

7. Privalova L.I., Wilcock K.E., Keane S.E., Katsnelson B.A., Keane S.E., Cunningham K., et al. Some considerations concerning multimedia – multipollutant risk assessment methodology: use of epidemiologic data for non-cancer risk assessment in Russia. *Environ. Health Persp.* 2001; 109 (1): 7-13.

8. Pope A. et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA.* 2002; 287, № 9: 1132-1141.

9. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.; 1999.

Authors

Kornilkov Aleksey S.

Center for Hygiene and Epidemiology in the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Russian Federation

PhD, Head of Social and Hygienic Monitoring Department

Otdelnyy pereulok 3, office 501, 620078 Yekaterinburg, Russian Federation

Kornilkov_AS@66.rospotrebnadzor.ru

Privalova Larisa I.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Yekaterinburg, Russian Federation
MD, Professor, Head of Laboratory of Scientific Basis of Biological Prophylaxis

Plotko Eduard G.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Yekaterinburg, Russian Federation
MD, Professor, Chief Scientific Officer, Assistant Director

Yarushin Sergey V.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Head of Social and Hygienic Monitoring and Risk Management Laboratory

Lavrentiev Aleksey N.

Center for Hygiene and Epidemiology in the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Russian Federation
MD, Honoured Doctor of the Russian Federation, Deputy Chief Doctor

УДК 614.8 (470.54):614.777

Кузьмина Е. А., Кузнецов Е. О., Кузнецов В. Н., Брусницина Л. А.

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ, СВЯЗАННОГО С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, НА ПРИМЕРЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Екатеринбург, Российская Федерация;
МУП «Водоканал», г. Екатеринбург, Российская Федерация

Резюме. В статье представлены результаты гигиенической характеристики исходной воды и воды после водоподготовки, оценки канцерогенного риска в связи с качеством питьевой воды подаваемой населению крупного промышленного центра, выполненных на данных лабораторных исследований воды источников и питьевой воды перед подачей в сеть.

Ключевые слова: вода источника, вода питьевая, канцерогенный риск, оценка риска

Введение

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является одной из важнейших задач государства, направленных на поддержание и защиту здоровья населения. В условиях ухудшения экологической обстановки, интенсивного загрязнения как поверхностных, так и подземных централизованных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения техногенными продуктами хозяйственной деятельности человека, резкого увеличения химического разнообразия загрязняющих соединений, наблюдается снижение качества подаваемой населению питьевой воды, что создает серьезную опасность для здоровья населения.

В Свердловской области централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением обеспечены 100 % городов и 57,3 % сельских населенных пунктов, в которых проживает 98,17 % населения области (4228765 человек). По санитарно-химическим показателям удельный вес проб воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения не соответствует требованиям установленных нормативов на протяжении ряда лет. В 2013 году процент проб, не соответствующих санитарным правилам, составил 27,6 % (в 2012 году — 22,8 %) [1].

Особенностью поверхностных водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Свердловской области является высокая цветность воды при незначительной мутности за счет гуминовых и фульвокислот природного болотного происхождения, а также содержание железа, марганца, фенолов, нефти и продуктов ее перера-

ботки как природного, так и антропогенного генеза.

Основными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения одного из крупных промышленных центров Свердловской области являются поверхностные источники: р. Уфа с зарегулированным на ней Нязепетровским водохранилищем, р. Чусовая (Волчихинское и Верхне-Макаровское водохранилища), р. Исеть (Исетское и Верх-Исетское водохранилища) и привлекаемые источники водоснабжения — р. Ревда с Новомариинским и Ревдинским водохранилищами.

Ежедневно из Верх-Исетского водохранилища на питьевые цели забирается вода фильтровальной станцией «Сортировочная» (ФСС) для водоснабжения микрорайона Сортировка. Из Волчихинского водохранилища вода подается на Западную фильтровальную станцию (ЗФС). На Головные сооружения водопровода (ГСВ) вода поступает как из Верх-Исетского, так и Волчихинского водохранилищ.

В формировании качества питьевой воды основное значение имеет состояние централизованных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и степень очистки воды на объектах водоподготовки. Загрязнение водных объектов, в первую очередь поверхностных источников водоснабжения, при недостаточной эффективности работы водоочистных сооружений, а также неудовлетворительное состояние распределительных сетей влечет за собой ухудшение подаваемой потребителям питьевой воды и создает серьезную опасность для здоровья населения [1].

На всех трех станциях водоподготовки применяется традиционная схема подготовки воды с использованием хлора или других хлорсодержащих дезинфицирующих средств, которые при взаимодействии с органическими веществами образуют токсичные продукты трансформации, в том числе и канцерогенные вещества, форма и количество которых в основном зависит от содержания в воде органических соединений.

Цель работы — гигиеническая оценка качества исходной воды и воды после водоподготовки, подаваемой населению города со всех трех станций и оценка канцерогенного риска в связи с качеством питьевой воды, подаваемой

населению города, по уточненным данным расширенного мониторинга 2013–2014 гг.

Материалы и методы

Исходными данными для гигиенической характеристики и последующей оценки канцерогенного риска послужили результаты проведенного лабораторного контроля за качеством воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также питьевой воды перед подачей в сеть за период с 31 июля 2013 г. по 31 июля 2014 г.

За вышеуказанный период, было отобрано 306 проб воды в шести точках (по 51 пробе в каждой точке отбора).

Исходная вода и вода после водоподготовки анализировалась по 110 показателям. Из них 78 показателей имели значения ниже предела обнаружения. Из оставшихся 32 показателей для дальнейшей оценки риска было взято 22, из них 10 веществ отнесены к канцерогенам.

Гигиеническая характеристика проведена в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 и СанПиН 2.1.4.1074-01 [2-3].

Оценка канцерогенного риска для здоровья населения в связи с качеством питьевой воды проводилась в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [4].

Результаты и обсуждение

По результатам исследований было установлено, что на всех трех станциях водоподготовки исходная вода не соответствует требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 [2] по цветности, БПК, ХПК, окисляемости перманганатной, растворенному кислороду, содержанию марганца, железа, алюминия. Кроме того, на двух станциях (ЗФС и ГСВ) отмечается превышение установленного норматива по свинцу до 1,5 раз, а на ФСС по мышьяку до 2 раз и трихлорэтилену до 3,3 раз. В исходной воде было идентифицировано 5 веществ, обладающих канцерогенными свойствами (никель, мышьяк, кадмий, свинец и трихлорэтилен).

При анализе качества воды после водоподготовки (перед подачей в разводящую сеть) установлено ее несоответствие требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [3] по окисляемости перманганатной и содержанию марганца на всех трех станциях водоподготовки. На ФСС содержание трихлорэтилена превышает установленный норматив до 3 раз. В воде после водоподготовки было идентифицировано 10 канцерогенных веществ (никель, мышьяк, кадмий, свинец, бромдихлорметан, бромформ, дибромхлорметан, трихлорэтилен, хлороформ, четыреххлористый углерод), что связано с использованием на всех трех станциях водоподготовки хлора или других хлорсодержащих дезинфицирующих средств.

Оценка канцерогенного риска проводилась отдельно для исходной воды и воды после водоподготовки (перед подачей в разводящую сеть). В связи с отсутствием фактора канцерогенного потенциала для перорального пути поступления никеля, последний был исключен из расчета канцерогенного риска. Таким образом, канцерогенный риск для исходной воды рассчитывался по 4 веществам, для воды после водоподготовки — по 9.

В соответствии с СанПиН 1.2.2353-08 [5] хлороформ, углерод четыреххлористый, бромдихлорметан, бромформ и дибромхлорметан не относятся к химическим канцерогенным факторам, что можно объяснить недостаточностью данных о вредных канцерогенных эффектах у человека. Между тем данные вещества идентифицированы как канцерогены в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04 по классификации МАИР.

В таблице 1 представлены результаты суммарного канцерогенного риска с указанием величины индивидуального канцерогенного риска, как в исходной воде, так и в воде после водоподготовки.

Как видно из таблицы 1, индивидуальный канцерогенный риск в исходной воде по всем веществам в соответ-

ствии с Р 2.1.10.1920-04 относится к первому и второму диапазонам, что соответствует предельно допустимому риску, за исключением ФСС, на которой канцерогенный риск от мышьяка по максимальным значениям относится к третьему диапазону (приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом).

Таблица 1

Суммарный канцерогенный риск для здоровья населения в исходной воде и в воде после водоподготовки

Вещества	ЗФС		ГСВ		ФСС	
	средние	max	средние	max	средние	max
Исходная вода						
Мышьяк	2,47E-05	5,11E-05	2,47E-05	5,99E-05	3,35E-05	3,52E-04
Кадмий	4,02E-07	2,68E-06	3,12E-07	8,92E-07	4,91E-07	2,50E-06
Свинец	2,48E-06	8,22E-05	8,83E-07	6,24E-06	8,28E-07	5,08E-06
Трихлорэтилен	-	-	9,04E-09	3,87E-08	5,31E-07	2,13E-06
Сумма	2,75E-05	1,36E-04	2,59E-05	6,70E-05	3,53E-05	3,62E-04
После водоподготовки						
Мышьяк	2,20E-05	3,52E-05	2,29E-05	3,87E-05	2,55E-05	3,70E-05
Кадмий	4,46E-07	1,34E-06	4,46E-07	1,61E-06	4,91E-07	3,93E-06
Свинец	7,01E-07	9,38E-06	8,28E-07	5,41E-06	6,62E-07	5,08E-06
Бромдихлорметан	4,37E-06	1,31E-05	2,64E-06	4,44E-06	2,84E-06	7,94E-06
Бромформ	3,43E-08	5,57E-08	3,43E-08	5,57E-08	3,43E-08	5,57E-08
Дибромхлорметан	2,66E-07	2,96E-07	2,56E-07	2,96E-07	2,27E-07	2,96E-07
Трихлорэтилен	1,16E-08	1,29E-08	1,29E-08	5,30E-08	2,58E-07	1,94E-06
Хлороформ	4,73E-06	7,88E-06	3,08E-06	7,88E-06	4,43E-06	1,29E-05
Четыреххлористый углерод	1,37E-07	1,53E-07	1,37E-07	1,53E-07	1,22E-07	1,53E-07
Сумма	3,27E-05	6,74E-05	3,03E-05	5,86E-05	3,46E-05	6,93E-05

Суммарный канцерогенный риск в исходной воде, подаваемой на все три станции, находится на уровне от $2,59 \times 10^{-5}$ до $6,70 \times 10^{-5}$, что в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относится ко второму диапазону и соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска.

На ЗФС и ФСС по максимальным значениям, суммарный канцерогенный риск находится на уровне от $1,36 \times 10^{-4}$ до $3,62 \times 10^{-4}$, что соответствует третьему диапазону (приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом).

Наибольший вклад в суммарные величины канцерогенного риска в исходной воде, подаваемой на все три станции, вносят соответствующие показатели мышьяка (до 97 %), а на ЗФС по максимальным значениям — свинец (61 %).

Индивидуальный канцерогенный риск в воде после водоподготовки (перед подачей в разводящую сеть) по всем веществам в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относится к первому и второму диапазонам, что соответствует предельно допустимому риску, даже несмотря на то, что содержание трихлорэтилена в воде после водоподготовки (перед подачей в разводящую сеть) с ФСС, превышает установленный норматив (0,005 мг/л) по максимальным значениям до 3 раз.

Суммарные индивидуальные канцерогенные риски находятся на уровне от $3,27 \times 10^{-5}$ до $6,74 \times 10^{-5}$ на ЗФС, от $3,03 \times 10^{-5}$ до $5,86 \times 10^{-5}$ на ГСВ и от $3,46 \times 10^{-5}$ до $6,93 \times 10^{-5}$ на ФСС. В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 данные уровни (как по средним, так и по максимальным концентрациям) относятся ко второму диапазону, что соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом. Данные уровни подлежат постоянному контролю.

Наибольший вклад в суммарные величины канцерогенного риска на всех трех станциях (как по средним, так и по максимальным концентрациям) вносят соответствующие

показатели мышьяка (до 75 % — по средним концентрациям и до 66 % — по максимальным концентрациям).

Выводы

1. Результаты оценки исходной воды для централизованного водоснабжения крупного промышленного центра показали ее несоответствие санитарно-гигиеническим требованиям по свинцу, мышьяку и трихлорэтилену, а после водоподготовки по трихлорэтилену.

2. Используемые схемы подготовки воды на фильтровальных станциях не позволяют получить питьевую воду, соответствующую нормативным документам, а использование хлора или других хлорсодержащих дезинфицирующих средств, способствует образованию новых канцерогенных веществ.

3. Суммарный канцерогенный риск в исходной воде, подаваемой на все станции, относится ко второму диапазону, а на ЗФС и ФСС по максимальным значениям — третьему диапазону (приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом).

4. Наибольший вклад в суммарные величины канцерогенного риска в исходной воде, подаваемой на все фильтровальные станции, вносят соответствующие показатели мышьяка, а на ЗФС по максимальным значениям — свинца.

5. Суммарный канцерогенный риск, в связи с качеством питьевой воды перед подачей в разводящую сеть со всех станций водоподготовки, соответствует предельно допустимому риску, а наибольший вклад в суммарные величины канцерогенного риска на этих станциях вносят соответствующие показатели мышьяка.

ЛИТЕРАТУРА

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2013 году: Государственный доклад. Екатеринбург, 2014.

2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-00.

3. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения: СанПиН 2.1.4.1074-01.

4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04.

5. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности: СанПиН 1.2.2353-08.

Авторская справка

Кузьмина Елена Анатольевна

risk@ymrc.ru

ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург

к. м. н., в. н. с., руководитель отдела комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения

Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Полова, д. 30

Кузнецов Евгений Олегович

ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург

н. с. лаборатории гигиены окружающей среды и экологии человека

Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Полова, д. 30

Кузнецов Вадим Николаевич

МУП «Водоканал», г. Екатеринбург

технический директор

Брусницына Людмила Александровна

МУП «Водоканал», г. Екатеринбург

начальник центральной лаборатории

Российская Федерация, 620043 г. Екатеринбург, старый Московский тракт, 11 км

Kuzmina Ye. A., Kuznetsov Ye. O.,

Kuznetsov V. N., Brusnitsina L. A.

ASSESSMENT OF THE CARCINOGENIC RISK TO HEALTH ASSOCIATED WITH THE DRINKING WATER QUALITY IN THE CONTEXT OF LARGE INDUSTRIAL CENTER

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Yekaterinburg, Russian Federation;

Municipal Unitary Enterprise Vodocanal, Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract. This study presents the results of hygienic assessment of the primary drinking water and water specially treated as well as carcinogenic risk assessment in the context of quality of the drinking water used by population of large industrial center. These results were obtained basing on the data of laboratory investigation of the drinking water of sources and the drinking water prior to supplying to population.

Key words: water of source, drinking water, carcinogenic risk, risk assessment

REFERENCES

1. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Sverdlovskoj oblasti v 2013 godu: Gosudarstvennyj доклад. Ekaterinburg, 2014.

2. Gигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-00.

3. Pit'evaja voda. Gигиенические требования к качеству воды централизованных систем пит'evogo водоснабзhenija. Kontrol' kachestva. Gигиенические требования к obespecheniju bezopasnosti sistem gorjachego водоснабзhenija: СанПиН 2.1.4.1074-01.

4. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagryaznjajushhih okruzhajushhiju sredu: R 2.1.10.1920-04.

5. Kancerogennye faktory i osnovnye trebovanija k profilaktike kancerogennoj opasnosti: СанПиН 1.2.2353-08.

Authors

Kuzmina Yelena A.

risk@ymrc.ru

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor

PhD, Leading Scientific Officer, Head of Department of Integrated Issues of Hygiene and Prophylaxis of Population Diseases

Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Popova St. 30

Kuznetsov Yevgeniy O.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor

Scientific Officer of Department of Integrated Issues of Hygiene and Prophylaxis of Population Diseases

Kuznetsov Vadim N.

Municipal Unitary Enterprise Vodocanal, Yekaterinburg, Russian Federation

Chief Technology Officer

Brusnitsina Ludmila A.

Municipal Unitary Enterprise Vodocanal, Yekaterinburg, Russian Federation

Head of Central Laboratory

Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Staryj Moskovskij Trakt, 11 km