


Результаты исследований качества родниковых вод Республики Татарстан

Л.И. Альмитова  , В.И. Макаева , А.Р. Макаева 

 voda@vnivi.ru

ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Изучение родников представляет большой научный и практический интерес, поскольку население все больше предпочитает употреблять в качестве альтернативного источника питьевой воды родниковую воду. **Методы.** Проведены исследования по определению качества воды в 14 родниках, расположенных на территории Республики Татарстан, по физико-химическим показателям в летний период органолептическими, потенциометрическими, титриметрическими, фотометрическими и гравиметрическими методами. **Результаты.** Установлено, что только в восьми родниках (57,1 %) вода полностью удовлетворяет гигиеническим требованиям. Выявлено, что несоответствие родниковых вод санитарным нормам по физико-химическим показателям связано с превышением ПДК по нитратам и жесткости. Определено превышение ПДК по общей щелочности. Основными причинами неудовлетворительного качества питьевой воды является загрязнение источников водоснабжения. Полученные данные подтвердили необходимость постоянного мониторинга качества воды во всех родниках и разработки мероприятий по ее улучшению.


КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: родник, качество воды, подземные воды, ПДК, питьевая вода, здоровье населения, загрязнение, общая жесткость, нитраты, фториды, гидрокарбонаты.

Для цитирования: Альмитова Л.И., Макаева В.И., Макаева А.Р. Результаты исследований качества родниковых вод Республики Татарстан // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 5. С. 75–83. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-5-5.

Дата поступления 11.02.2021.

RESULTS OF QUALITY STUDIES OF SPRING WATERS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Lilia I. Almitova , Venera I. Makaeva , Alsu R. Makaeva 

 voda@vnivi.ru

Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russia

ABSTRACT

Significance. The study of springs is of great scientific and practical interest, because the population increasingly prefers to use spring water as an alternative source of drinking water. **Methods.** Studies were conducted to determine the water quality in 14 springs located on the territory of the Republic of Tatarstan, according to physical and chemical indicators in the summer period by organoleptic, potentiometric, titrimetric, photometric and gravimetric methods. **Results.** It was found that the water fully meets the hygienic requirements in only 8 springs (57.1 %). It was revealed that the non-compliance of spring waters with sanitary standards for physical and chemical parameters is associated with the excess of the MAC for nitrates and hardness. Also the excess of the MAC for total alkalinity was determined. The main reasons for the poor quality of drinking water are the pollution of water sources. The data obtained confirmed the need for constant monitoring of the water quality in all springs and development of measures to improve them.

Key words: springs, water quality, subterranean water, MAC, drinking water, population health, pollution, total hardness, nitrates, fluorides, hydrocarbonate.

For citation: Almitova L.I. Makaeva V.I., Makaeva A.R. Results of quality studies of spring waters of the Republic of Tatarstan. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2021. No. 5. C. 75–83. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-5-5.

Received February 11, 2021.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения, сегодня на планете больше 80 % заболеваний связано с употреблением некачественной питьевой воды: значительный уровень загрязнения ежегодно приводит к смерти 25 млн человек, т. к. с водой в организм человека поступает до 40 % токсичных веществ [1].

Жители Республики Татарстан, особенно в малых городах и сельских поселениях, для питьевых целей используют как централизованное водоснабжение, так и воду из природных источников, в т. ч. и родников [2]. Родники имеют большое значение для водоснабжения населения и Татарстан богат ими. В настоящее время функционирует 1181 источник нецентрализованного питьевого водоснабжения (колодцы, каптажи родников), в основном на территориях сельских поселений (1055)¹.

¹ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республике Татарстан в 2019 г». Казань, 2020. 356 с.

Качество воды в родниках зависит от наличия на территории промышленных предприятий, количества дождей и паводков, воздействия сельскохозяйственных и коммунальных объектов [3]. Изучение химического состава питьевых вод актуально при мониторинге и прогнозе качества источников питьевого водоснабжения. Периодическое несоответствие воды санитарно-гигиеническим нормативам свидетельствует о необходимости проведения регулярных лабораторных исследований, а также информирования населения об актуальных результатах анализов.

Целью данной работы является изучение качества воды из родников Республики Татарстан и определение их соответствия по органолептическим и химическим показателям требованиям санитарных норм, предъявляемым к питьевой воде.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе исследованы пробы воды из 14 родников Республики Татарстан по 21 показателю. Точки отбора проб представлены на рисунке.

Пробы воды отобраны в летний период 2020 г., их анализ выполнен в Испытательном центре ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности». Во всех пробах определены органолептические (вкус, запах, цветность, мутность) и физико-химические показатели:

– обобщенные показатели: водородный показатель, общая минерализация (сухой остаток), жесткость общая, перманганатная окисляемость, поверхностно-активные вещества (АПАВ);

– неорганические вещества: железо, нитраты, нитриты, ионы аммония, сульфаты, фториды, хлориды, фосфаты.

Для определения вышеперечисленных показателей использовались органолептические, потенциометрические, титриметрические, фотометрические и гравиметрические методы анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований по оценке качества проб воды из родников установлено, что большинство исследуемых образцов по физико-химическим показателям соответствуют требованиям^{2,3}. По органолептическим показателям – вода из всех родников соответствует нормам ПДК.

² СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» утверждены Постановлением Главного Государственного санитарного врача РФ №40 от 25.11.2002 г.

³ ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» утверждены Постановлением Главного Государственного санитарного врача РФ №78 от 30.04.2003 г.

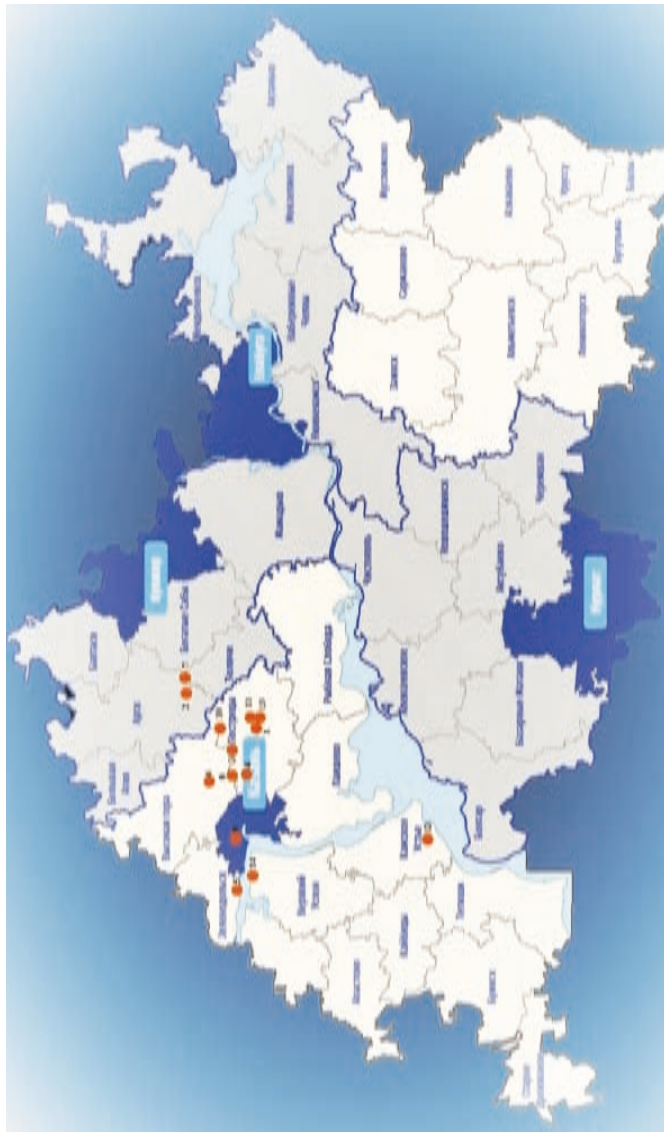


Рисунок. Точки отбора проб воды из родников Республики Татарстан: 1 – с. Ленино-Кокушкино, Пестречинский район; 2 – с. Малый Шинар, Сабинский район; 3 – пос. Инеш, Высокогорский район; 4 – пос. Аки, г. Казань; 5 – А. Сафоново, Зеленодольский район; 6 – А. Ташсу, Высокогорский район; 7 – с. Тимершик Сабинский район, 8 – Научный городок, г. Казань; 9 – пос. Раифа, Зеленодольский район; 10 – с. Ямашурма, Высокогорский район; 11 – с. Кобяково Пестречинский район; 12 – с. Малые Атрыси, Тетюшский район;

13 – с. Арктово, Пестречинский район; 14 – с. Набережные Мокваши, Верхнеуслонский район.
 Figure. Sampling points at springs of the Republic of Tatarstan: 1 – Lenino-Kokushkino, Pestrechinsk Rayon; 2 – Maly Shinar, Sabinsk Rayon; 3 – Inesh, Vysockogorsky Rayon; 4 – Aki, Kazan; 5 – Safonovo, Zelenodolsk Rayon; 6 – Tashsu, Vysockogorsky Rayon; 7 – Timershek, Sabinsk Rayon; 8 – Nauchny Gorodok, Kazan; 9 – Raifa, Zelenodolsk Rayon; 10 – Yamashurma, Vysockogorsky Rayon; 11 – Kobyakovo, Pestrechinsk Rayon; 12 – Maly Atryasi, Tetyushk Rayon; 13 – Arktovo, Pestrechinsk Rayon; 14 – Naberezhnye Morkvashi, Verkhneuslonskiy Rayon.

Величина рН родниковых вод колеблется в пределах от 7,04 до 8,29, при среднем значении 7,67, т. е. находится в пределах нормы. При этом по значению рН 28,57 % проб имеют нейтральную и 71,43 % – слабощелочную реакцию. В исследуемых пробах значения рН были установлены не менее 7 единиц, следовательно, родники защищены от проникновения поверхностного стока (дождевых и талых вод).

Концентрация гидрокарбонатов и карбонатов является важнейшим показателем качества природных вод. Известно, что в слабощелочных водах преобладают гидрокарбонат-ионы. Содержание гидрокарбонатов в пробах воды варьировало от 108,6 до 456,3 мг/дм³: в четырех родниках (Пестричинский, Верхнеуслонский районы, пос. Аки г. Казани) обнаружено их незначительное превышение в 1,02–1,11 раза. Регулярное употребление такой питьевой воды может привести к нарушениям деятельности желудочно-кишечного тракта (снижение кислотности желудочного сока, развитие гипацидного гастрита), снижению щелочного резерва крови [4].

Оптимальной концентрацией фтора в питьевой воде является 0,7–1,2 мг/дм³. Низкие концентрации фторид-ионов встречаются в большинстве поверхностных водных объектов на территории Республики Татарстан [5], которая относится к территориям с низким содержанием природного фтора в воде и почве [6]. В процессе данного исследования получены следующие результаты содержания фторидов в воде: минимальное – 0,12 мг/дм³ (пос. Раифа, Зеленодольский район), максимальное – 0,56 мг/дм³ (с. М. Шинар, Сабинский район). Во многих родниках (64 %) содержание фторидов составляет 0,2–0,3 мг/дм³.

По уровню общей жесткости, обусловленной присутствием растворимых и малорастворимых минеральных солей, главным образом кальция и магния, одна проба воды (пос. Раифа, Зеленодольский район) относится к мягким водам (1,5–3,0), две (д. Ташсу, Высокогорский район и с. Тимершик, Сабинский район) – к умеренно жестким (3–6), 10 – к жестким (6,0–9,0) и одна (с. Ленино-Кокушкино, Пестричинский район) – к очень жестким (более 9). Жесткость в этой пробе составляет 12,88 °Ж, что превышает нормативное содержание в 1,84 раза.

Нитраты – один из токсичных показателей в воде, их присутствие свойственно верхним водоносным горизонтам и связано с интенсивным техногенным воздействием, химизацией сельского хозяйства, в частности широким использованием минеральных удобрений. В результате происходит насыщение почвы азотистыми соединениями, которые проникают в грунтовые воды. При потреблении питьевой воды с их повышенным содержанием нитраты всасываются в кровь и накапливаются в организме [7, 8]. По санитарным нормативам содержание нитратов в питьевой воде

Таблица. Результаты исследований проб воды из родников Татарстана, не соответствующие ПДК
 Table. Results of the studies of samples from the Tatarstan springs that do not correspond to MPC norms

Показатели, единица измерения	Нормы ПДК, не более	с. Ленино- Кокушкино, Пестречинский район	пос. Аки, г. Казань	А. Сафоново, Зеленодоль- ский район	с. Тимершик, Сабинский район	с. Кобяково, Пестречин- ский район	с. Набережные Моркваши, Верхнеуслон- ский район
Запах, при 20 °С, баллы при 60 °С, баллы	2–3	0 1	1 0	0 0	1 1	0 0	0 1
Привкус, баллы	2–3	1	1	0	0	1	1
Цветность, град	30	4 ± 1	6 ± 2	2 ± 1	3 ± 1	менее 1	менее 1
Мутность, ЕМФ	2,6	менее 1,0	2,48 ± 0,50	менее 1,0	менее 1,0	менее 1,0	менее 1,0
рН, ед, в пределах	6–9	7,04 ± 0,2	8,11 ± 0,2	7,59 ± 0,2	7,96 ± 0,2	7,39 ± 0,2	7,57 ± 0,2
Общая щелочность, ммоль/дм ³	0,5–6,5	7,5 ± 0,9	7,2 ± 0,9	4,9 ± 0,6	5,2 ± 0,6	6,7 ± 0,8	6,7 ± 0,8
Бикарбонаты, мг/дм ³	30–400	456,3 ± 54,8	441,3 ± 53,0	299,2 ± 35,9	319,5 ± 38,3	407,6 ± 48,9	410,8 ± 49,2
Жесткость, °Ж	7–10	12,88 ± 1,93	8,14 ± 1,22	6,66 ± 1,0	5,78 ± 0,87	8,90 ± 1,34	7,03 ± 1,06
Кальций, мг/дм ³	180	165,0 ± 18,2	89,2 ± 9,8	70,3 ± 7,7	64,5 ± 16,1	107,9 ± 11,9	73,8 ± 8,1
Магний, мг/дм ³	50	56,5 ± 10,5	44,9 ± 8,3	38,3 ± 7,1	30,3 ± 8,9	42,7 ± 8,0	40,7 ± 7,6
Нитраты, мг/дм ³	45	84,9 ± 12,7	12,3 ± 1,9	47,3 ± 7,1	54,1 ± 8,1	7,6 ± 1,2	3,6 ± 0,5
Нитриты, мг/дм ³	3,3	0,008 ± 0,004	0,008 ± 0,004	менее 0,03	менее 0,003	0,037 ± 0,018	менее 0,003
Ионы аммония, мг/дм ³	1,5	0,23 ± 0,03	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	0,09 ± 0,03	менее 0,1
Фториды, мг/дм ³	1,2–1,5	0,24 ± 0,04	0,19 ± 0,05	0,20 ± 0,01	0,21 ± 0,02	0,37 ± 0,03	0,34 ± 0,02
Фосфаты, мг/дм ³	3,5	0,27 ± 0,11	менее 0,01	0,30 ± 0,09	0,06 ± 0,03	0,07 ± 0,03	0,03 ± 0,01
Сульфаты, мг/дм ³	500	175 ± 18	51 ± 6	20 ± 4	3 ± 1	102 ± 10	3 ± 1
Железо, мг/дм ³	0,3	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
Хлориды, мг/дм ³	350	111,4 ± 2,0	27,3 ± 2,0	22,4 ± 2,0	3,4 ± 0,5	7,1 ± 0,5	9,1 ± 0,5
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	5,0–7,0	3,11 ± 0,31	2,74 ± 0,27	0,67 ± 0,13	0,74 ± 0,15	0,72 ± 0,14	0,62 ± 0,12
Сухой остаток, мг/дм ³	1000–1500	1012 ± 20	501 ± 10	453 ± 10	246 ± 10	566 ± 11	347 ± 10
АПВ, мг/дм ³	0,5	менее 0,015	менее 0,015	менее 0,015	менее 0,015	менее 0,015	менее 0,015

должно быть не более 45 мг/дм³. Хроническое отравление нитратами значительно нарушает обменные процессы и повышает риск онкологических заболеваний [9].

При определении нитратов в водных пробах из родников Республики Татарстан выявлено, что в пробе воды из с. Ленино-Кокушкино их содержание превышает нормы ПДК в 1,9 раз (84,9 мг/дм³), что делает ее непригодной для питья. В двух пробах воды (д. Сафоново и с. Тимершик) содержание нитратов составляет 47,3 и 54, 1 мг/дм³ соответственно. В пробах родниковой воды из с. Ямашурма Высокогорского района и с. Малые Атряси Тетюшского района значения нитратов близки к ПДК – 38,9 и 36,2 мг/дм³. Это можно объяснить тем, что одним из источников поступления солей азотной кислоты в родники является применение азотных удобрений на сельскохозяйственных предприятиях. Поэтому одной из проблем сельскохозяйственных регионов, в т. ч. Республики Татарстан, является повышенное содержание нитратов в воде, что обуславливает необходимость постоянного мониторинга качества воды.

Результаты исследований проб воды с превышениями норм ПДК представлены в таблице.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данного исследования проведен анализ качества воды 14 родников Республики Татарстан. Установлено, что только в восьми родниках вода полностью соответствует требованиям санитарных норм, предъявляемых к питьевой воде. Вода из шести родников непригодна для употребления из-за превышения ПДК по нитрат-ионам, жесткости, содержанию гидрокарбонатов.

Проведенные исследования подтвердили необходимость постоянного мониторинга качества питьевых вод во всех нецентрализованных источниках водоснабжения и при необходимости принятия мер по их улучшению. С целью обеспечения санитарно-гигиенического благополучия населения следует также усилить работу по благоустройству и содержанию родников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримова А.В. Содержание нитрат-ионов в питьевых водах Восточноказахстанской области // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 4(11). С. 402–405.
2. Семенищев В.С., Титова С.М., Воронина А.В. Определение качества воды в родниках Екатеринбурга и Свердловской области // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2020. № 5. С. 126–138. DOI: 10.35567/1999-4508-2020-5-8.

3. Bratovcic A., Petrinic I. Quality assessment and health safety of natural spring water. *Technologica Acta*, 2020. Vol. 13. No. 1. P. 33–40. DOI: 10.5281/zenodo.4059967.
4. Мазаев В.Т., Королев А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена. М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2005. 304 с.
5. Тремасов М.Я., Асланов Р.М., Папуниди Э.К., Макаева А.Р., Конюхова В.А., Макаева В.И. Сезонный мониторинг водных объектов Республики Татарстан // Ветеринарный врач. 2014. № 3. С. 3–8.
6. Альмитова Л.И., Макаева В.И., Макаева А.Р., Шлямина О.В. Гигиеническая оценка питьевой воды Республики Татарстан по содержанию фторид-ионов // Мат-лы V Всеросс. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы экологии и природопользования». Курган, 2021. С. 12–15.
7. Ибрагимов Р.А., Покровский В.А., Прогнозная оценка распространения пресных подземных вод в Восточной части Татарстана // Георесурсы. 2013. № 1(51). С. 33–35.
8. Макаева В.И., Альмитова Л.И., Саматова А.А., Макаева А.Р. Результаты исследования качества бутилированной воды, производимой в Республике Татарстан // Мат-лы междунауч. конф. «Современные проблемы пищевой безопасности», Санкт-Петербург, 2020. С. 292–295.
9. Стожаров А. Н. Медицинская экология. Минск: Высшая школа, 2007. 368 с.

Сведения об авторах:

Альмитова Лилия Ильгизовна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», Россия, 420075, г. Казань, ул. Научный городок-2; ORCID: 0000-0002-9457-1095; e-mail: voda@vnivi.ru

Макаева Венера Ильгизовна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», Россия, 420075, г. Казань, ул. Научный городок-2; ORCID: 0000-0003-1355-9164; e-mail: voda@vnivi.ru

Макаева Алсу Ринатовна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», Россия, 420075, г. Казань, ул. Научный городок-2; ORCID: 0000-0002-0891-9826; e-mail: msusik@yandex.ru

About the authors:

Lilia I. Almitova, Junior Researcher, Federal Center of Toxicological, Radiation, and Biological Safety, ul. Nauchniy Gorodok-2, Kazan, 420075, Russia; ORCID: 0000-0002-9457-1095; e-mail: voda@vnivi.ru

Venera I. Makaeva, Junior Researcher, Federal Center of Toxicological, Radiation, and Biological Safety, ul. Nauchniy Gorodok -2, Kazan, 420075, Russia; ORCID: 0000-0003-1355-9164; e-mail: voda@vnivi.ru

Alsu R. Makaeva, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Federal Center of Toxicological, Radiation, and Biological Safety, ul. Nauchniy Gorodok-2, Kazan, 420075, Russia; ORCID: 0000-0002-0891-9826; e-mail: msusik@yandex.ru

REFERENCES

1. Karimova A.V. Content of nitrate ions in drinking water of East Kazakhstan region. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya* [The world of Science, Culture, and Education] 2013, no 4 (11), pp. 402–405 (in Russ.).
2. Semenishchev V.S., Titova S.M., Voronina A.V. Determination of water quality in springs of Ekaterinburg and Sverdlovsk Oblast. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*, 2020, no 5, pp. 126–138. DOI: 10.35567/1999-4508-2020-5-8 (in Russ.)
3. Bratovcic A., Petrinic I. Quality assessment and health safety of natural spring water. *Technologica Acta*, 2020, vol. 13, no 1, pp. 33–40. DOI: 10.5281/zenodo.4059967.
4. Mazaev V.T., Korolev A.A., Shlepnina T.G. Communal hygiene. M.: Izd-vo «GEOTAR-Media», 2005. 304 p. (in Russ.).
5. Tremasov M.Ia., Aslanov R.M., Papunidi E.K., Makaeva A.R., Koniuhova V.A., Makaeva V.I. Seasonal monitoring of water bodies of the Republic of Tatarstan. *Veterinarnyi vrach* [Veterinay doctor], 2014, no 3, pp. 3–8 (in Russ.).
6. Almitova L.I., Makaeva V.I., Makaeva A.R., Shliamina O.V. Hygienic evaluation of drinking water of the Republic of Tatarstan ion terms of fluoride content]. *Materialy V Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nyie problemy ekologii i prirodopol'zovaniia»* [Proceedings of V All-Russian (National) Scientific/practical Conference “Relevant problems of ecology and nature use”]. Kurgan, 2021, pp. 12–15 (in Russ.).
7. Ibragimov R.L., Pokrovskii V.A. Predictive Assessment of Fresh Groundwater Distribution in the Eastern Part of Tatarstan. *Georesursy*. [Geo/resources], 2013, no. 1 (51), pp. 33–35 (in Russ.)
8. Makaeva V.I., Almitova L.I., Samatova A.A., Makaeva A.R. Results of study of the quality of bottled water produced in the Republic of Tatarstan. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Sovremennyye problemy pishchevoi bezopasnosti»*, [Proceeding of international scientific conference “Contemporary problems of food safety”] Sankt-Peterburg, 2020, p. 292–295 (in Russ.).
9. Stozharov A.N. Medical Ecology. Minsk: Vycshaya shkola, 2007, 368 p. (in Russ.).