

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННОГО С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВОДОЗАБОРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО И ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ТИПОВ

Малкова М. А., Вождяева М. Ю., Кантор Е. А.

ASSESSMENT OF CARCINOGENIC RISK TO POPULATION HEALTH DUE TO THE QUALITY OF DRINKING WATER OF SURFACE AND INFILTRATION WATER INTAKES

Malkova M. A., Vozhdaeva M. Yu., Kantor E. A.

Аннотация

В статье приводится сопоставление качества воды с величиной канцерогенного риска, который определяется содержанием известных канцерогенных веществ — компонентов тригалогенметанов, которые образуются в процессе хлорирования воды. Оценка канцерогенного риска для здоровья человека, возникающего при потреблении питьевой воды водозаборов поверхностного и инфильтрационного типов, проводится согласно методическим рекомендациям (МР 2.1.4.0032–11). В качестве исходных данных использованы среднегодовые концентрации компонентов тригалогенметанов (ТГМ) и стандартные значения факторов экспозиции.

Установлено, что питьевая вода, получаемая на поверхностном водозаборе, имеет большее значение суммарного канцерогенного риска. Это объясняется используемой технологией двойного хлорирования и повышенной по сравнению с применяемой на инфильтрационных водозаборах (ИВ1 и ИВ2) дозой хлора. Так, значения суммарного канцерогенного риска по ПВ составляют $1,18 \times 10^{-5} \div 3,25 \times 10^{-6}$, а по ИВ1 и ИВ2 $9,29 \times 10^{-6} \div 5,99 \times 10^{-6}$ и $5,08 \times 10^{-6} \div 3,30 \times 10^{-6}$ соответственно.

Впервые показано, что наибольший вклад в суммарные величины канцерогенного риска в питьевой воде на водозаборах инфильтрационного типа вносит бромдихлорметан, на водозаборе поверхностного типа ПВ — бромдихлорметан и хлороформ. Полученные результаты свидетельствуют о несколько более высоком качестве питьевой воды инфильтрационных водозаборов по сравнению с водозаборами поверхностного типа по такому показателю, как суммарный канцерогенный риск. С другой стороны, дибромхлорметан является наиболее опасным среди постоянно присутствующих ТГМ в питьевой воде, а его содержание в воде инфильтрационных водозаборов выше, чем в поверхностном.

Ключевые слова: хлорирование питьевой воды, тригалогенметаны, канцерогенный риск, поверхностный водозабор, инфильтрационный водозабор.

В обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия, качества жизни и охраны здоровья людей особое место принадлежит качеству питьевой воды. Риск для здоровья человека, обусловленный качеством питьевой воды,

Abstract

The article compares the quality of water with the magnitude of carcinogenic risk, which is determined by the content of known carcinogens — components of trihalomethanes, which are formed during the chlorination of water. An assessment of the carcinogenic risk to human health arising from the consumption of drinking water from surface and infiltration water intake is carried out in accordance with the guidelines (MR 2.1.4.0032–11). The average annual concentrations of trihalomethane components (TMC) and standard values of exposure factors were used as initial data. It is established that drinking water obtained on surface water intake has a greater value of the total carcinogenic risk. This is explained by the chlorine dosing technology used and the chlorine dose, which is higher than that used for infiltration water intakes (IW1 and IW2). Thus, the values of the total carcinogenic risk for surface water intake (SWI) are $1.18 \times 10^{-5} \div 3.25 \times 10^{-6}$, and for IW1 and IW2 $9.29 \times 10^{-6} \div 5.99 \times 10^{-6}$ and $5.08 \times 10^{-6} \div 3.30 \times 10^{-6}$, respectively. For the first time it has been shown that bromodichloromethane is the largest contributor to the total values of carcinogenic risk in drinking water at infiltration water intakes, on surface water intake of SWI-bromodichloromethane and chloroform. The obtained results testify to a somewhat higher quality of drinking water of infiltration water intakes in comparison with water withdrawals of surface type for such indicator as total carcinogenic risk. On the other hand, dibromochloromethane is the most dangerous among constantly present TMC in drinking water, and its content in water infiltration water intakes is higher than in surface water.

Keywords: chlorination of drinking water, trihalomethanes, carcinogenic risk, surface water intake, infiltration water intake.

в настоящее время является одной из важнейших медико-экологических проблем [1–3].

Наиболее часто вода с целью обеззараживания подвергается хлорированию, в результате чего происходит образование хлорорганических

соединений [4–9], значительная доля которых приходится на тригалогенметаны (ТГМ). Эти вещества обладают канцерогенным и мутагенным эффектами [1, 10]. Согласно [11] ТГМ включены в список обязательно контролируемых загрязнителей воды питьевого назначения. Оценка риска канцерогенных эффектов ТГМ позволяет установить количественные характеристики вредных воздействий на здоровье человека. Как правило, расчеты для этих соединений проводятся путем определения канцерогенного риска по каждому веществу, поступающему в организм человека с питьевой водой, и суммарного канцерогенного риска для всех веществ [12].

Нами проведены расчеты, позволяющие оценить изменения канцерогенного риска (КР), который определяется количеством ТГМ в питьевой воде, в зависимости от типа водозабора города Уфы.

При расчете рисков использованы данные мониторинга тригалогенметанов (хлороформа (ХФ), бромформа (БФ), бромдихлорметана (БДХ), дибромхлорметана (ДБХ)), проводимого центральной аналитической лабораторией МУП «Уфаводоканал» [6, 13–15]. В качестве объектов исследования выбраны поверхностный (ПВ) и два инфильтрационных водозабора (ИВ1, ИВ2), расположенные на берегу р. Уфы. Оценка рисков для здоровья населения в связи с качеством питьевой воды проведена в соответствии с методическими рекомендациями [12].

В качестве исходных данных использованы среднегодовые концентрации компонентов ТГМ, за которые приняты значения, полученные сложением среднемесячных и делением их на количество месяцев в году. Таким образом, получен временной ряд среднегодовых концентраций компонентов ТГМ за период 1995–2013 гг. Далее сложением среднегодовых значений концентраций и делением суммы на количество лет в выбранном периоде рассчитаны среднемноголетние значения компонентов ТГМ. Для определения тенденции изменения КР период наблюдений сокращался последовательно на один год (начиная с 1995 и до 2011 г.). Таким образом, последний период 2011–2013 гг. представлял собой временной отрезок, рекомендованный для определения КР в методических рекомендациях [12].

Следует отметить, что среднемноголетние концентрации компонентов ТГМ (табл. 1) за рассматриваемые периоды ни разу не превышали своего предельнодопустимого значения (ПДК ХФ составляет 60 мкг/дм³, ДБХ и БДХ — 30 мкг/дм³, БФ — 100 мкг/дм³) [5, 6].

Расчет канцерогенного риска беспороговым методом осуществлялся с использованием данных о концентрациях ТГМ, факторах экспозиции и значениях потенциала канцерогенного риска для перорального воздействия:

$$Risk = \frac{C \times CR \times ED \times EF}{BW \times AT \times 365} SF_0, \quad (1)$$

где C — концентрация вещества; CR — скорость поступления потребляемой воды (л/сут), ED — продолжительность воздействия (лет), EF — частота воздействия (дней/год), BW — масса тела человека (кг), AT — период осреднения экспозиции (лет), SF_0 — фактор канцерогенного потенциала (мг/(кг·сут))⁻¹.

В расчетах использованы рекомендуемые стандартные значения факторов экспозиции [12].

В целом результаты расчета свидетельствуют о том, что значения КР по всем веществам и вне зависимости от типа водозабора в период 1995–2013 гг. снижаются (табл. 2). Наибольшие значения КР по ХФ и ДХБ наблюдаются на водозаборе поверхностного типа. Самый высокий КР по ДБХ выявлен на ИВ2. Канцерогенные риски для БФ (начиная с 2000 г. для ПВ) не могут быть рассчитаны, поскольку значения концентраций этого соединения лежат ниже предела определения (табл. 1).

Интересно отметить, что по ДХБ значения КР выше на поверхностном водозаборе, чем на инфильтрационных, а по ДБХ наблюдается обратная зависимость. КР по ДБХ на ПВ приблизительно в 3–5 раз ниже, чем на ИВ1 и ИВ2. По всей вероятности, это связано с тем, что на ПВ хлорирование проводится в два этапа. На первом этапе первичная доза хлора расходуется в большей степени на образование ДХБ. При хлорировании второй дозой хлора, которая значительно ниже первой, по-видимому, скорость образования бромсодержащих метанов существенно снижается, в том числе и за счет того, что сокращается содержание активных компонентов загрязнителей воды, которые могут участвовать в реакциях бромирования [5].

Таблица 1

Среднемноголетние концентрации ТГМ в питьевой воде на водозаборах различного типа

Период усреднения	Концентрация, мкг/дм ³											
	ИВ1				ПВ				ИВ2			
	ХФ	ДБХ	БДХ	БФ	ХФ	ДБХ	БДХ	БФ	ХФ	ДБХ	БДХ	БФ
1995–2013	7,2	1,1	3,0	0,2	23,8	0,5	3,7	0,3	4,3	1,4	0,5	0,2
1996–2013	7,4	1,0	3,0	0,2	24,4	0,4	3,5	0,1	4,3	1,4	0,4	0,1
1997–2013	7,6	0,9	2,9	0,1	24,7	0,4	3,5	0,1	4,4	1,3	0,4	0,1
1998–2013	7,9	0,9	3,0	0,0	25,3	0,4	3,4	0,1	4,4	1,3	0,4	0,1
1999–2013	8,3	0,9	3,1	0,0	25,9	0,3	3,4	0,1	4,5	1,2	0,3	0,1
2000–2013	8,6	0,9	3,1	0,0	26,6	0,3	3,4	0,0	4,5	1,2	0,3	0,0
2001–2013	8,0	0,9	2,9	0,0	25,4	0,3	3,3	0,0	4,4	1,2	0,3	0,0
2002–2013	7,3	0,9	2,7	0,0	24,7	0,3	3,2	0,0	4,3	1,1	0,3	0,0
2003–2013	6,9	0,8	2,6	0,0	24,1	0,3	3,1	0,0	4,2	1,1	0,3	0,0
2004–2013	6,0	0,8	2,3	0,0	23,1	0,3	2,9	0,0	4,2	1,1	0,3	0,0
2005–2013	5,5	0,7	2,1	0,0	22,9	0,3	2,8	0,0	4,1	1,1	0,3	0,0
2006–2013	5,3	0,7	2,0	0,0	22,9	0,3	2,8	0,0	4,1	1,1	0,2	0,0
2007–2013	5,2	0,7	2,0	0,0	21,3	0,3	2,7	0,0	3,9	1,1	0,2	0,0
2008–2013	5,4	0,7	2,1	0,0	21,1	0,3	2,6	0,0	3,9	1,1	0,2	0,0
2009–2013	5,3	0,7	2,1	0,0	21,1	0,3	2,6	0,0	4,0	1,1	0,2	0,0
2010–2013	5,4	0,8	2,2	0,0	19,7	0,3	2,4	0,0	4,0	1,1	0,2	0,0
2011–2013	5,1	0,7	2,2	0,0	16,7	0,2	2,0	0,0	3,9	1,1	0,2	0,0

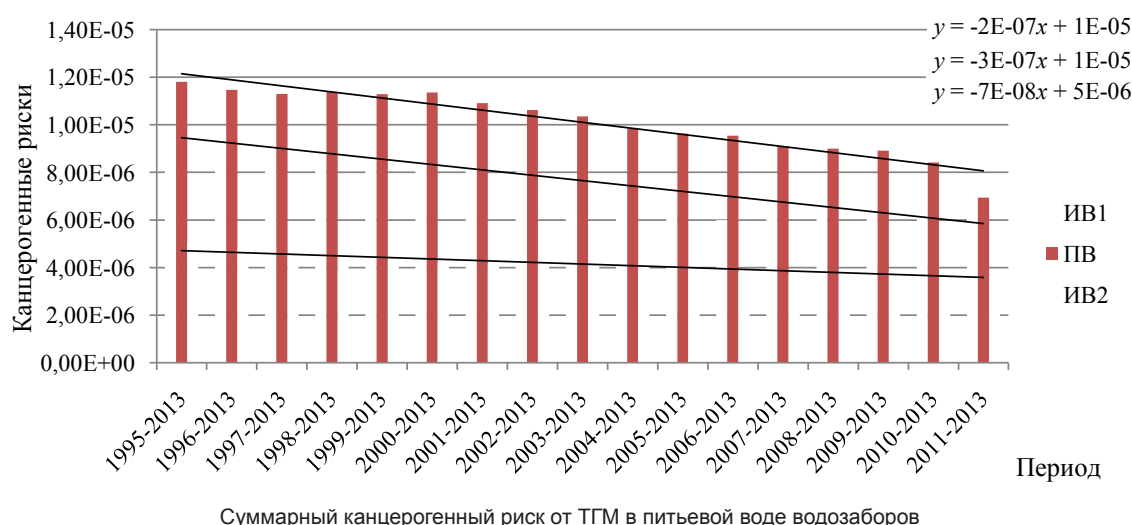
Таблица 2

Результаты расчета канцерогенного риска по компонентам ТГМ

Период	Канцерогенные риски											
	[ХФ] × 10 ⁻⁶			[ДХБ] × 10 ⁻⁶			[ДБХ] × 10 ⁻⁶			[БФ] × 10 ⁻⁶		
	ИВ1	ПВ	ИВ2	ИВ1	ПВ	ИВ2	ИВ1	ПВ	ИВ2	ИВ1	ПВ	ИВ2
1995–2013	1,2	4,1	0,7	5,4	6,5	0,8	2,5	1,0	3,5	–	0,06	–
1996–2013	1,3	4,3	0,8	5,3	6,3	0,8	2,4	0,9	3,2	–	0,03	–
1997–2013	1,3	4,3	0,8	5,2	6,1	0,7	2,2	0,9	3,0	–	0,02	–
1998–2013	1,4	4,4	0,8	5,3	6,1	0,6	2,3	0,9	3,0	–	0,02	–
1999–2013	1,4	4,5	0,8	5,4	6,0	0,6	2,2	0,8	2,9	–	0,02	–
2000–2013	1,5	4,6	0,8	5,5	6,0	0,6	2,3	0,7	2,8	–	–	–
2001–2013	1,4	4,4	0,8	5,1	5,8	0,6	2,2	0,7	2,8	–	–	–
2002–2013	1,3	4,3	0,8	4,7	5,6	0,6	2,0	0,7	2,7	–	–	–
2003–2013	1,2	4,2	0,7	4,6	5,4	0,6	2,0	0,7	2,7	–	–	–
2004–2013	1,0	4,0	0,7	4,1	5,2	0,6	1,8	0,7	2,7	–	–	–
2005–2013	1,0	4,0	0,7	3,7	5,0	0,6	1,6	0,6	2,7	–	–	–
2006–2013	0,9	4,0	0,7	3,5	4,9	0,4	1,6	0,6	2,7	–	–	–
2007–2013	0,9	3,7	0,7	3,6	4,7	0,4	1,6	0,6	2,7	–	–	–
2008–2013	0,9	3,7	0,7	3,8	4,7	0,4	1,7	0,6	2,7	–	–	–
2009–2013	0,9	3,7	0,7	3,8	4,6	0,4	1,7	0,6	2,7	–	–	–
2010–2013	0,9	3,4	0,7	3,9	4,3	0,4	1,8	0,7	2,7	–	–	–
2011–2013	0,9	2,9	0,7	3,8	3,5	0,4	1,8	0,5	2,7	–	–	–

По компонентам ТГМ КР лежат в пределах $0,4 \times 10^{-6}$ – $6,5 \times 10^{-6}$ (табл. 2), не превышая значение предельнодопустимого риска [12], т. е. полученные значения рисков по отдельным компонентам ТГМ не представляют серьезной опасности для человека.

Суммарный КР можно определить как сумму КР по отдельным компонентам ТГМ (рисунки) [12]. Наибольшее значение суммарного канцерогенного риска соответствует водозабору поверхностного типа ПВ. Это объясняется используемой технологией двойного хлорирования



и повышенной по сравнению с применяемой на инфильтрационных водозаборах дозой хлора. В результате в питьевой воде поверхностного водозабора содержатся более высокие концентрации компонентов ТГМ по сравнению с водозаборами инфильтрационного типа. Значения суммарного канцерогенного риска по ПВ составляют $1,18 \times 10^{-5} \div 3,25 \times 10^{-6}$, а по ИВ1 и ИВ2 $9,29 \times 10^{-6} \div 5,99 \times 10^{-6}$ и $5,08 \times 10^{-6} \div 3,30 \times 10^{-6}$ соответственно. Полученные значения ниже предельно допустимого риска [12], тем не менее содержание ТГМ в питьевой воде подлежит постоянному контролю в соответствии с рекомендациями СанПиН [11]. Необходимо отметить, что на всех водозаборах наблюдается тенденция, свидетельствующая о снижении величины канцерогенного риска (см. рисунок).

Оценка вклада каждого компонента ТГМ в величину суммарного канцерогенного риска показывает, что наибольший вклад в суммарные

величины канцерогенного риска в питьевой воде вносят на водозаборах инфильтрационного типа вносит ДХБ, на водозаборе поверхностного типа ПВ — ДХБ и ХФ (табл. 3). Более высокий вклад ХФ в КР на ПВ, по всей вероятности, связан с повышенной дозой хлора, используемой на ПВ по сравнению с ИВ1 и ИВ2.

Полученные результаты свидетельствуют о несколько более высоком качестве питьевой воды инфильтрационных водозаборов по сравнению с водозаборами поверхностного типа по такому показателю, как суммарный канцерогенный риск. С другой стороны, ДХБ является наиболее опасным среди постоянно присутствующих ТГМ в питьевой воде, а его содержание в воде инфильтрационных водозаборов выше, чем в поверхностном.

Благодарности

Издание осуществлено при финансовой поддержке РГНФ. Проект «Эколого-гигиеническая оценка влияния качества воды на здоровье населения (на примере г. Уфы)» №15-16-02009/16.

Литература

1. Мазаев, В. Т., Королев, А. А., Шлепника, Т. Г. (2005). *Коммунальная гигиена*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 304 с.
2. Пивоварова, Е. А. (2016). Оценка канцерогенного риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду. В *Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции*, сс. 125–127.
3. Сулейманов, Р. А., Валеев, Т. К., Егорова, Н. Н. (2016). Эколого-гигиенические риски здоровью человека при употреблении питьевых вод в условиях промышленного города.

Таблица 3

Вклад компонентов ТГМ в суммарные величины канцерогенного риска, %

Водозабор	ХФ	ДБХ	БДХ	БФ
1995–2013				
ИВ1	13,6	27,7	58,3	0,4
ПВ	39,9	7,2	52,8	0,1
ИВ2	16,2	26,1	56,8	0,9
2011–2013				
ИВ1	14,6	27,6	57,8	0,0
ПВ	41,2	7,6	51,2	0,0
ИВ2	20,3	15,8	63,9	0,0

Уфа: Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека, 19 с.

4. Авчинников, А. В. (2001). Гигиеническая оценка современных способов обеззараживания питьевой воды. *Гигиена и санитария*, № 2, сс. 11–20.

5. Малкова, М. А., Кантор, И. В., Кантор, Е. А. (2015). Оценка загрязненности тригалогенметанами питьевой воды. В: *Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках в условиях перехода предприятий на импортозамещение: проблемы и пути решения*, УГНТУ, сс. 409–411.

6. Кантор, Е. А., Малкова, М. А., Жигалова, А. В. (2016). *Содержание тригалогенметанов в питьевой воде некоторых водозаборов г. Уфы*. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016620652 от 23.05.2016.

7. Малкова, М. А. (2016). Некоторые проблемы образования тригалогенметанов при хлорировании питьевой воды. *Вестник молодого ученого УГНТУ*, № 3 (7), сс. 68–74.

8. Малкова, М. А., Хузиахметова, А. А. (2015). Проблема образования тригалометанов при хлорировании воды. В: *Материалы IX Всероссийской научной интернет-конференции: Интеграция науки и высшего образования в области био и органической химии и биотехнологии*, с. 113.

9. Малкова, М. А., Хусаинова, И. А., Хузиахметова, А. А. (2016). Оценка изменения качества питьевой воды по тригалогенметанам в период 1993–2013 гг. на некоторых водозаборах г. Уфы. В: *Материалы 67-й Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ*. Уфа: Издательство УГНТУ, сс. 491–492.

10. Малкова, М. А., Хузиахметова, А. А., Жигалова, А. В. (2017). Сопоставление качества питьевой воды по содержанию тригалогенметанов с заболеваемостью населения. *Современные проблемы науки и образования*, № 3, с. 145.

11. Минздрав России (2002). СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

12. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора (2012). Методические рекомендации МР 2.1.4.0032–11. Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности.

13. Вожаева, М. Ю., Цыпышева, Л. Г., Кантор, Л. И. (2005). Эффективность сочетания масс-селективного и атомно-эмиссионного детектирования при хроматографическом анализе качества воды. *Масс-спектрометрия*, т. 2, № 3, сс. 229–235.

14. Вожаева, М. Ю., Цыпышева, Л. Г., Кантор, Л. И. (2001). Анализ органических загрязнителей воды методами газовой хроматографии с различными видами детектирования. *Аналитика и контроль*, т. 5, № 2, сс. 171–185.

15. Голова, А. Р., Вожаева, М. Ю., Вагнер, Е. В. (2017). Содержание органических соединений в питьевой воде, транспортируемой по распределительной водопроводной сети г. Уфы. В: *Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований материалы XI международной научно-практической конференции*. НИЦ «Академический», сс. 172–175.

References

1. Mazaev, V. T., Korolev, A. A., Shleprika, T. G. (2005). *Kommunal'naya gigiena* [Communal Hygiene]. M.: GEHOTAR-Media, 304 p. (in Russian).

2. Pivovarova, E. A. (2016). Ocenka kancerogennoogo riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih pit'evuyu vodu [Assessment of the carcinogenic risk to public health when exposed to chemicals polluting drinking water] In: *Innovacionnye issledovaniya: problemy vnedreniya rezul'tatov i napravleniya razvitiya. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, pp. 125–127. (in Russian).

3. Sulejmanov, R. A., Valeev, T. K., Egorova, N. N. (2016). Ekologo-gigienicheskie riski zdorov'yu cheloveka pri upotreblenii pit'evyh vod v usloviyah promyshlennogo goroda [Ecological and hygienic risks to human health when drinking water is used in an industrial city]. Ufa: Ufmskij NII mediciny truda i ehkologii cheloveka, 19 p. (in Russian).

4. Avchinnikov, A. V. (2001). Gigienicheskaya ocenka sovremennykh sposobov obezrazhivaniya pit'evoy vody [Hygienic assessment of modern methods of drinking water disinfection]. *Gigiena i sanitariya*, № 2, pp. 11–20. (in Russian).

5. Malkova, M. A., Kantor, I. V., Kantor, E. A. (2015). Ocenka zagryaznenosti trigalogenmetanami pit'evoy vody [Assessment of contamination of drinking water by trihalomethanes]. V: *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v tekhnicheskikh naukah v usloviyah perekhoda predpriyatij na importozameshchenie: problemy i puti resheniya*, UGNTU, pp. 409–411. (in Russian).

6. Kantor, E. A., Malkova, M. A., Zhigalova, A. V. (2016). Soderzhanie trigalogenmetanov v pit'evoy vode nekotorykh vodozaborov g. Ufy [The content of trihalomethanes in drinking water of some water intakes in Ufa]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh № 2016620652 от 23.05.2016. (in Russian).

7. Malkova, M. A. (2016). Nekotorye problemy obrazovaniya trigalogenmetanov pri hlorirovanii pit'evoy vody [Some problems of the formation of trihalomethanes in the chlorination of drinking water]. *Vestnik mladogo uchenogo UGNTU*, № 3 (7), pp. 68–74. (in Russian).

8. Malkova, M. A., Huziahmetova, A. A. (2015). Problema obrazovaniya trigalometanov pri hlorirovanii vody [The problem of the formation of trihalomethanes in the chlorination of water]. V: *Materialy IX Vserossijskoj nauchnoj internet-konferencii: Integraciya nauki i vysshego obrazovaniya v oblasti bio i organicheskoy himii i biotekhnologii*, p. 113. (in Russian).

9. Malkova, M. A., Husainova, I. A., Huziahmetova, A. A. (2016). Ocenka izmeneniya kachestva pit'evoy vody po trigalogenmetanam v period 1993–2013 gg. na nekotorykh vodozaborah g. Ufy [Assessment of changes in the quality of drinking water for trihalomethane in the period 1993–2013. at some water intakes in Ufa]. In: *Materialy 67-j Nauchno-Tekhnicheskoy konferenciya studentov, aspirantov i mladyyh uchenykh UGNTU*. Ufa: Izdatel'stvo UGNTU, pp. 491–492. (in Russian).

10. Malkova, M. A., Huziahmetova, A. A., Zhigalova, A. V. (2017). Sopostavlenie kachestva pit'evoy vody po soderzhaniiu trigalogenmetanov s zabolevaemost'yu naseleniya [Comparison of the quality of drinking water with respect to the content of trihalomethanes with the incidence of the population].

Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, № 3, p. 145. (in Russian).

11. Minzdrav Rossii (2002). SanPiN 2.1.4.1074–01. Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzheniya [Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems]. (in Russian).

12. Federal'nyj centr gigieny i ehpidemiologii Rospotrebnadzora (2012). Metodicheskie rekomendacii MR 2.1.4.0032–11. Integral'naya ocenka pit'evoy vody po pokazatelyam himicheskoj bezvrednosti [Methodical recommendations of MR 2.1.4.0032-11. Integral assessment of drinking water according to the indices of chemical harmlessness]. (in Russian).

13. Vozhdaeva, M. Yu., Cypysheva, L. G., Kantor, L. I. (2005). Effektivnost' sochetaniya mass-selektivnogo i atomno-ehmissionnogo detektirovaniya pri hromatograficheskom analize kachestva vody [Efficiency of a combination of mass-selective and atomic-emission detection in the chromatographic analysis of water quality]/ Mass-spektrometriya, vol. 2, № 3, pp. 229–235. (in Russian).

14. Vozhdaeva, M. Yu., Cypysheva, L. G., Kantor, L. I. (2001). Analiz organicheskikh zagryaznitelej vody metodami gazovoj hromatografii s razlichnymi vidami detektirovaniya [Analysis of organic pollutants of water by gas chromatography with various types of detection]. *Analitika i kontrol'*, vol. 5, № 2, pp. 171–185. (in Russian).

15. Holova, A. R., Vozhdaeva, M. Yu., Vagner, E. V. (2017). Soderzhanie organicheskikh soedinenij v pit'evoy vode, transportiruemoj po raspredelitel'noj vodoprovodnoj seti g. Ufy [The content of organic compounds in drinking water, transported through a water distribution network in Ufa].

In: *Aktual'nye napravleniya fundamental'nyh i prikladnyh issledovaniy materialy XI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. NIC «Akademicheskij», pp. 172–175. (in Russian).

Авторы

Малкова Мария Александровна

Уфимский государственный нефтяной технический университет

E-mail: kykyshka2009@mail.ru

Вождаева Маргарита Юрьевна, д-р хим. наук

МУП «Уфаводоканал»

E-mail: vozhdaeva@mail.ru

Кантор Евгений Абрамович, д-р хим. наук

Уфимский государственный нефтяной технический университет

E-mail: evgkantor@mail.ru

Authors

Malkova Mariya Aleksandrovna

Ufa State Petroleum Technological University

E-mail: kykyshka2009@mail.ru

Vozhdaeva Margarita Yurevna, Dr. of Chemistry

«Ufavodokanal»

E-mail: vozhdaeva@mail.ru

Kantor Evgenij Abramovich, Dr. of Chemistry

Ufa State Petroleum Technological University

E-mail: evgkantor@mail.ru