
1	Водофф.ру	0.0089±0.00054 (0.05)*	0.0007±0.00004 (0.05)
2	Бейби-черноголовка	0.0093±0.00037 (0.03)	0.0009±0.00005 (0.04)
3	RUSOXY	0.0061±0.00427 (0.06)	0.0008±0.00007 (0.08)
4	Архыз	0.0048±0.00086 (0.10)	0.0006±0.00008 (0.11)
5	Жемчужная	0.0049±0.00080 (0.13)	0.0008±0.00010 (0.11)
6	Пилигрим	0.0044±0.00064 (0.12)	0.0009±0.00008 (0.07)
7	Эльбрусинка	0.0056±0.00030 (0.04)	0.0007±0.00010 (0.12)
8	Славница	0.0039±0.00053 (0.12)	0.0007±0.00007 (0.08)
9	Черноголовская	0.0039±0.00071 (0.15)	0.0009±0.00006 (0.06)
10	Демидовская LUXE	0.0062±0.00030 (0.04)	0.0008±0.00006 (0.06)
11	Тбау	0.0089±0.00047 (0.04)	0.0006±0.00007 (0.10)
12	AQUA LUXE	0.0065±0.00035 (0.04)	0.0005±0.00006 (0.10)
13	Букет Чувашии	0.0084±0.00052 (0.05)	0.0007±0.00005 (0.06)
14	Сестрица	0.0066±0.00028 (0.04)	0.0009±0.00005 (0.05)
15	Эталон	0.0051±0.00043 (0.07)	0.0006±0.00010 (0.13)

\* – в скобках приведены значения относительного стандартного отклонения (s).

По данным *табл.* видно, что содержание свинца в исследуемых образцах бутилированной питьевой воды находится в пределах от 0.0039±0.00053 до 0.0093±0.00037 мг/л, что соответствует нормам ПДК для питьевой воды высшей категории. Минимальное количество свинца обнаружено в пробах воды «Славница» (*образец 8*) и «Черноголовская» (*образец 9*), а максимальное – «Бейби-черноголовка» (*образец 2*). Содержание кадмия также соответствует нормам ПДК и находится в пределах от 0.0005±0.00006 до 0.0009±0.00008 мг/л. Минимальное количество кадмия содержится в пробах бутилированной питьевой воды «AQUA LUXE», а максимальное – в образцах «Сестрица» (*образец 14*), «Бейби-черноголовка» (*образец 2*), «Черноголовская» (*образец 9*) и «Пилигрим» (*образец 6*). Выявлено, что в пробах питьевой воды «Бейби-черноголовка» по сравнению с остальными образцами содержится максимальное количество свинца и кадмия и составляет 0.0093±0.00037 и 0.0009±0.00005 мг/л соответственно. Количество свинца во всех пробах в среднем от 4.3 до 14.8 раза превышает количество кадмия. Несмотря на то, что вода «Водофф.ру» относится к первой категории, по содержанию кадмия и свинца она соответствует нормам питьевой воды высшей категории. В целом все исследуемые образцы бутилированной питьевой воды по содержанию ксенобиотиков кадмия и свинца соответствуют нормам ПДК по СанПин 2.1.4.1116-02.

### Выводы

Метод инверсионной вольтамперометрии позволяет определить точное содержание незначительных количеств таких тяжелых металлов, как свинец и кадмий, при их совместном присутствии в питьевой воде и может быть успешно применен для экспресс-анализа без предварительной пробоподго-

товки. По результатам проведенных исследований бутилированная питьевая вода, реализуемая на территории Чувашской Республики, соответствует нормам для питьевой воды высшей категории. Качество питьевой воды подлежит постоянному контролю, и поэтому проведение мониторинга на содержание тяжелых металлов является обязательным для обеспечения здоровья и жизнеобеспечения населения.

### ЛИТЕРАТУРА

- Куляс В. М. Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в питьевой воде // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2021. С. 230–235.
- Сулейманов Р. А., Бакиров А. Б., Валеев Т. К., Рахматуллин Н. Р., Бактыбаева З. Б., Даукаев Р. А., Егорова Н. Н. Оценка риска здоровью населения горнорудных территорий Башкортостана, связанного с качеством питьевого водоснабжения // Анализ риска здоровью. 2016. №4. С. 64–71. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.08.
- Коньшина Л. Г., Лежнин В. Л. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. 2014. №3. С. 5–10.
- Русакова М. А., Колесников Р. А., Шинкарук Е. В. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения арктических городов // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). №4. С. 37–53. DOI: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.003.
- Мешков Н. А., Вальцева Е. А., Баева Ю. И., Крылицына Е. А. Оценка обусловленности заболеваемости населения города Самары воздействием факторов среды обитания // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 19. №2(2). С. 300–306.
- Соромотин А. В., Кудрявцев А. А., Ефимова А. А., Гертер О. В., Фефилов Н. Н. Фоновое содержание тяжелых металлов в воде малых рек Надым-Пуровского междуречья // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. №2. С. 48–55.
- Канатникова Н. В., Кочкарев В. Р. Тяжелые металлы в питьевой воде и их характеристика // Ученые записки. 2008. С. 10–14.
- Рамазанов А. Ш., Есмаил Г. К. Определение меди, цинка, кадмия и свинца в воде методом спектроскопии диффуз-

- ного отражения // Аналитика и контроль. 2015. Т. 19. №3. С. 259–267. DOI: 10.15826/analitika.2015.19.3.002.
9. Лужецкий К. П., Устинова О. Ю., Вандышева А. Ю., Веквшинина С. А. Нарушения физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами на примере Пермского края // Гигиена и санитария. 2017. №96(1). С. 70–75. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-70-75>.
  10. Каримов М. А., Сейтказина Г. Д., Доскеева Р. А., Имангалиева Н. Т., Койшекенова Г. А. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в Акмолинской области и загрязнение объектов окружающей среды в ряде ее регионов // Онкология и радиология Казахстана. 2011. №2. С. 8–11.
  11. Лужецкий К. П., Устинова О. Ю., Голева О. И., Штина И. Е. Анализ эффективности технологий коррекции нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий) // Гигиена и санитария. 2017. №97(1). С. 75–81. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-75-81>.
  12. Ефимова Н. В., Ханхареев С. С., Моторов В. Р., Мадеева Е. В. Оценка канцерогенного риска для населения города Улан-Удэ // Гигиена и санитария. 2019. №98(1). С. 90–93.
  13. Газетдинов Р. Р., Исламова Д. Г. Анализ физико-химических показателей воды родников Дюртюлинского района Республики Башкортостан // Доклады Башкирского университета. 2022. Т. 7. №1. С. 1–6. DOI: 10.33184/dokbsu-2022.1.1.
  14. Житарь С. В., Яценко Н. Н., Лыщиков А. Н., Зиновьева Е. Г. Определение содержания кадмия и свинца в молоке // Бутлеровские сообщения. 2020. Т. 62. №4. С. 140–143.
  15. Ильяева З. С., Хасаева А. И., Асхабова Х. Н., Оздыханов М. С. Исследование качества питьевой воды Чеченской Республики // Вестник КрасГАУ. 2017. №10. С. 95–99.
  16. Харина Г. В., Алешина Л. В. Оценка загрязнения питьевой воды Свердловской области тяжелыми металлами // Водное хозяйство России. 2020. №1. С. 124–134.
  17. Чашин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территории активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. №1. С. 3–12.
  18. Валеев Т. К., Сулейманов Р. А., Орлов А. А., Бактыбаева З. Б., Рахматуллин Н. Р. Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. 2016. №9(282). С. 17–19.
  19. Бакиров А. Б., Сулейманов Р. А., Валеев Т. К., Бактыбаева З. Б., Рахматуллин Н. Р., Степанов Е. Г., Давлетнуров Н. Х. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения техногенных территорий Республики Башкортостан // Медицина труда и экология человека. 2018. №3(15). С. 5–12.
  20. Газетдинов Р. Р., Иксанова К. Г. Оценка отдельных показателей воды родников Бирского района РБ // Безопасность жизнедеятельности. 2019. №11(227). С. 53–55.
  21. Нурисламова И. Ф., Онина С. А., Козлова Г. Г., Минина Н. Н. Исследование аналитических показателей проб воды природных источников села Шулганово Татышлинского района РБ // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №1. С. 119–124.
  22. Галимова А. Р., Тунакова Ю. А. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм // Вестник Казанского технол. ун-та. 2013. №2. С. 165–169.
  23. ГОСТ 33824-2016 Межгосударственный стандарт. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка).
  24. МУК 4.1.1501-03. Инверсионно-вольтамперометрическое измерение концентрации цинка, кадмия, свинца и меди в пищевых продуктах и продовольственном сырье.
  25. СанПиН 2.1.4.1116-02. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости.

*Поступила в редакцию 27.05.2022 г.*

DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2023.1.10

## DETERMINATION OF CADMIUM AND LEAD CONTENT IN BOTTLED DRINKING WATER

© S. V. Zhitar\*, N. N. Yaschenko, E. G. Zinovjeva

*Chuvash State University named after I. N. Ulyanov  
15 Moskovsky Avenue, 428015 Cheboksary, Chuvash Republic, Russia.*

*Phone: +7 (8352) 45 24 68.*

*\*Email: svezhi@yandex.ru*

The authors of the paper present the results of the quantitative determination of cadmium and lead in bottled drinking water. Water quality must comply with sanitary and epidemiological standards. Such extremely toxic heavy metals as lead and cadmium, entering the human body with drinking water, can significantly impair human health and even lead to fatal outcome. In this regard, it is relevant to conduct periodic testing of drinking water for the presence of toxic heavy metals. Fifteen samples of drinking bottled water from various suppliers, sold in the Chuvash Republic, were selected as objects of study: “Vodoff.ru”, “Baby Chernogolovka”, “RUSOXY”, “Arkhyz”, “Zhemchuzhnaya”, “Pilgrim”, “El-brusinka”, “Slavnitsa”, “Chernogolovskaya”, “Demidovskaya LUXE”, “Tbau”, “AQUA LUXE”, “Bouquet of Chuvashia”, “Sister” and “Etalon”. The analysis of drinking water for the content of lead and cadmium in their joint presence was carried out by stripping voltammetry according to GOST 33824-2016. It was revealed that the samples of drinking water “Baby Chernogolovka” contain the maximum amount of lead and cadmium and is  $0.0093 \pm 0.00037$  and  $0.0009 \pm 0.00005$  mg/l, respectively. At the same time, the minimum content of lead was found in samples of drinking water “Slavnitsa” ( $0.0039 \pm 0.00053$  mg/l) and “Chernogolovskaya” ( $0.0039 \pm 0.00071$  mg/l), and cadmium – in the water “AQUA LUXE” ( $0.0005 \pm 0.00006$  mg/l). It has been established that all studied samples of water contain a small amount of such toxic metals as cadmium and lead, which does not exceed the maximum allowable concentration. According to the obtained results, the quality of bottled drinking water sold in the Chuvash Republic is high.

**Keywords:** heavy metals, cadmium, lead, bottled drinking water, stripping voltammetry.

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at [bulletin\\_bsu@mail.ru](mailto:bulletin_bsu@mail.ru) if you need translation of the article.

## REFERENCES

1. Kulyas V. M. Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny. 2021. Pp. 230–235.
2. Suleimanov R. A., Bakirov A. B., Valeev T. K., Rakhmatullin N. R., Baktybaeva Z. B., Daukaev R. A., Egorova N. N. Analiz riska zdorov'yu. 2016. No. 4. Pp. 64–71. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.08.
3. Kon'shina L. G., Lezhnin V. L. Gigiena i sanitariya. 2014. No. 3. Pp. 5–10.
4. Rusakova M. A., Kolesnikov R. A., Shinkaruk E. V. Nauchnyi vestnik Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga. 2021. (113). No. 4. Pp. 37–53. DOI: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.003.
5. Meshkov N. A., Val'tseva E. A., Baeva Yu. I., Krylitsyna E. A. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2017. Vol. 19. No. 2(2). Pp. 300–306.
6. Soromotin A. V., Kudryavtsev A. A., Efimova A. A., Gerter O. V., Fefilov N. N. Geoekologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2019. No. 2. Pp. 48–55.
7. Kanatnikova N. V., Kochkarev V. R. Uchenye zapiski. 2008. Pp. 10–14.
8. Ramazanov A. Sh., Esmail G. K. Analitika i kontrol'. 2015. Vol. 19. No. 3. Pp. 259–267. DOI: 10.15826/analitika.2015.19.3.002.
9. Luzhetskii K. P., Ustinova O. Yu., Vandyshva A. Yu., Vekovshina S. A. Gigiena i sanitariya. 2017. No. 96(1). Pp. 70–75. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-70-75>.
10. Karimov M. A., Seitkazina G. D., Doskeeva R. A., Imangalieva N. T., Koishekenova G. A. Onkologiya i radiologiya Kazakhstana. 2011. No. 2. Pp. 8–11.
11. Luzhetskii K. P., Ustinova O. Yu., Goleva O. I., Shtina I. E. Gigiena i sanitariya. 2017. No. 97(1). Pp. 75–81. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-75-81>.
12. Efimova N. V., Khankhareev S. S., Motorov V. R., Madeeva E. V. Gigiena i sanitariya. 2019. No. 98(1). Pp. 90–93.
13. Gazetdinov R. R., Islamova D. G. Doklady Bashkirskogo universiteta. 2022. Vol. 7. No. 1. Pp. 1–6. DOI: 10.33184/dokbsu-2022.1.1.
14. Zhitar' S. V., Yaschenko N. N., Lyshchikov A. N., Zinov'eva E. G. Butlerovskie soobshcheniya. 2020. Vol. 62. No. 4. Pp. 140–143.
15. Il'khaeva Z. S., Khasaeva A. I., Askhabova Kh. N., Ozdykhanov M. S. Vestnik KrasGAU. 2017. No. 10. Pp. 95–99.
16. Kharina G. V., Aleshina L. V. Vodnoe khozyaistvo Rossii. 2020. No. 1. Pp. 124–134.
17. Chashchin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland Yu. O., Kovshov A. A. Ekologiya cheloveka. 2014. No. 1. Pp. 3–12.

18. Valeev T. K., Suleimanov R. A., Orlov A. A., Baktybaeva Z. B., Rakhmatullin N. R. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2016. No. 9(282). Pp. 17–19.
19. Bakirov A. B., Suleimanov R. A., Valeev T. K., Baktybaeva Z. B., Rakhmatullin N. R., Stepanov E. G., Davletnurov N. Kh. Meditsina truda i ekologiya cheloveka. 2018. No. 3(15). Pp. 5–12.
20. Gazetdinov R. R., Iksanova K. G. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2019. No. 11(227). Pp. 53–55.
21. Nurislamova I. F., Onina S. A., Kozlova G. G., Minina N. N. Byulleten' nauki i praktiki. 2018. Vol. 4. No. 1. Pp. 119–124.
22. Galimova A. R., Tunakova Yu. A. Vestnik Kazanskogo tekhnol. un-ta. 2013. No. 2. Pp. 165–169.
23. GOST 33824-2016 Mezhhgosudarstvennyi standart. Produkty pishchevye i prodovol'stvennoe syr'e. Inversionno-vol'tamperometricheskii metod opredeleniya sodержaniya toksichnykh elementov (kadmiya, svintsa, medi i tsinka).
24. МУК 4.1.1501-03. Inversionno-vol'tamperometricheskoe izmerenie kontsentratsii tsinka, kadmiya, svintsa i medi v pishchevykh produktakh i prodovol'stvennom syr'e.
25. SanPiN 2.1.4.1116-02. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy. Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody, rasfasovannoi v emkosti.

*Received 27.05.2022.*