

КОНКУРС НАУЧНЫХ РАБОТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

УДК 614.2 : 615.277.4 : 661.64 : 628.1

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ МЫШЬЯКА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Т.О. Абдулмуталимова

ФГБУН Институт геологии
Дагестанского научного
центра Российской
академии наук, 367030,
г. Махачкала, Российская
Федерация

Проведена гигиеническая оценка питьевых подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населением северной части Республики Дагестан на протяжении нескольких десятилетий. Выявлено содержание мышьяка в источниках питьевого водоснабжения выше допустимого норматива ВОЗ до 50 раз. Использование региональных факторов водопотребления позволило рассчитать индивидуальный и популяционный канцерогенные риски для населения при длительном использовании подземных вод для питьевого водоснабжения. Показано, что индивидуальный канцерогенный риск составил при минимальной концентрации (0,01 мг/л) – $4,3E-4$; при максимальной концентрации (0,5 мг/л) – $2,1E-2$, соответственно, при среднем значении 0,14 мг/л – $6,0E-3$. Выявленные уровни пожизненных индивидуальных канцерогенных рисков (в течение 70 лет) превышают «допустимый» (целевой) уровень (10^{-5}) и оцениваются как неприемлемые для сохранения здоровья населения. Для экспонированного населения исследованных районов Северного Дагестана (309,7 тыс. чел) величины популяционных годовых канцерогенных рисков, отражающих дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть в течение года, составили от 1 до 95 случаев. Результаты данного исследования позволили выявить территории с высоким уровнем содержания мышьяка в питьевой воде и определить экспонируемую часть населения для осуществления мер по снижению риска. Для оценки экспозиции населения и установления связи между воздействием мышьяка и его кумуляцией в организме человека был проведен биомониторинг, результаты которого позволили установить достоверную корреляцию между содержанием мышьяка в волосах экспонируемых жителей и его содержанием в потребляемой питьевой воде.

Ключевые слова: мышьяк, подземные воды, питьевая вода, канцерогенный риск.

Введение. Проблема неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения в последнее время приобретает всё большую актуальность. Содержание некоторых токсичных контаминантов в объектах окружающей среды определяет необходимость оценки их воздействия на здоровье населения для своевременного принятия необходимых управ-

ленческих мер с целью предотвращения и профилактики заболеваний, связанных с дисбалансом микроэлементного статуса населения.

Известно, что уровень общественного здоровья и качество окружающей среды на различных территориях в значительной степени определяются биогеохимической ситуацией, в т.ч. геохимическим составом подземных вод. В северной

части Дагестана подземные артезианские воды являются единственным источником питьевого водоснабжения. Эти воды имеют стабильный химический состав и хорошие вкусовые качества, однако, не соответствуют гигиеническим требованиям по содержанию мышьяка, накоплению которого способствуют особенности геологического строения данной территории [1-3].

В литературе накоплен достаточно большой материал по воздействию мышьяка на здоровье человека [4-7]. Установлено, что при повышенном его содержании в среде обитания и хроническом поступлении в организм, происходит кумуляция мышьяка в тканях и органах человека, способствуя развитию предпатологических и патологических состояний. Более того, основываясь на достоверных сведениях, подтверждающих канцерогенный характер воздействия мышьяка на человека, МАИР включило мышьяк и его соединения в первую, наиболее опасную для здоровья группу канцерогенов [8], поэтому оценка риска хронического перорального воздействия мышьяка здоровью населения Северного Дагестана крайне актуальна.

В международной практике, в том числе и в России, методология оценки риска широко используется как аналитический инструмент управления качеством окружающей среды и здоровьем населения. Применение методологии оценки риска для выявления ущерба здоровью населения, вызванного пероральным воздействием мышьяка, необходимо для разработки и обоснования выбора приоритетных путей управления рисками [9-17].

В связи с вышеизложенным, была обоснована актуальность исследований, которые велись с целью оценки воздействия артезианских питьевых вод с высоким уровнем содержания мышьяка на здоровье населения с использованием методологии оценки риска. Для подтверждения кумуляции мышьяка в организме экспонированных жителей использовался метод биомониторинга.

Материалы и методы исследования. Для определения содержания мышьяка в питьевых водах и биосубстратах (волосах) использовался метод атомно-абсорбционной спектрометрии с гидридной приставкой (ААС-ГГ), который отличается высокой чувствительностью и селективностью [18].

В основу гигиенической характеристики качества артезианских вод по содержанию мышьяка, положены лабораторные исследования, результаты которых оценивались в соответствии с требованиями нормативных документов ВОЗ, ГН 2.1.5.1315-03 [19,20].

Для количественной оценки влияния питьевых вод с высоким содержанием мышьяка на состояние здоровья населения использовалась методология оценки риска для здоровья населения,

в рамках которой задействован алгоритм, рекомендованный ВОЗ и другими ведущими международными организациями. Оценка риска для здоровья населения проводилась в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04). Канцерогенная опасность оценена в отношении индивидуальных и популяционных канцерогенных рисков при хроническом пероральном воздействии.

Для проведения биомониторинга методом случайной выборки были выбраны жители старше 30 лет, постоянно проживающие в исследованных населённых пунктах Северного Дагестана с различным уровнем содержания мышьяка в питьевых артезианских водах.

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ содержания мышьяка в питьевой воде выявил:

- Диапазон определяемых концентраций мышьяка, который варьирует от 0,01 до 0,5 мг/л, в 97 % образцах воды – превышение гигиенического норматива 0,01 мг/л.

- Высокое содержание мышьяка в питьевой воде (от 0,4 до 0,5 мг/л), обнаруженное в 4,8% образцах питьевой воды; в 79,4 % образцах питьевой воды содержание мышьяка – на уровне 0,05-0,3 мг/л; в 15,8 % образцах воды – низкое содержание мышьяка (0,01 – 0,04 мг/л). Среднее содержание мышьяка по районам исследований, составляющее 0,19 мг/л, что превышает нормативный уровень в 19 раз.

- Превышение гигиенического норматива в 20 и более раз в 12 населенных пунктах с общей численностью населения – 15,8 тыс. человек, что составляет 3% от общей численности населения исследованных населенных пунктов (на 01.01.2014г. – 309,7 тыс. человек).

На основании полученных данных было проведено ранжирование территории исследований по уровню содержания мышьяка в питьевой воде. В зависимости от уровня загрязнения питьевой воды мышьяком, исследованная территория разделена на 5 групп: группа с низкими концентрациями мышьяка в диапазоне 0,01 – 0,04 мг/л и 4 группы с концентрациями от 0,05 мг/л и выше (0,05 – 0,09 мг/л; 0,1 – 0,19 мг/л; 0,2 – 0,3 мг/л; 0,4 -0,5 мг/л). Экспонированная часть населения также дифференцирована по уровню содержания мышьяка в питьевой воде (табл. 1).

Большая часть населения (53,9 %) потребляет питьевую воду с содержанием мышьяка до 0,04 мг/л и около 3 % населения используют для питья воду с содержанием мышьяка в 40-50 раз выше норматива.

Анализ водопотребления в результате опроса 460 человек выявил приблизительную структу-

Таблица 1

Содержание мышьяка в питьевой воде подземных источников водоснабжения и численность экспонированного населения

Район	Содержание мышьяка в питьевой воде, мг/л (ГН-0,01 мг/л)	Частота распределения концентраций мышьяка, %	Численность экспонированного населения, тыс. чел.	Доля от общей численности населения исследованных районов Северного Дагестана (309,7 тыс. чел.), %
1	0,01-0,04	15,8	167134	53,9
2	0,05-0,09	24,7	16985	5,5
3	0,1 - 0,19	36,8	108147	34,9
4	0,2 - 0,3	17,9	9023	2,9
5	0,4 - 0,5	4,8	8444	2,8
6	0,01 - 0,5	100	309733	100

ру суточного потребления воды населением районов исследований: 11 % опрошенных респондентов потребляют 1,5 литра воды в день; 74 % потребляют 2 литра воды; 15 % – 2,5 литра. По оценке органолептических свойств питьевой воды 5 % респондентов отмечают примеси в воде и иногда неприятный запах, 11 % опрошенных отмечают хорошие органолептические свойства воды и осведомлены неофициально о несоответствии потребляемой ими питьевой воды гигиеническому нормативу содержания мышьяка, 84 % респондентов отмечают высокое качество и считают воду пригодной (и даже полезной) для потребления. Низкий уровень претензий к качеству связан, прежде всего, с тем, что мышьяк даже в концентрации 100 мг/л не меняет органолептические свойства воды и у населения не возникает настороженности в отношении её качества. Результаты водопотребления, полученные в ходе опроса населения, использовались в ходе проведения оценки перорального воздействия мышьяка на здоровье населения. Индивидуальный канцерогенный риск (ICR) для жителей исследованных населенных пунктов Северного Дагестана в условиях перорального поступления мышьяка с питьевой водой составляет: при минимальной концентрации (0,01 мг/л) ICR_{min} – 4,3E-4; на уровне максимальной концентрации (0,5 мг/л) ICR_{max} – 2,1E-2, при среднем значении (0,19 мг/л) – 8,1E-3. Популяционные канцерогенные риски для экспонированного населения численностью 309,7 тыс. человек при наиболее низких (0,01-0,5 мг/л) и высоких (0,4 – 0,5 мг/л) концентрациях мышьяка в питьевой воде составят от 2 до 95 дополнительных случаев рака в год, при средней концентрации мышьяка (0,19 мг/л) – 36 дополнительных случаев заболеваний в год.

Фактически численность жителей Северного Дагестана, потребляющих питьевую воду

с высоким содержанием мышьяка, значительно выше, и, следовательно, при экстраполяции на все население популяционные риски также будут на порядок выше. При сохранении уровней экспозиции мышьяка, полученных нами в ходе исследований, популяционные канцерогенные риски для всего экспонированного населения Северного Дагестана, численность которого 510,9 тыс. человек, составят: при минимальном уровне содержания мышьяка в питьевой воде (0,01 мг/л) – 3 дополнительных случая заболеваний в год, при максимальном уровне (0,5 мг/л) – 125 случаев и при средней концентрации мышьяка (0,19 мг/л) – 48 дополнительных случаев заболеваний в год. Полученные в ходе данного исследования результаты оценки канцерогенного риска находятся на уровне выше допустимого согласно Руководству ВОЗ по качеству питьевой воды, который установлен на уровне 10^{-5} .

Таким образом, высокие концентрации мышьяка в питьевых водах артезианского бассейна обуславливают высокие риски развития заболеваний неинфекционной природы, что, в свою очередь, определяет эти воды как непригодные для хозяйственно-питьевого использования населением.

Уровень мышьяка в волосах является одним из показателей его поступления в организм. Концентрация мышьяка в волосах прямо пропорциональна его концентрации в питьевой воде. Используя волосы в качестве диагностического биосубстрата и, учитывая кумулятивные свойства мышьяка, можно определить, подвергается ли население длительной экспозиции соединений мышьяка. Фоновый уровень содержания мышьяка в волосах людей, не подвергающихся экспозиции мышьяка, находится в диапазоне 0,1 – 0,2 мкг/г. При содержании

Таблица 2

Распределение содержания мышьяка в волосах жителей Северного Дагестана

Содержание мышьяка в волосах, мкг/г	Число образцов	Частота встречаемости, %
≤ 0,5	56	57,7
0,5 - 0,9	31	32
≥ 1	10	10,3

мышьяка в волосах более 1,0 мкг/г возможно проявление признаков хронической интоксикации и этот показатель рекомендуется как пороговый. При данном уровне содержания мышьяка в волосах у экспонированных лиц отмечались признаки арсенозов.

В ходе проводимого исследования для проведения биомониторинга были выбраны жители, постоянно проживающие на территории населенных пунктов с различным уровнем содержания мышьяка в питьевых водах и потребляющих для питья воду из артезианских скважин. Концентрация мышьяка в питьевой артезианской воде данных населенных пунктов составляла: 0,01-0,04 мг/л; 0,05-0,09 мг/л; 0,1-0,19 мг/л; 0,2 – 0,3 мг/л; 0,4-0,5 мг/л, соответственно. Выборка состояла из 97 человек, из которых 73 (75 %) женщины и 24 (25 %) мужчины. Средний возраст жителей составил – 51 год.

Результаты анализа содержания мышьяка в волосах представлены в таблице 2.

Таким образом, 10% обследованных жителей могут быть отнесены в группу риска по арсенозу, так как содержание мышьяка в волосах превышает пороговые значения и подтверждается накопление мышьяка в организме. Следует отметить, что содержание мышьяка в волосах выше 1 мкг/г обнаружено у лиц, потребляющих воду с содержанием мышьяка 0,5 мг/л.

При выявлении зависимости содержания мышьяка в волосах обследованных лиц от его содержания в питьевой воде, получено уравнение регрессии: $y = 1,3661x + 0,1395$ (рис.). Согласно приведенному уравнению, при значении концентрации мышьяка (As) в воде, равной 0,1 мг/л (значение – x), концентрация мышьяка в волосах может составить примерно 0,28 мкг/г (значение – y). Или при увеличении концентрации мышьяка

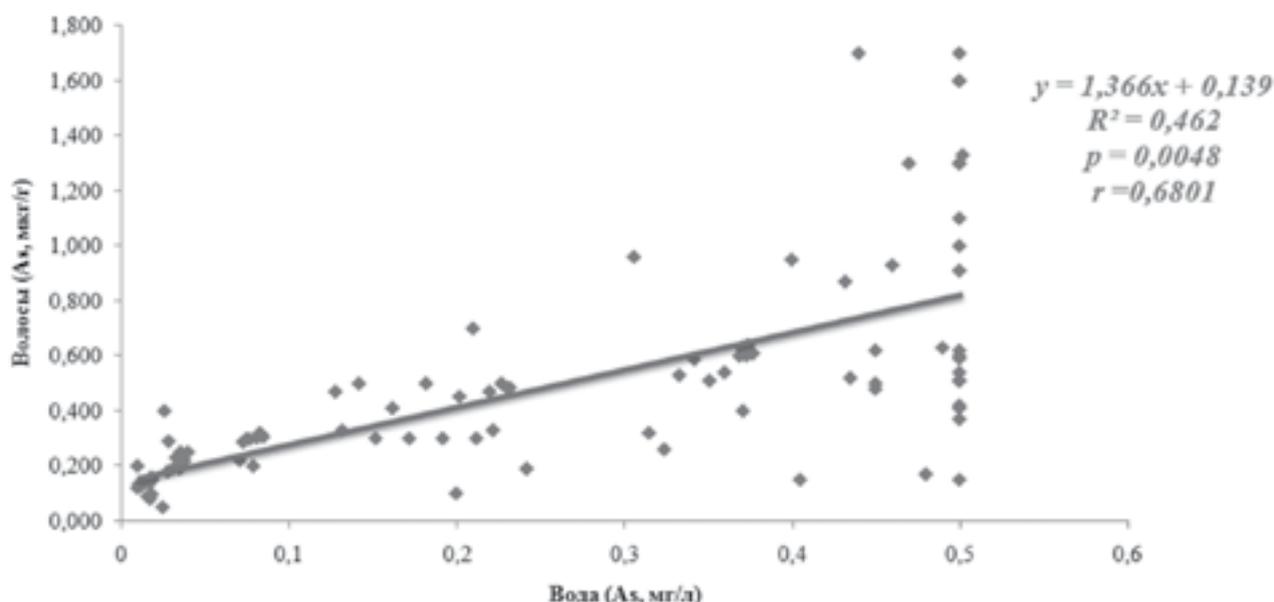


Рис. Зависимость содержанием мышьяка в волосах обследованных лиц от его концентрации в потребляемой питьевой воде.

в воде на 0,1 мг/л содержание мышьяка в волосах возрастает на 0,14 мкг/г.

Выводы.

1. Численность населения исследованной территории северной части республики Дагестан, использующего артезианскую воду с превышением нормативной величины мышьяка (0,01 мг/л), достигает 309,7 тыс. человек. Концентрации мышьяка колеблются в пределах 0,01- 0,5 мг/л. В 97 % образцах питьевой воды превышен гигиенический норматив 0,01 мг/л.

2. Индивидуальный канцерогенный риск для населения районов Северного Дагестана находится в диапазоне от $4,3E-4$ до $2,1E-2$, при среднем значении содержания мышьяка (0,19 мг/л) – $8,14E-03$, т.е. выше приемлемого и недопустим для населения. При сохраняющихся уровнях концентрации мышьяка в питьевой воде 0,01-0,5 мг/л популяционные канцерогенные риски составят для экспонированного населения численностью 309,7 тыс. человек:

- при наиболее низких (0,01-0,5 мг/л) и высоких (0,4 – 0,5 мг/л) концентрациях мышьяка от 2 до 95 дополнительных случаев рака в год;

- при среднем уровне содержания мышьяка (0,19 мг/л) – 36 дополнительных случаев заболеваний в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. - М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. - 260с.
2. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. Махачкала: Дагкнигиздат, 1969. 92с.
3. Шагоянц С.А. Подземные воды Центральной и Восточной частей Северного Кавказа и условия их формирования. - М.: Гостеолтехиздат, 1959. - 306 с.
4. Hall A.H. Chronic arsenic poisoning. // *Toxicol. Lett.* - 2002. - №128. - P.: 69-72.
5. Health Effects of Arsenic Longitudinal Study (HEALS): description of a multidisciplinary epidemiologic investigation. Ahsan H. et al. // *J. Expo Sci Environ Epidemiol.* - 2006. - V.16. - P.:191 – 205.
6. Nordstrom D.K.: Public health. Worldwide occurrences of arsenic in ground water. // *Science.* - 2002. - № 296. - p.:2143-2145.

7. Микроэлементозы человека. Авцын А.П. и др. - М.: Медицина, 1991. - 496с.
8. IARC (International Agency for Research on Cancer). A Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts. Lyon:World Health Organization Press.- 2012. - 527p.- Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/>
9. Авалиани С.Л., Балбус Дж., Голуб А.А. и др. Управление окружающей средой на основе методологии анализа риска. (Учебное пособие). ГУ - Высшая школа экономики. М.: Теис. 2010. - 215 с.
10. Авалиани С.Л., Безпалько Л.Е., БобковаТ.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России. // *Гигиена и санитария.* -2013. -№1.- С.: 33-35.
11. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицын В.А., Мишина А.Л. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения.//

Гигиена и санитария. -2014. - № 6. - С.:5-8.

12. Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Захаров В.М. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды (Региональная экологическая политика). - М.: Центр экологической политики России.- 2001.-76 с.
13. Егорова Н.А., Красовский Г.Н. Гармонизация гигиенических нормативов с зарубежными требованиями к качеству питьевой воды. // *Гигиена и санитария.* - 2005. - №2. - С. 10-13.
14. Новиков С.М., Шашина Т.А., Хамидулина Х.Х., Скворцова Н.С., Унгуриян Т.Н., Иванова С.В. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности. // *Гигиена и санитария.* -2013. - № 4.- С: 19-23.
15. Современные проблемы оценки рисков и ущербов здоровью от воздействия факторов окружающей среды. Новиков С.М. и др. // *Гигиена и санитария.* -2007. - № 5.- С.:18-2.0
16. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгуриян Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ. // *Гигиена и санитария.* -2016. - № 8.- С.: 711-716.
17. Оценка ущерба здоровью человека как одно из приоритетных направлений экологич человека и инструмент обоснования управленческих решений. Рахманин Ю.А. и др. // *Гигиена и санитария.* - 2006. - №5.- С.: 10 – 13.
18. ISO 17278-2:2014 Water quality - Determination of arsenic and antimony - Part 2: Method using hydride generation atomic absorption spectrometry (HG-AAS).
19. International standards for drinking-water. 3rd ed. Geneva: WHO. - 1971.- 70p.
20. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03 (с изменениями и дополнениями). Утверждены Гл. Гос. сан. врачом РФ 27.04.03

REFERENCES:

1. Kurbanov M. K. Geothermal and hydromineral resources of the Eastern Caucasus and the Caucasus. - M.: Nauka, MAIK "Nauka / Interperiodika", 2001. - 260 p. (in Russian).
2. Kurbanov M. K. North Dagestan artesian basin. Makhachkala: Dagknigizdat, 1969. - 92 p. (in Russian).
3. Shagoyants S. A. Underground waters of the Central and Eastern parts of the North Caucasus and conditions of their formation. - M.: Gosgeoltekhizdat, 1959. - 306 p. (in Russian).
4. Hall A. H. Chronic arsenic poisoning. *Toxicol. Lett.*, 2002. - No. 128. - Pp. 69-72.

5. Health Effects of Arsenic Longitudinal Study (HEALS): description of a multidisciplinary epidemiologic investigation. Ahsan H. et al. *J. Expo Sci Environ Epidemiol.*, 2006. - V. 16. - Pp. 191 – 205.
6. Nordstrom D. K.: Public health. Worldwide occurrences of arsenic in ground water. *Science*, 2002. - No. 296. - Pp. 2143 - 2145.
7. Avtsyn A. P. et al. Human trace elements. - M.: Medicine, 1991. - 496 p. (in Russian).
8. IARC (International Agency for Research on Cancer). A Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals, Fibres, and

- Dusts. Lyon: World Health Organization Press. - 2012. - 527 p. - Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/>
9. Avaliani S.L., Balbus J., Golub A.A. et al. Environmental management based on risk analysis methodology. - Higher School of Economics. Moscow: TEIs. 2010. - 215 p. (in Russian).
10. Avaliani S.L., Bezpalko L.E., Bobkova T.E., Mishina A.L. Perspective directions of development of risk analysis methodology in Russia. *Hygiene and Sanitation*, 2013. - No. 1.- Pp. 33-35. (in Russian).
11. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislytsyn V.A., Mishina

- A.L. Problems of improvement of the environmental quality management system on the basis of risk analysis to public health. *Hygiene and Sanitation*, 2014. - No. 6. - Pp. 5-8. (in Russian).
12. Avaliani S.L., Revich B.A., Zakharov V.M. Monitoring of human health and environmental health (Regional environmental policy). - M.: Center for environmental policy of Russia, 2001.-76 p. (in Russian).
13. Egorova N.A., Krasovsky G.N. Harmonization of hygienic standards with foreign requirements for drinking water quality. *Hygiene and Sanitation*, 2005. - No. 2. - Pp. 10 – 13. (in Russian).

14. Novikov S.M., Shashina T.A., Khamidulina Kh.Kh., Skvortsova N.S., Ungureanu T.N., Ivanova S.V. Actual problems in the system of state regulation of chemical safety. Hygiene and Sanitation, 2013. - No. 4. - Pp. 19-23. (in Russian).
15. Current problems in assessment of risks and damages to health from exposure to environmental factors. Novikov S. M. et al. Hygiene and Sanitation, 2007. - No. 5. - Pp. 18-20. (in Russian).
16. Novikov S.M., Fokin M.V., Ungureanu T.N. Actual issues of methodology and development of evidence - based assessment of public health risk when exposed to chemicals. Hygiene and Sanitation, 2016. - No. 8. - Pp. 711-716. (in Russian).
17. Rakhmanin Yu.A. et. al. Assessment of damage to human health as one of the priority areas of human ecology and a tool to justify management decisions. Hygiene and Sanitation, 2006. - No. 5. - Pp. 10 - 13. (in Russian).
18. ISO 17278-2:2014 Water quality - Determination of arsenic and antimony - Part 2: Method using hydride generation atomic absorption spectrometry (HG-AAS).
19. International standards for drinking-water. 3rd ed. Geneva: WHO. - 1971. - 70p.
20. Health standards. Maximum permissible concentration (MPC) of chemicals in the water of water bodies of drinking and cultural water use. GN 2.1.5.1315-03 (in Russian).

T.O. Abdulmutalimova

ASSESSMENT OF CARCINOGENIC RISK TO PUBLIC HEALTH WHEN USING GROUNDWATER WITH HIGH ARSENIC CONTENT AS SOURCES OF DRINKING WATER SUPPLY ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 367030, Makhachkala, Russian Federation

Hygienic assessment of drinking groundwater used for drinking water supply by the population of the Northern part of the Republic of Dagestan for several decades has been carried out. The content of arsenic in drinking water sources was found to be up to 50 times higher than the permissible WHO standard. The use of regional factors of water consumption allowed to calculate individual and population carcinogenic risks to the population during long-term use of groundwater for drinking water supply. It was shown that the individual carcinogenic risk was $4,3E-4$ at the minimum concentration of 0,01 mg/L; $2,1E-2$ at the maximum concentration of 0,5 mg/L, and $6,0E-3$ at the average value of 0,14 mg/L, respectively. The identified levels of lifetime individual carcinogenic risks (over 70 years) exceed the «acceptable» (target) level of 10^{-5} and are assessed as unacceptable for the preservation of public health. For the exposed population of the studied regions of Northern Dagestan (309,7 thousand) the values of population annual carcinogenic risks, reflecting the additional (to the background) number of cases of malignant neoplasms that can occur during the year, ranged from 1 to 95 cases. The results of this study allowed to identify areas with high levels of arsenic in drinking water and to identify the exposed part of the population for the implementation of measures to reduce the risk. To assess the population's exposure and establish a link between exposure to arsenic and its accumulation in humans, the biomonitoring has been conducted, the results of which allowed to identify the correlation between arsenic content in hair of residents and it's exhibited content in consumed drinking water.

Keywords: *arsenic, groundwater, drinking water, carcinogenic risk.*

Материал поступил в редакцию 04.04.2019 г.

