

УДК 574:626.812

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА НА ОСНОВЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Г. З. Идрисова¹, И. В. Сергеева²,
А. Л. Пономарева², Е. С. Сергеева³, Е. Н. Шевченко²

¹ *Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана
Казахстан, 090009, Уральск, Жангирхана, 51*

² *Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова
Россия, 410012, Саратов, Театральная пл., 1*

³ *Саратовский государственный медицинский университет
имени В. И. Разумовского*

Россия, 410710, Саратов, Б. Казачья, 112

E-mail: alb67na@mail.ru

Поступила в редакцию 24.12.2018 г., после доработки 20.01.2019 г., принята 28.01.2019 г.

Идрисова Г. З., Сергеева И. В., Пономарева А. Л., Сергеева Е. С., Шевченко Е. Н. Оценка экологического состояния родников Западного Казахстана на основе гидрохимических и микробиологических показателей // Поволжский экологический журнал. 2019. № 2. С. 206 – 221. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-2-206-221>

Представлены результаты экологического мониторинга состояния трех родников Атырауской области и 12 родников Западно-Казахстанской области в границах Западного Казахстана. Даны характеристики температуры, pH, дебита, мутности, общей жесткости, перманганатной окисляемости, сухого остатка, общей минерализации родников, содержания в пробах родниковой воды растворенного кислорода, катионов (аммония, кальция, магния, натрия и калия), анионов (нитритов, нитратов, карбонатов, гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов, полифосфатов), тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия, железа, хрома, марганца, кобальта, никеля), нефтепродуктов и фенолов в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями к качеству воды Республики Казахстан и Российской Федерации. Приведены показатели микробиологического исследования воды (общее микробное число, общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии), факторы бактериальной контаминации родников. Установлено, все родники являлись малodeбитными, кроме родника Тиленбулак Атырауской области, который относился к средне дебитным. Вода практически всех изучаемых родников являлась нейтральной, исключением являлся родник Айнабулак Западно-Казахстанской области, воды которого были слабощелочными и не соответствовали нормативным показателям РФ и РК. Родники отличались по гидрохимическим показателям. Вода большинства родников не соответствовала установленным гигиеническим нормативам РК и РФ. Превышение гигиенических нормативов по железу, хрому, марганцу, никелю, фенолу фиксировалось в воде всех родников Атырауской области. Незначительное превышение установленного норматива по нефтепродуктам наблюдалось в воде одного родника – Ащытузбулак. Высокие концентрации железа отмечались в двух родниках Западно-Казахстанской области (Таскала-5, Серебрякова), хрома в шести (Таскала-5, Красненькое, Цыганово-2 (Егендибулак), Большая Ичка, Айнабулак, Серебрякова), марганца в двух (Таскала-1, Серебрякова), никеля в четырех (Таскала-5, Красненькое, Большая Ичка, Айнабулак), фенола в пяти (Таскала-5, Красненькое, Цыганово-2 (Егендибулак), Большая Ичка, Айнабулак). Отклонения гигиенических нормативов по меди, цинку, свинцу,

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ

кадмию, кобальту в родниках Атырауской и Западно-Казахстанской областей не установлено. Нестабильность микробиологических показателей воды была связана с тем, что наибольшая часть исследованных родников находилась в близости населенных пунктов, а окрестности родниковых урочищ активно использовались для хозяйственно-бытовых нужд и водопоя сельскохозяйственных животных. Разработаны практические рекомендации по рациональному использованию родников в границах Западного Казахстана.

Ключевые слова: родник, гидрохимические показатели, микробиологические показатели, качество воды.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-2-206-221>

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение водой населения в Республике Казахстан представляет собой особую проблему из-за влияния следующих факторов: географического положения, зависимости от трансграничных рек, ухудшения состояния окружающей среды, глобального и регионального изменения климата (Ахмеденов, Кошим, 2014; Ахмеденов, 2015 *а, б*). Использование поверхностных вод населением проблематично из-за нестабильности их качества. В связи с этим особый интерес представляет использование родников. Родники не только традиционно используются в быту в качестве альтернативных источников водопотребления, лечебных, рекреационных целях. Они играют значительную роль в питании других водных объектов и оказывают влияние на формирование флоры территории, примыкающей к ним.

Наибольшая часть областей Западного Казахстана (Западно-Казахстанская, Атырауская и Мангистауская, а также отдельные районы Актыубинской области) засушливы. В Западном Казахстане обнаружено около 200 родников, которые могут быть надежным источником водоснабжения.

Многие из источников подземных вод расположены в непосредственной близости от транспортных путей, жилой и промышленной зон, животноводческих ферм и подвергаются интенсивному загрязнению в результате хозяйственной деятельности человека (Эльпинер, 2015; Lee et al., 2010; Lotter et al., 2014). Загрязненная вода становится малопригодной для питья, поэтому изучение экологического состояния родников актуально и имеет практическую значимость (Ахмеденов, Каиргалиева, 2016; Каиргалиева и др., 2016; Shailaja, Johnson, 2007; Idrissova et al., 2017).

Цель работы – комплексная оценка качества воды родников Атырауской и Западно-Казахстанской областей на основе гидрохимических и микробиологических показателей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в период с 5 июня по 13 октября 2017 г. на территории Атырауской и Западно-Казахстанской областей Республики Казахстан. Атырауская область расположена на Прикаспийской низменности, к северу и востоку от Каспийского моря, между низовьями Волги на северо-западе и плато Устюрт на

юго-востоке. Поверхность равнинная, небольшие Индерские горы на севере. Климат резко континентальный, крайне засушливый, с жарким летом и умеренно холодной зимой. Каспийское море в прилегающей к области части имеет глубины менее 50 м. Береговая линия изрезана мало, встречаются небольшие песчаные косы и прибрежные острова.

Западно-Казахстанская область занимает северо-западную часть Республики Казахстан – зону сухих степей и полупустынь. Территория ее простирается по обе стороны среднего течения р. Урал и располагается на южных отрогах Общего Сырта, Подуральского плато и северной части Прикаспийской низменности. Максимальная протяженность области с севера на юг составляет 350 км, с запада на восток – 555 км. Общая площадь ее превышает 15 млн га.

Объектами исследований являлись 3 родника Атырауской (Тилебулак, Ащытузбулак и Туздыбулак) и 12 родников Западно-Казахстанской области (Таскала-1, Таскала-3, Таскала-5, Айнабулак, Актау, № 1 в п. Крутой, № 2 у п. Крутой, Большая Ичка, Красненькое, Цыганово-2 (Егендибулак), Серебрякова, Январцево) (рисунки). Лабораторные исследования проводили на базе научно-исследовательского



Рис. 1. Карта естественных выходов подземных вод Западного Казахстана: 1 – Туздыбулак, 2 – Ащытузбулак, 3 – Тилебулак, 4 – Таскала-1, 5 – Таскала-3, 6 – Таскала-5, 7 – Красненькое, 8 – Актау, 9 – № 2 у п. Крутой, 10 – № 1 в п. Крутой, 11 – Цыганово-2 (Егендибулак), 12 – Большая Ичка, 13 – Январцево, 14 – Айнабулак, 15 – Серебрякова

института биотехнологии и природопользования Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (Республика Казахстан, Западно-Казахстанская область, г. Уральск) в аккредитованном испытательном центре (аттестат аккредитации № KZ.И.09.0147 от 23.01.2017).

Состав работ по полевому обследованию родников включал: изучение обустройства источников, измерение дебита, pH, температуры, содержания растворенного кислорода, определение координат родника с помощью 12-ти канального GPS-приемника модели Garmin Trex («Garmin», Тайвань), фоторегистрацию объекта.

Отбор проб осуществляли согласно ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Устройство и оборудование водозаборных сооружений нецентрализованного водоснабжения оценива-

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ

лись в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Исследование гидрохимических характеристик проводили согласно следующим нормативным документам: ГОСТ 18164-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка»; ГОСТ 31957-2012 «Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов»; ГОСТ 33045-2014 «Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ»; ГОСТ 4245-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания хлоридов»; ГОСТ 23268.4-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения сульфат-ионов»; ГОСТ 23268.12-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения перманганатной окисляемости».

Определение тяжелых металлов (Fe, Zn, Cr, Cd, Cu, Mg) проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре SPECTR AA 140 («Agilent Technologies», Австралия), согласно нормативным документам ГОСТ 31870-2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии» и Стандарту РК ГОСТ Р 51309-2003 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии».

Активную реакцию воды pH измеряли на приборе pH-метр Seven Easy (Shandong, China) потенциометрическим методом (ПДНФ 14.1:2.3:4.121-97). Мутность, концентрацию азотсодержащих (нитраты, нитриты), бора и полифосфатов определяли спектрофотометром САРУ-50 («Analytik Jena AG», Германия). Определение бора проводили согласно Стандарту РК 1016-2000 «Вода. Метод определения массовой концентрации бора»; полифосфатов – согласно ГОСТ 18309-2014. «Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ». Определение нефтепродуктов и фенолов проводили с помощью прибора «Флюорат 02-3М» («Люмэкс», Россия) согласно методикам: KZ 07.00.01667-2013 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» («Люмэкс», Россия) (М-01-05-2012)»; KZ 07.00.01340-2011 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». (М-01-05-2012).

Результаты гидрохимических показателей сопоставляли с нормативными документами РК и РФ. Это СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников», Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным источникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (Постановление Правительства РК от 18 января 2012 года № 104), СанПиН РК от 16 марта 2015 года № 209 «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным источникам, местам водозабора для хозяйствен-

но-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (2015), а также Гигиенический норматив «ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03» РФ.

Нормативы СанПин РК и РФ по большинству показателей совпадают, за исключением ПДК аммиака и аммоний-иона (по азоту), перманганатной окисляемости, общей минерализации (сухого остатка), магния, цинка, свинца, никеля, нефти и нефтепродуктов (суммарно).

Микробиологические исследования проводили согласно нормативному документу Республики Казахстан: МУК 10.05.045.03 «Методы микробиологического контроля питьевой воды». Оценка родниковых вод проводилась по следующим микробиологическим показателям: общее микробное число (ОМЧ), общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ).

Статистическая обработка данных результатов исследований проводилась по общепринятым методикам (Ашмарин и др., 1975; Доспехов, 1985; Маркина, 2014). Для расчета результатов использовалась прикладная программа MicrosoftExcel 2007 (for Windows XP)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ гидрологического и гидрохимического состояния родников Атырауской и Западно-Казахстанской областей показал, что температура родников Атырауской области варьировала от плюс 11.1 (Туздыбулак) до плюс 12.5 (Тилепбулак), Западно-Казахстанской области - от +6.8 (Актау) до +15.0°C (Таскала-5). Содержание O_2 в воде родников Атырауской области находилось в пределах от 3.2 (Ащытузбулак) до 3.8 (Тилепбулак), Западно-Казахстанской области – от 1.7 (Январцево) до 7.38 мг/л (Серебрякова). Значения pH воды родников Атырауской области изменялись в пределах от 7.03 (Ащытузбулак) до 7.34 (Туздыбулак), родников Западно-Казахстанской области варьировали от 5.79 (Айнабулак) до 7.4 (Серебрякова). Вода практически всех изучаемых родников являлась нейтральной и соответствовала требованиям установленных нормативов качества, исключением являлся родник Айнабулак Западно-Казахстанской области, воды которого были слабокислыми и не соответствовали нормативным показателям РФ и РК.

Все родники являлись малodeбитными, исключение составил родник Тилепбулак (Атырауская область), который относился к среднедебитным (1.0 л/с).

Родниковые воды Туздыбулак и Тилепбулак не содержали аммония, в роднике Ащытузбулак концентрация данного соединения достигала 9.4 мг/л, что не соответствовало установленным гигиеническим нормативам РФ и РК. В Западно-Казахстанской области родники Таскала-1, Таскала-3, Красненькое, Актау, № 1 в п. Крутой, № 2 у п. Крутой, Цыганово-2 (Егендибулак) также данный загрязнитель не содержали, в остальных родниках концентрация варьировала от 0.1 (Айнабулак) до 1.3 мг/л (Серебрякова). Превышения установленных гигиенических нормативов РФ и РК по содержанию аммония в воде всех родников области не выявлено.

Концентрация нитритов в воде родников Атырауской области изменялась от 0.01 (Туздыбулак) до 0.03 мг/л (Ащытузбулак). В Западно-Казахстанской области

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ

нитриты обнаруживались только в одном роднике – Январцево (0.04 мг/л). Превышение установленных гигиенических нормативов РФ и РК по данному показателю не выявлено.

Содержание нитратов в воде родников Атырауской области колебалось от 0.10 ± 0.02 (Туздыбулак) до 0.20 ± 0.003 мг/л (Тилепбулак). В Западно-Казахстанской области нитраты обнаруживались только в роднике Январцево – 0.20 ± 0.03 мг/л. Превышения установленных гигиенических нормативов по содержанию нитратов не фиксировалось.

В родниках Ащытузбулак и Тилепбулак Атырауской области показатель мутности не фиксировался, в роднике Туздыбулак значение мутности составляло 0.12 мг/л. В Западно-Казахстанской области мутность не отмечалась в воде родников Таскала-1, Таскала-3, Актау, № 2 у п. Крутой, № 1 в п. Крутой, в то же время гигиенические нормативы по мутности были превышены в воде Таскала-5 (4.46 мг/л) и Серебрякова (5.22 мг/л). Карбонаты не обнаруживались в родниках Атырауской и Западно-Казахстанской областей. Содержание гидрокарбонатов (HCO_3^-) в родниковых водах Атырауской области колебалось от 122.0 (Ащытузбулак) до 274.5 мг/л (Тилепбулак), Западно-Казахстанской области – от 61.0 (Таскала 3) до 427.0 мг/л (Серебрякова).

В воде всех родников Атырауской области было установлено существенное отклонение качества воды от гигиенических нормативов РФ и РК (350 мг/л) по хлорид-ионам: Туздыбулак – 34900.0, Ащытузбулак – 18350.0, Тилепбулак – 22500.0 мг/л. В воде родников Западно-Казахстанской области их концентрация варьировала от 14.0 (Айнабулак) до 255.0 мг/л (Таскала-1), вода всех родников соответствовала гигиеническим стандартам по хлорид-ионам. По сульфат-ионам (SO_4^{2-}) вода большинства родников соответствовала установленным стандартам РФ и РК.

Концентрация кальция (Ca^{2+}) в родниках существенно отличалась. Так, в подземных водах Атырауской области – от 2000.0 (Туздыбулак, Тилепбулак) до 3000.0 мг/л (Ащытузбулак), Западно-Казахстанской области – от 20.0 (Айнабулак) до 200.0 мг/л (Таскала-1). Концентрация магния (Mg^{2+}) в подземных водах Атырауской области изменялась от 3756.0 (Ащытузбулак) до 4080.0 мг/л (Туздыбулак); Западно-Казахстанской области – от 4.8 (Айнабулак) до 126.0 мг/л (Актау). Превышение гигиенического норматива РФ (50 мг/л) наблюдалось в воде следующих родников: Туздыбулак (4080.0 мг/л), Ащытузбулак (3756.0 мг/л), Тилепбулак (3840.0 мг/л), Таскала-1 (60.5 мг/л), Таскала-5 (105.3 мг/л), Актау (126.0 мг/л). В воде родников Атырауской области значение общей жесткости колебалось в пределах от 3280.0 (Ащытузбулак) до 3500.0 (Туздыбулак) мг-экв./л, Западно-Казахстанской области – от 1.0 (Таскала-3) до 15.0 мг-экв./л (Актау). Существенное отклонение качества воды от установленных гигиенических нормативов РФ и РК по общей жесткости отмечалось в воде следующих родников: Туздыбулак, Ащытузбулак и Тилепбулак (Атырауская область) и Таскала-1, Таскала-5, Актау (Западно-Казахстанская область).

Показатели перманганатной окисляемости в воде большинства родников были существенно ниже установленных гигиенических нормативов РФ и РК (5 – 7 и 5 мг/л соответственно). Исключение составляют следующие родники: Тилепбулак

(8.2 мг/л) – Атырауская область; Таскала-5 (7.28 мг/л), Красненькое (10.08 мг/л), Большая Ичка (12.8 мг/л), Январцево (14.6 мг/л) – Западно-Казахстанская область.

Содержание сухого остатка в воде большинства родников Западно-Казахстанской области было существенно ниже установленных нормативов РФ и РК (1000 – 1500 и 1000 мг/л соответственно) за исключением родника Таскала-1 – 1108.0 мг/л. Стоит отметить, что вода всех родников Атырауской области не соответствовала установленным стандартам: Туздыбулак – 48273.0, Ащытузбулак – 24513.0, Тилепбулак – 29986.0 мг/л.

В воде изучаемых родников бор и полифосфаты не обнаруживались. Значения натрия и калия в родниках существенно отличались. В подземных водах Атырауской области концентрация ионов варьировала от 2001.0 (Ащытузбулак) до 12576.4 мг/л (Туздыбулак); Западно-Казахстанской области – от 30.8 (Большая Ичка) до 117.3 мг/л (Январцево).

Показатели общей минерализации в воде большинства родников были существенно ниже установленного гигиенического норматива РК, исключение составляют следующие родники: Туздыбулак – 53685.0, Ащытузбулак – 27220.0, Тилепбулак – 33684.0 мг/л (Атырауская область).

Анализ содержания тяжелых металлов, нефтепродуктов и фенолов в родниковых водах (табл. 1) позволил установить, что в родниках Западно-Казахстанской области медь не обнаруживалась, в родниках Атырауской области она составляла: Туздыбулак – 0.237; Ащытузбулак – 0.184; Тилепбулак – 0.208 мг/л. Превышения допустимых значений не установлено. Концентрация цинка в родниках Атырауской области составляла от 0.0183 (Ащытузбулак) до 0.0255 мг/л (Туздыбулак); Западно-Казахстанской области – от 0.0024 (Красненькое) до 0.0460 мг/л (Ақтау). Превышения установленных нормативов по цинку не выявлено. Свинец в родниковых водах не обнаруживался. Исключение составил родник Таскала-3 (Западно-Казахстанская область), в воде которого содержание свинца составляло 0.0073 мг/л. Кадмий обнаруживался в воде только одного родника Западно-Казахстанской области – Серебрякова, концентрация металла была на уровне нормативного значения (0.001 мг/л). Анализ содержания железа показал, что в воде всех изучаемых родников Атырауской области было его превышение: Туздыбулак – 0.67; Ащытузбулак – 0.51; Тилепбулак – 0.54 мг/л. В Западно-Казахстанской области значение предельно-допустимой концентрации железа было превышено в родниках Таскала-5 (1.22 мг/кг) и Серебрякова (1120.0 мг/кг). Нормативный показатель содержания хрома был превышен в следующих родниках Атырауской области – Туздыбулак (4.244 мг/л), Ащытузбулак (278.1 мг/л), Тилепбулак (3.451 мг/л); Западно-Казахстанской области – Таскала-5 (5.166 мг/л), Красненькое (6.434 мг/л), Цыганово-2 (Егендибулак) (1.822 мг/л), Большая Ичка (5.458 мг/л), Айнабулак (5.899 мг/л), Серебрякова (0.477 мг/л). В родниковых водах Атырауской области (Туздыбулак, Ащытузбулак и Тилепбулак) отмечались следующие концентрации марганца: 0.723, 0.503 и 0.670 мг/л соответственно. В Западно-Казахстанской области марганец определялся в родниках Таскала 1 (0.919 мг/л) и Серебрякова (1.095 мг/л). Превышение гигиенических нормативов РФ и РК по марганцу установлено в родниках Туздыбулак, Ащытузбулак, Тилепбулак, Таскала-1, Серебря-

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ

кова. Родниковые воды Атырауской области не содержали кобальт. Лишь в некоторых родниках Западно-Казахстанской области в родниковых водах обнаруживался данный металл: Цыганово-2 (Егендибулак) – 0.017, Большая Ичка – 0.013, Серебрякова – 0.019. Превышения установленных гигиенических нормативов РФ и РК по кобальту (0.1 мг/л) не выявлено. Концентрация никеля в пробах родниковой воды Атырауской области варьировала от 0.022 (Ащытузбулак) до 0.059 мг/л (Туздыбулак), Западно-Казахстанской области – от 0.003 (Цыганово-2 (Егендибулак)) до 0.056 мг/л (Красненькое). Превышение гигиенического норматива РФ по никелю (0.02 мг/л) фиксировалось в воде следующих родников: Атырауская область – Туздыбулак (0.059 мг/л), Ащытузбулак (0.022 мг/л), Тилепбулак (0.033 мг/л); Западно-Казахстанская область – Таскала-5 (0.038 мг/л), Красненькое (0.056 мг/л), Большая Ичка (0.041 мг/л), Айнабулак (0.055 мг/л). В ходе исследований родниковых вод на содержание нефтепродуктов было установлено, что в пробах из родников Атырауской области их концентрация колебалась от 0.078 (Туздыбулак) до 0.125 мг/л (Ащытузбулак); Западно-Казахстанской области – от 0.0067 (№ 2 у п. Крутой) до 0.091 мг/л (Январцево). Незначительное превышение гигиенического норматива РК по нефтепродуктам фиксировалось в воде Ащытузбулак (0.125 мг/л) Атырауского района. Отклонение от гигиенического норматива РФ и РК (0.001 мг/л) по фенолу отмечалось в родниках Туздыбулак (0.014 мг/л), Ащытузбулак (0.012 мг/л), Тилепбулак (0.013 мг/л), Таскала-5 (0.003 мг/л), Красненькое (0.011 мг/л), Цыганово-2 (Егендибулак) (0.004 мг/л), Большая Ичка (0.007 мг/л), Айнабулак (0.003 мг/л).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов и фенолов в родниковых водах
Атырауской и Западно-Казахстанской областей в 2017 г., мг/л

Наименование родника	Cu	Zn	Pb	Cd	Fe	Cr	Mn	Co	Ni	Нефтепродукты	Фенолы
Туздыбулак	0.237	0.0255	0	0	0.67	4.244	0.723	0	0.059	0.078	0.014
Ащытузбулак	0.184	0.0183	0	0	0.51	278.1	0.503	0	0.022	0.125	0.012
Тилепбулак	0.208	0.0188	0	0	0.54	3.451	0.670	0	0.033	0.099	0.013
Таскала-1	0	0	0	0	0	0	0.919	0	0	0.0355	0
Таскала-3	0	0	0.0073	0	0	0	0	0	0	0.0099	0
Таскала-5	0	0	0	0	1.22	5.166	0	0	0.038	0.0253	0.003
Красненькое	0	0.0024	0	0	0.08	6.434	0	0	0.056	0.0107	0.011
Актау	0	0.0460	0	0	0	0	0	0	0	0.0355	0
№ 2 у п. Крутой	0	0.0239	0	0	0	0	0	0	0	0.0067	0
№ 1 в п. Крутой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0065	0.001
Цыганово-2 (Егендибулак)	0	0.0314	0	0	0.02	1.822	0	0.017	0.003	0.0105	0.004
Большая Ичка	0	0	0	0	0.07	5.458	0	0.013	0.041	0.0132	0.007
Январцево	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0091	0.001
Айнабулак	0	0	0	0	0.05	5.899	0	0	0.055	0.0254	0.003
Серебрякова	0	0.0276	0	0.001	1120.0	0.477	1.095	0.019	0.006	0.026	0
ГН 2.1.5.1315-03	1	1	0.01	0.001	0.3	0.05	0.1	0.1	0.02	0.3	0.001
СанПиН РК*	1	5	0.03	0.001	0.3	0.05	0.1-0.5	0.1	0.1	0.1	0.001

* – Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209).

В период с 5 июня по 13 октября 2017 г. в рамках комплексной оценки состояния родников было проведено микробиологическое исследование воды и определена степень ее бактериальной контаминации. Результаты микробиологического исследования вод родников в летний и осенний периоды представлены в табл. 2, 3.

В летний период в воде родников Атырауской области такие показатели, как ОМЧ, ОКБ и ТКБ не фиксировались. При анализе проб родниковых вод Западно-Казахстанской области в летний период установлено, что ОМЧ родников существенно варьирует: от 2 (№ 1 в п. Крутой) до 180 образующих колонии бактерий в 1 мл (Январцево). Вода родника Январцево не соответствовала установленным гигиеническим нормативам качества воды по показателям ОМЧ и ОКБ. В воде родника Цыганово-2 (Егендибулак) обнаруживались ОКБ и ТКБ, что не соответствует установленным нормативным значениям качества воды.

Таблица 2

Результаты микробиологического исследования родниковых вод Западного Казахстана
(5 июня – 11 августа 2017 г.)

№	Наименование родника	Дата	Показатели		
			ОМЧ	ОКБ	ТКБ
Атырауская область					
1	Туздыбулак	05.06.2017	0	Не обнаружено	Не обнаружено
2	Тилепбулак	05.06.2017	0	То же	То же
3	Ащитубулак	05.06.2017	0	»	»
Западно-Казахстанская область					
4	Таскала 1	15.06.2017	4	Не обнаружено	Не обнаружено
5	№ 1 в п. Крутой	15.06.2017	2	То же	То же
6	№ 2 у п. Крутой	15.06.2017	30	»	»
7	п. Актау	15.06.2017	35	»	»
8	Таскала 3	15.06.2017	10	»	»
9	Айнабулак	09.08.2017	40	»	»
10	Таскала- 5	09.08.2017	20	»	»
11	у п. Красненькое	09.08.2017	15	»	»
12	у г. Большая Ичка	09.08.2017	15	»	»
13	у п. Серебрякова	21.08.2017	10	»	»
14	у п. Январцево	12.06.2017	180	Обнаружено	»
15	Цыганово-2 (Егендибулак)	11.08.2017	10	То же	Обнаружено

В осенний период при анализе проб родниковых вод Западно-Казахстанской области установлено, что ОМЧ родников существенно варьирует: от 0 (№ 1 в п. Крутой, № 2 у п. Крутой, Красненькое, Большая Ичка) до 120 образующих колонии бактерий в 1 мл (Январцево) и обильного роста образующих колонии бактерий (Серебрякова). Стоит отметить, что вода родника у п. Январцево не соответствовала установленным гигиеническим нормативам качества воды по таким показателям, как ОМЧ и ОКБ. В воде родников у п. Январцево и Цыганово-2 (Егендибулак) обнаруживались ОКБ, у п. Серебрякова количество ОКБ достигало 6 КОЕ/л. Термотолерантные колиформные бактерии обнаруживались в воде родника Цыганово-2 (Егендибулак). Полученные данные свидетельствуют о том, что пробы во-

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ

ды родников у п. Январцево, Цыганово-2 (Егендибулак) и у п. Серебрякова не соответствуют установленным нормативным значениям качества воды. В воде родников Атырауской области в осенний период такие показатели, как ОМЧ, ОКБ и ТКБ по-прежнему не фиксировались.

В биологической контаминации водоисточников огромное значение имеют такие факторы, как их локализация, близость к населенным пунктам и степень антропогенного воздействия. Не исключается возможность влияния уровня грунтовых вод, который повышается при высоких паводках, приводя к загрязнению подпочвенных вод, используемых для децентрализованного водоснабжения. Большая часть исследованных родников находится в непосредственной близости или в черте (чаще на окраинах) поселков. Окрестности родниковых урочищ активно используются как для рекреационных целей, так и для хозяйственно-бытовых нужд, в том числе для водопоя сельскохозяйственных животных, что приводит к высокому загрязнению водоёма. Каптирование водоисточников позволит защитить родники от биологического загрязнения.

Таблица 3

Результаты микробиологического исследования родниковых вод Западного Казахстана
(11 – 13 октября 2017 г.)

№	Наименование родника	Дата	Показатели		
			ОМЧ	ОКБ	ТКБ
Атырауская область					
1	Туздыбулак	12.10.2017	0	Не обнаружено	Не обнаружено
2	Тилепбулак	12.10.2017	0	То же	То же
3	Ащитубулак	12.10.2017	0	»	»
Западно-Казахстанская область					
4	Таскала 1	11.10.2017	8	Не обнаружено	Не обнаружено
5	№ 1 в п. Крутой	11.10.2017	0	То же	То же
6	№ 2 у п. Крутой	11.10.2017	0	»	»
7	п. Актау	11.10.2017	5	»	»
8	Таскала 3	11.10.2017	15	»	»
9	Айнабулак	11.10.2017	10	»	»
10	Таскала-5	11.10.2017	10	»	»
11	у п. Красненькое	11.10.2017	0	»	»
12	у г. Большая Ичка	11.10.2017	0	»	»
13	у п. Серебрякова	13.10.2017	Обильный рост	Обнаружено 6 КОЕ/л	»
14	у п. Январцево	13.10.2017	120	Обнаружено	»
15	Цыганово-2 (Егендибулак)	13.10.2017	99	То же	Обнаружено

На основе полученных данных были составлены экологические паспорта для трех родников Атырауской области. Экологические паспорта для Западно-Казахстанской области известны и были составлены ранее (Ахмеденов, Жантасова, 2013; Ахмеденов, 2014).

Экологический паспорт каждого родника включал в себя:

- название объекта, местоположение, географические координаты, карту расположения родника масштаба 1:25000, площадь родникового урочища, водовмещающие породы;

- характер выхода, дебит, описание ландшафта;
- органолептическую характеристику, химический состав источников в мг/л, мг-экв./л, мг/экв.% и в виде формулы Курлова;
- характеристику окружающего ландшафта и фотографию родника.

В ходе исследований были разработаны рекомендации по рациональному использованию родников в границах Западного Казахстана, которые включали следующие действия:

- сезонный экологический мониторинг родников по основным санитарно-гигиеническим показателям и периодическая дезинфекция каптажа (1-2 раза в год) для обеспечения эпидемиологического благополучия источников;
- обустройство родников (путем их каптирования) и прилегающих территорий с учетом их местонахождения (на территории лесного массива, вблизи автомобильных дорог, вблизи населенных пунктов);
- обустройство санитарно-защитной зоны, радиусом не менее 50 м, (устранение источников антропогенных загрязнений, посадка колючих кустарников).

Для оценки эффективности функционирования системы родников Западного Казахстана рекомендовано проводить:

- определение объемов водозабора водопотребителями с целью поддержания экологически обоснованного дебита родников, а также возможного загрязнения водоносных горизонтов;
- регистрацию результатов экологического мониторинга родниковых вод в базе данных с целью дальнейшего прогнозирования экологической ситуации, а также своевременного выявления источников загрязнения;
- паспортизацию родников с учетом эколого-функциональных моделей;
- прикрепление паспортизованного родникового источника к местным административным органам на законодательном уровне с целью дальнейшего повсеместного ухода и соответствующего контроля;
- гидрохимические режимные исследования, которые позволят провести картирование всех водопоявлений в Западном Казахстане и визуализировать геоэкологическую обстановку и состояние родников для пользователей различных государственных управлений и республиканских ведомств;
- детальное геоэкологическое, инженерно-геологическое и проектно-изыскательное изучение наиболее ценных и уникальных родников с целью их последующего водно-ландшафтного оформления и перевода в разряд особо охраняемых или рекреационных территорий; для этого требуется разработка водоохраных положений и постановлений по созданию особо охраняемых родниковых урочищ и родников как памятников природы;
- бурение неглубоких гидрогеологических скважин с целью пообъектного уточнения гидрогеологического строения и градостроительных свойств пород родниковых урочищ;
- анализ объектов децентрализованного водоснабжения с целью организации в них локализованного водоснабжения за счет родников (данный аспект немаловажен в свете решения задач Комитета по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан при возникновении чрезвычайных ситуаций).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам комплексного исследования родников двух областей Западного Казахстана было установлено, что воды в них отличаются по гидрохимическим показателям. Вода большинства родников не соответствовала установленным гигиеническим нормативам.

В 2017 г. превышение гигиенического норматива по железу фиксировалось в воде следующих родников: Туздыбулак, Ащытузбулак и Тилепбулак (Атырауская область); Таскала-5, Серебрякова (Западно-Казахстанская область).

Нормативный показатель содержания хрома был превышен в следующих родниках Атырауской области – Туздыбулак, Ащытузбулак, Тилепбулак; Западно-Казахстанской области – Таскала-5, Красненькое, Цыганово-2 (Егендибулак), Большая Ичка, Айнабулак, Серебрякова.

Гигиенический норматив марганца превышен в воде родников Туздыбулак, Ащытузбулак, Тилепбулак, Таскала-1, Серебрякова.

Превышение гигиенического норматива по никелю фиксировалось в воде родников: Атырауская область – Туздыбулак, Ащытузбулак, Тилепбулак; Западно-Казахстанская область – Таскала-5, Красненькое, Большая Ичка, Айнабулак. Незначительное превышение гигиенического норматива по нефтепродуктам фиксировалось в воде родника Ащытузбулак Атырауского района. Превышение норматива по фенолу отмечалось в следующих родниках Атырауской области – Туздыбулак, Ащытузбулак, Тилепбулак; Западно-Казахстанской области – Таскала-5, Красненькое, Цыганово-2 (Егендибулак), Большая Ичка, Айнабулак. Превышения гигиенических нормативов по меди, цинку, свинцу, кадмию, кобальту в родниках Атырауской и Западно-Казахстанской областей не установлено.

Нестабильность микробиологических показателей воды связана с тем, что наибольшая часть исследованных родников находится в близости населенных пунктов, а окрестности родниковых урочищ активно используются для хозяйственно-бытовых нужд и водопоя сельскохозяйственных животных.

Предложенные практические рекомендации позволят рационально использовать родники в границах Западного Казахстана и минимизировать негативное воздействие на них.

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования Комитета науки Министерства образования и науки РК на 2015 – 2017 гг. (проект № 0090/ПЦФ-15-МОН/1-15-ОТ) по заданию «Каталог водных ресурсов и системы мониторинга для устойчивого управления водными ресурсами Западного Казахстана».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахмеденов К. М. Паспортизация родников Западного Казахстана // Ивановские чтения – 2014: сб. материалов респ. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию проф. М. М. Фартушиной. Уральск : РИО Зап.-Казах. гос. ун-та им. М. Утемисова, 2014. С. 11 – 14.

Ахмеденов К. М. Родниковые ландшафты Западного Казахстана. Уральск : ТОО «NIDS», 2015 а. Т. 1. 131 с.

Ахмеденов К. М. Проблемы рационального использования родников Западного Казахстана // Ивановские чтения – 2015 : сб. материалов обл. науч.-практ. конф. Уральск: РИО Зап.-Казах. гос. ун-та им. М. Утемисова, 2015 б. С. 4 – 7.

Ахмеденов К. М., Жантасова Г. М. Гидрогеохимические особенности родниковых вод Западно-Казахстанской области // Ғылым және білім. 2013. № 30. С. 182 – 188.

Ахмеденов К. М., Каирғалиева Г. З. Оценка экологического состояния родников Актобинской области // Качественное естественнонаучное образование – основа прогресса и устойчивого развития России : сб. статей междунар. симп. Саратов : Амирит, 2016. С. 56 – 58.

Ахмеденов К. М., Кошим А. Г. Геоэкологическая характеристика родниковых урочищ Западно-Казахстанской области // Вестн. Казах. нац. ун-та им. Аль-Фараби. Сер. геогр. 2014. № 2. С. 18 – 22.

Ашмарин И. П., Васильев Н. Н., Амбросов В. А. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов. Л. : Изд-во ЛГУ, 1975. 77 с.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

Карғалиева Г. З., Сергеева И. В., Орлов А. А. Оценка качества воды родников Актобинской области Западного Казахстана на основе гидрохимических и токсикологических показателей // Аграрный науч. журн. 2016. № 7. С. 11 – 15.

Маркина Т. А. Анализ экологического состояния системы родников природного парка «Кумысная поляна» г. Саратова с использованием ГИС технологий : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2014. 21 с.

СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М., 2003. 20 с.

СанПиН РК. Санитарно-эпидемиологические требования к водоемностям, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов (16 марта 2015 г. № 209). Астана, 2015. 137 с.

Эльпинер Л. И. Современные медико-экологические аспекты учения о подземных водах // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94, № 6. С. 39 – 46.

Idrissova G. Z., Akhmedenov K. M., Sergeeva I. V., Ponomareva A. L., Sergeeva E. S. Monitoring Studies of the Ecological State of Springs in the Aktobe Region in Western Kazakhstan // J. of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9, iss. 7. P. 1122 – 1127.

Lee L. J., Chen C. H., Chang Y. Y., Liou S. H., Wang J. D. An estimation of the health impact of groundwater pollution caused by dumping of chlorinated solvents // Science of the Total Environment. 2010. Vol. 408, iss. 6. P. 1271 – 1275.

Lotter J. T., Lacey S. E., Lopez R., Socoy Set G., Khodadoust A. P., Erdal S. Groundwater arsenic in Chimaltenango, Guatemala // J. of Water and Health. 2014. Vol. 12, iss. 3. P. 533 – 542.

Shailaja K., Johnson M. E. Fluorides in groundwater and its impact on health // J. Environmental Biology. 2007. Vol. 28, iss. 2. P. 331 – 332.

**Assessment of the Ecological Status of Springs in Western Kazakhstan
on the Basis of Their Hydrochemical and Microbiological Parameters**

Guldana Z. Idrissova¹, kairegalieva_guldana@mail.ru

Irina V. Sergeeva², <https://orcid.org/0000-0001-6824-1597>; ivsergeeva@mail.ru

Albina L. Ponomareva², <https://orcid.org/0000-0001-7423-7084>; alb67na@mail.ru

Evgenia S. Sergeeva³, <https://orcid.org/0000-0002-2956-4024>; jenysergeeva@mail.ru

Ekatherine N. Shevchenko², <https://orcid.org/0000-0002-6474-5242>; en-shevchenko@mail.ru

¹ *Western Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhanir Khan
51 Zhanir Khan St., Uralsk 090009, Kazakhstan*

² *Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov
1 Teatralnaya Sq., Saratov 410012, Russia*

³ *Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky
112 B. Kazachia St., Saratov 410710, Russia*

Received 24 December 2018, revised 20 January 2019, accepted 28 January 2019

Idrissova G. Z., Sergeeva I. V., Ponomareva A. L., Sergeeva E. S., Shevchenko E. N. Assessment of the Ecological Status of Springs in Western Kazakhstan on the Basis of Their Hydrochemical and Microbiological Parameters. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2019, no. 2, pp. 206 – 221 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-2-206-221>

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

The paper presents the results of our ecological monitoring of the status of three springs in the Atyrausk region and twelve ones in the Western Kazakhstan region within the boundaries of Western Kazakhstan. The following properties of spring water samples are given: temperature, pH, debit, turbidity, total hardness, permanganate index, solid residue, total spring mineralization, dissolved oxygen, cations (ammonium, calcium, magnesium, sodium, and potassium), anions (nitrites, nitrates, carbonates, hydrocarbonates, chlorides, sulphates, and polyphosphates), heavy metals (copper, zinc, lead, cadmium, iron, chrome, manganese, cobalt, and nickel), petrochemicals and phenols in accordance with water quality hygiene standards of Kazakhstan Republic and Russian Federation. Microbiological indicators of our water survey are given (total microbe number, total coliform bacteria, and thermotolerant coliform bacteria) and spring bacterial contamination factors. All springs were found to have small debits except the Tilebulak spring in the Atyrausk region (a semi-debit one). The water of almost all studied springs was neutral, except the Ainabulak spring in the Western Kazakhstan region, whose water was weakly acidic to violate the standard indicators of RF and KR. The springs under study differed by their hydrochemical indicators. The water in most of the springs violated the hygienic standards of RF and KR. In all the springs of the Atyraus region, the hygienic norms were exceeded by iron, chrome, manganese, nickel, and phenol. The water of one spring (the Ashituzbulak) weakly exceeded the accepted norm by petroproducts. High iron concentrations were found in two springs of the Western Kazakhstan region (Taskal-5, Serebryakov), chrome was in six ones (Taskal-5, Krasnenkoye, Tsiganovo-2 (Yegendibulak), Big Itchka, Ainabulak, Serebryakov), manganese was in two ones (Taskal-5, Serebryakov), nickel was in four ones (Taskal-5,

Krasnenkoye, Tsiganovo-2 (Yegendibulak), Big Itchka, Ainabulak, Serebryakov), phenol was in five ones (Taskal-5, Krasnenkoye, Tsiganovo-2 (Yegendibulak), Big Itchka, Ainabulak). In the springs of the Atyraus and Western Kazakhstan regions, no deviations from the hygienic norms were found. The instability of microbiological indicators of water was due to the fact that most of the springs under study were located near inhabited places and actively used for living needs and watering of domestic animals. The paper suggests practical recommendations for the rational usage of springs within the boundaries of Western Kazakhstan.

Keywords: spring, hydrochemical indicators, microbiological indicators, water quality.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-2-206-221>

Acknowledgments: The work was performed within the framework of the program target financing of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of Kazakhstan for 2015–2017 (project No. 0090/PAF-15-mon/1-15-FROM), the task “Directory of water resources and monitoring system for the sustainable management of water resources of Western Kazakhstan”.

REFERENCES

- Akhmedenov K. M. Certification of springs of Western Kazakhstan. *Ivanovskie chteniia – 2014: sbornik materialov respublikanskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 85-letiiu prof. M. M. Fatrusherovoi* [Ivanovo readings – 2014: Collection of Materials of the Republican Scientific-Practical Conference Dedicated to the 85th anniversary of prof. M. M. Fatrusherovoi]. Uralsk, RIO Zapadno-Kazakhstanskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. Utemisova, 2014, pp. 11–14 (in Russian).
- Akhmedenov K. M. *Rodnikovye landshafty Zapadnogo Kazakhstana* [Spring landscapes of Western Kazakhstan]. Uralsk, LLP “NIDS” Publ., 2015 a, vol. 1. 131 p. (in Russian).
- Akhmedenov K. M. Problems of rational use of springs in West Kazakhstan. *Ivanovskie chteniia – 2015: sbornik materialov oblasnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Ivanovo reading – 2015: Materials of Regional Scientific-Practical Conference]. Uralsk, RIO Zapadno-Kazakhstanskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. Utemisova, 2015 b, pp. 4–7 (in Russian).
- Akhmedenov K. M., Zhantasova G. M. Hydrogeochemical characteristics of spring water in West Kazakhstan region. *Bilim Zhane Gyl'm J.*, 2013, no. 30, pp. 182–188 (in Russian).
- Akhmedenov K. M., Kaigaliyeva G. Z. Assessment of the ecological condition of the Aktope region's springs. In: *Kachestvennoe estestvennonauchnoe obrazovanie – osnova progressa i ustoychivogo razvitiia Rossii: sbornik statei mezhdunarodnogo simpoziuma* [Qualitative natural science education is the basis for progress and sustainable development in Russia: Collection of articles of the International Symposium]. Saratov, Amirit Publ., 2016, pp. 56–58 (in Russian).
- Akhmedenov K. M., Koshim A. G. Geoecological characteristics of spring stows West Kazakhstan region. *J. of Geography and Environmental Management*, 2014, no. 2, pp. 18–22 (in Russian).
- Ashmarin I. P., Vasil'ev N. N., Ambrosov V. A. *Bystrye metody statisticheskoi obrabotki i planirovaniia eksperimentov* [Fast Methods of Statistical Processing and Experiment Planning]. Leningrad, Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, 1975. 77 p. (in Russian).
- Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia)* [Methodology of Field Experiments (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (in Russian).
- Kaigaliyeva G. Z., Sergeeva I. V., Orlov A. A. Estimation of water quality of springs in Aqtobe area of Western Kazakhstan on basis of hydrochemical and toxicological indexes. *Agrarian Scientific J.*, 2016, no. 7, pp. 11–15 (in Russian).

Markina T. A. *Analiz ekologicheskogo sostoiianiia sistemy rodnikov prirodnogo parka "Kumyskina poliana" g. Saratova s ispol'zovaniem GIS tekhnologii* [Analysis of the ecological state of the spring's system of the natural Park "Kumysnaya Polyana" in Saratov using GIS technologies]: Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Ulyanovsk, 2014. 21 p. (in Russian).

SanPiN 2.1.4.1175-02. *Gigienicheskie trebovaniia k kachestvu vody netsentralizovan-nogo vodosnabzheniia. Sanitarnaia okhrana istochnikov* [SANPIN 2.1.4.1175-02. Hygienic requirements for water quality in noncentralized water supply systems. Sanitary safeguarding of sources]. Moscow, 2003. 20 p. (in Russian).

SanPiN RK. *Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniia k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlia khoziaistvenno-pit'evykh tselei, khoziaistvenno-pit'evomu vodosnabzheniiu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniia i bezopasnosti vodnykh ob"ektov (16 marta 2015 g. № 209)* [SANPIN RK. Sanitary and epidemiological requirements for water sources, places of water intake for drinking purposes, drinking water supply and places of cultural and domestic water use and safety of water bodies (16 March, 2015, no. 209)]. Astana, 2015. 137 p. (in Russian).

Elpiner L. I. Modern medical ecological aspects of theory of fresh groundwater resources. *Hygiene and Sanitation*, 2015, vol. 94, no. 6, pp. 39–46 (in Russian).

Idrissova G. Z., Akhmedenov K. M., Sergeeva I. V., Ponomareva A. L., Sergeeva E. S. Monitoring Studies of the Ecological State of Springs in the Aktobe Region in Western Kazakhstan. *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, vol. 9, iss. 7, pp. 1122–1127.

Lee L. J., Chen C. H., Chang Y. Y., Liou S. H., Wang J. D. An estimation of the health impact of groundwater pollution caused by dumping of chlorinated solvents. *Science of the Total Environment*, 2010, vol. 408, iss. 6, pp. 1271–1275.

Lotter J. T., Lacey S. E., Lopez R., Socoy Set G., Khodadoust A. P., Erdal S. Groundwater arsenic in Chimaltenango, Guatemala. *J. of Water and Health*, 2014, vol. 12, iss. 3, pp. 533–542.

Shailaja K., Johnson M. E. Fluorides in groundwater and its impact on health. *J. Environmental Biology*, 2007, vol. 28, iss. 2, pp. 331–332.