

ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

*Смоленской государственной
медицинской академии*

Том 16, №1

2017



ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 613.31-074

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

© Сидоренкова Л.М.¹, Майорова Е.Г.¹, Барсуков В.А.¹, Авчинников А.В.²

¹ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области», Россия, 214013, Смоленск, Тульский пер., 12

²Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28

Резюме: проведена интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения районов Смоленской области. Объектом исследования являлись физико-химические показатели качества воды из разводящей сети централизованных систем питьевого водоснабжения региона. В исследовании использованы результаты социально-гигиенического мониторинга качества питьевой воды из разводящей сети за 2005-2015 гг. Выявлены особенности качества питьевой воды, установлены факторы риска здоровью населения в связи с качеством питьевой воды. На основе применения методологии оценки риска рассчитаны: риск рефлекторно-ольфакторных эффектов, неканцерогенный и канцерогенный риск для здоровья населения области за счет перорального поступления химических веществ с питьевой водой. Доказана необходимость учета ряда показателей качества питьевой воды при обосновании мероприятий по оптимизации систем водоснабжения населения Смоленской области.

Ключевые слова: качество питьевой воды, централизованные системы водоснабжения, риск для здоровья, интегральная оценка

INTEGRATED QUALITY ASSESSMENT OF DRINKING WATER IN CENTRALIZED WATER SUPPLY OF THE SMOLENSK REGION

Sidorenkova L.M.¹, Mayorova E.G.¹, Barsukov V.A.¹, Avchinnikov A.V.²

¹Centre of Hygiene and Epidemiology in the Smolensk Region, Russia, 214013, Smolensk, Tulsky St., 12

²Smolensk State Medical University, Russia, 214019, Smolensk, Krupskaya St., 28

Summary: an integral quality assessment of drinking water in the centralized systems of the drinking water supply in different areas of the Smolensk region was carried out. The aim of the study was physical and chemical quality indices of the water from the network of the centralized systems of the drinking water supply in the region. The study used the results of the socio-hygienic monitoring of drinking water quality in the network of the centralized systems of the drinking water supply for 2005-2015 period. The features of the drinking water quality and human health risk factors due to this quality were determined. The risks of reflex-olfactory effects, non-carcinogenic and carcinogenic risks to the health of the population of the region due to the oral drinking water consumption were estimated on the basis of the application of risk assessment techniques. It was proved that it was necessary to take into account a number of drinking water quality indices while grounding the measures to optimize Smolensk region water systems.

Key words: drinking water quality, centralized water supply systems, health risks, integrated assessment

Введение

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой остается актуальной гигиенической и социальной проблемой [1]. Превышение содержания в питьевой воде неорганических и органических веществ обуславливает развитие канцерогенных и неканцерогенных эффектов во многих регионах России [2, 3]. По данным ряда авторитетных исследований, в целом по Российской Федерации неудовлетворительное качество питьевой воды формирует около 11,0 тыс. дополнительных случаев смертей и 2 900 тыс. заболеваний всего населения [4-6]. Упущенная выгода вследствие негативного влияния приоритетных факторов загрязнения питьевых вод на здоровье населения Российской Федерации составила в 2014 г. более 50 млрд. руб. [4].

Неудовлетворительная ситуация с качеством питьевой воды характерна и для Смоленской области. Так, в 2014 г. в Смоленской области доля проб воды из распределительной сети систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с превышением гигиенических

нормативов по санитарно-химическим показателям составила 29,93%, по микробиологическим – 6,44%. Вышеуказанные показатели превышали среднероссийские в 1,9 (15,48%) и в 1,7 (3,73%) раза соответственно [7].

Состоянию питьевого водоснабжения населения Смоленской области в предыдущий период был посвящен ряд публикаций [8-10]. Однако исследований по интегральной оценке качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения, основанных на методологии оценки риска в регионе, не проводилось. Исходя из вышеизложенного, целесообразно выполнение интегральной оценки качества питьевой воды по показателям химической безвредности, основанной на методологии оценки риска для здоровья населения [11] и в соответствии с Методическими рекомендациями [12].

Целью работы являлась интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области по показателям химической безвредности. Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

- рассчитаны и оценены риски для здоровья населения отдельных районов Смоленской области при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом воздействия;
- рассчитаны и оценены неканцерогенные риски для здоровья населения отдельных районов Смоленской области при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия;
- рассчитаны и оценены суммарные пожизненные канцерогенные риски для здоровья населения отдельных районов Смоленской области при потреблении питьевой воды централизованных систем водоснабжения;
- рассчитаны и оценены интегральные показатели качества питьевой воды с последующей разработкой гигиенических рекомендаций.

Методика

Использованы данные, полученные при проведении социально-гигиенического мониторинга качества питьевой воды из разводящей сети действующих централизованных систем водоснабжения Смоленской области за 2005-2015 гг. За изученный период отобрано 24 263 пробы питьевой воды, выполнено 136 929 исследований качества воды. Исследования качества питьевой воды осуществлялись в аккредитованной аналитической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области» (аттестат аккредитации № РОСС.RU. 0001.510109 от 06.02.2013) с использованием следующих методов: атомной абсорбции, ионометрии, спектрофотометрии, гравиметрии, титриметрии, потенциометрии, флюориметрии. В пробах питьевой воды определяли следующие показатели: цветность, мутность, запах, привкус, общая жесткость, водородный показатель, хлориды, сульфаты, нитраты, нитриты, ионы аммония, сероводород, общая минерализация, окисляемость перманганатная, алюминий, кадмий, свинец, хром⁶⁺, мышьяк, молибден, никель, кобальт, стронций, железо, марганец, кальций, бор, натрий, магний, фтор, йод, медь, цинк, селен. Результаты обработки данных интерпретировались в соответствии с действующими санитарно-нормативными документами, а также сопоставлялись с фоновыми значениями показателей.

Расчет интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности проводился для всех районов Смоленской области и г. Смоленска. Для вычисления интегрального показателя качества питьевой воды предварительно осуществляли: оценку риска при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом воздействия; неканцерогенного риска при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия; суммарного канцерогенного риска для здоровья населения. При этом учитывали величины приемлемого риска, значения которых не должны превышать: для рефлекторно-ольфакторных эффектов – 0,1; для неканцерогенных рисков – 0,05; для канцерогенных рисков – 0,00001. Значения интегрального показателя качества питьевой воды не должны превышать значения 1,0 [11, 12].

При оценке риска воздействия химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом, были определены приоритетные показатели: запах, привкус, цветность, мутность, водородный показатель, железо, марганец, медь, цинк, хлориды, сульфаты, сероводород, а также обобщенные показатели – окисляемость перманганатная, общая минерализация, общая жесткость.

Для расчета неканцерогенного риска было выбрано 17 показателей, обладающих токсическим эффектом воздействия: нитраты, нитриты, кадмий, мышьяк, хром⁶⁺, свинец, никель, кобальт, ртуть, селен, стронций, медь, алюминий, бор, железо, ионы аммония, марганец, сульфаты, хлориды,

цинк. Для расчета канцерогенного риска здоровью населения были определены 4 вещества, обладающие канцерогенными эффектами: кадмий, свинец, мышьяк, хром⁶⁺.

Математическая обработка материалов проводилась с использованием прикладных программ на персональном компьютере. Для статистической обработки использовались параметрические и непараметрические методы, представленные в программе Statistica 6.0. Рассчитывались экстенсивные показатели и их стандартная ошибка.

Результаты исследований и их обсуждение

Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Смоленской области полностью осуществляется из подземных водоносных горизонтов. Централизованными системами водоснабжения пользуется 71,2% населения области.

Проведенные исследования проб воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области показали, что качество питьевой воды не соответствует гигиеническим требованиям по ряду показателей. В воде регистрируется повышенное природное содержание железа и общей жесткости. Для ряда территорий отмечены повышенные значения цветности, мутности, стабильного стронция и марганца. Именно эти показатели негативно влияли на качество воды централизованных систем водоснабжения за анализируемый период времени. Ухудшение качества питьевой воды в значительной степени связано с ветхостью водопроводных сетей, изношенность которых в среднем по области составляет от 70% до 100%. Полученные нами данные, в целом, согласуются с результатами ранее проведенных исследований по идентификации основных загрязнителей питьевой воды региона [8, 9].

Результаты исследования проб воды на содержание железа из разводящей сети централизованных систем водоснабжения Смоленской области представлены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание железа в питьевой воде централизованных систем водоснабжения Смоленской области

Район / город	Средняя концентрация, железа, мг/л (ПДК = 0,3 мг/л)	Ранг	Численность населения, пользующегося водой централизованных систем водоснабжения
Ершицкий	0,07	1	1526
Шумяцкий	0,09	2	3538
Глинковский	0,14	3	3184
Кардымовский	0,19	4	7238
Починковский	0,20	5	15044
Духовщинский	0,21	6	11269
Рославльский	0,22	7	40818
Хиславичский	0,22	8	2514
Вяземский	0,23	9	54075
Дорогобужский	0,23	10	21740
Ельнинский	0,25	11	8545
Сафоновский	0,26	12	52391
Монастырщинский	0,31	13	4119
Ярцевский	0,31	14	41920
г. Смоленск	0,33	15	300676
Гагаринский	0,48	16	32893
Сычёвский	0,57	17	4419
Новодугинский	0,58	18	4061
Угранский	0,62	19	1032
Руднянский	0,67	20	10484
Холм-Жирковский	0,67	21	4631
Демидовский	0,70	22	2794
Велижский	0,74	23	3377
Тёмкинский	0,80	24	2090
Смоленский	1,00	25	35352
Краснинский	2,33	26	5272

Из таблицы видно, что население 13 районов области и г. Смоленска вынуждено пользоваться водой со средним значением данного элемента на уровне 1,0-2,3 ПДК. Численность населения, пользующегося питьевой водой, содержащей железо с превышением гигиенических нормативов – 453120 человек, что составляет 47,1% населения Смоленской области. Выявлены отдельные районы, где в 70-88% исследований определялись повышенные концентрации железа (от 1 до 66 ПДК) в питьевой воде централизованных систем водоснабжения (Велижский, Демидовский, Руднянский, Угранский, Темкинский, Смоленский, Краснинский). Повышенная цветность и мутность воды, вероятно, являются следствием присутствия в воде соединений трехвалентного железа, обусловленного природными особенностями подземных источников водоснабжения региона, процессами водоподготовки и транспортировки воды [13].

Значения общей жесткости воды на протяжении всего анализируемого периода оставались стабильно высокими. Население 14 районов области (Рославльский, Смоленский, Новодугинский, Сычевский, Глинковский, Монастырщинский, Сафоновский, Холм-Жирковский, Краснинский, Хиславичский, Вяземский, Велижский, Угранский, Демидовский) и г. Смоленска вынуждено пользоваться водой со средним значением данного показателя на уровне 1,0-1,8 ПДК. Численность населения области, пользующегося питьевой водой со средним значением общей жесткости, превышающим гигиенический норматив – 518 715 человек, что составляет 53,8% населения Смоленской области. В наиболее неблагоприятном. Демидовском районе, в 38% исследований определялись повышенные значения общей жесткости (от 10 до 35 мг-экв/л).

В воде централизованных систем водоснабжения Глинковского, Демидовского и Дорогобужского районов области в 72-100% исследований регистрировались повышенные концентрации стабильного стронция (1,1-8,4 ПДК). В воде централизованных систем водоснабжения Рославльского и Краснинского районов области в 19-21% исследований регистрировались повышенные концентрации марганца (1,1-5,0 ПДК).

Известно, что повышенные концентрации железа, марганца, стронция при пероральном поступлении с питьевой водой могут оказывать негативное влияние на качество жизни и состояние здоровья населения [14, 15]. Результаты расчета интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и интегрального показателя качества питьевой воды районов Смоленской области и г. Смоленска представлены в табл. 2.

При пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом воздействия, было выявлено несоответствие приемлемому уровню риска для воды централизованных систем водоснабжения 18 районов области (Велижский, Вяземский, Гагаринский, Демидовский, Духовщинский, Кардымовский, Краснинский, Монастырщинский, Новодугинский, Починковский, Рославльский, Сафоновский, Смоленский, Сычевский, Угранский, Холм-Жирковский, Шумячский, Ярцевский) и г. Смоленска. Данное несоответствие связано с повышенной концентрацией железа, высокими показателями цветности, мутности и общей жесткости питьевой воды.

Оценка неканцерогенного риска при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия выявила несоответствие приемлемому уровню риска для воды централизованных систем водоснабжения 15 районов области (Велижский, Гагаринский, Демидовский, Дорогобужский, Кардымовский, Краснинский, Новодугинский, Рославльский, Руднянский, Сафоновский, Смоленский, Сычевский, Угранский, Холм-Жирковский, Ярцевский) и г. Смоленска. Из них наиболее выраженный уровень риска (отношение риска к приемлемому значению $>2,0$) отмечен для Смоленского, Демидовского и Краснинского районов. В данном случае риск для здоровья населения при потреблении питьевой воды оценивается как «вызывающий опасение», что определяет возможность роста неспецифической патологии [11, 12]. Приоритетными загрязняющими веществами, оказывающими определяющее влияние на уровень риска, являлись железо, стронций, марганец.

При оценке канцерогенного риска принималась во внимание его общепринятая классификация по четырем диапазонам риска, изложенная в Руководстве по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [11]. В результате оценки суммарного пожизненного канцерогенного риска для здоровья населения было установлено, что для всех районов Смоленской области и г. Смоленска его уровень не превышал 10^{-5} , т.е. соответствовал второму диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни более 10^{-6} , но менее 10^{-4}). Подобный уровень риска интерпретируется как предельно допустимый, соответствующий верхней границе приемлемого риска [11]. Для Глинковского, Ельнинского, Монастырщинского, Починковского и Рославльского районов расчет канцерогенного риска не проводился, так как значения анализируемых показателей были ниже предела обнаружения метода.

Таблица 2. Результаты расчета интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности

№/№	Район	Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности									
		Суммарный риск рефлекторно-ольфакторных эффектов	Отношение риска к приемлемому значению (0,1)	Суммарный риск неканцерогенный	Отношение риска к приемлемому значению (0,05)	Суммарный канцерогенный риск	Отношение риска к приемлемому значению (0,00001)	Интегральный показатель качества питьевой воды			
1	Велижский	0,967299	9,672985	0,073777	1,475547	0,00000095	0,094783	11,24			
2	Вяземский	0,278844	2,788444	0,048271	0,965417	0,00000121	0,120857	3,87			
3	Гагаринский	0,704499	7,044988	0,057375	1,147510	0,00000147	0,147184	8,34			
4	Глинковский	0,006774	0,067742	0,038435	0,768700	-	-	0,84			
5	Демидовский	0,973562	9,735622	0,119846	2,396922	0,00000259	0,259101	12,39			
6	Дорогобужский	0,030072	0,300724	0,063858	1,277160	0,00000686	0,685661	2,26			
7	Духовщинский	0,296483	2,964830	0,046016	0,920328	0,00000027	0,026696	3,91			
8	Ельнинский	0,051648	0,516477	0,026481	0,529611	-	-	1,05			
9	Ершицкий	0,006067	0,060673	0,017964	0,359282	0,00000007	0,006849	0,43			
10	Кардымовский	0,555672	5,556724	0,057333	1,146653	0,00000056	0,056361	6,76			
11	Краснинский	0,999979	9,999794	0,122128	2,442557	0,00000051	0,051120	12,49			
12	Монастырщинский	0,176194	1,761936	0,032056	0,641126	-	-	2,40			
13	Новодугинский	0,699457	6,994565	0,052663	1,053258	0,00000297	0,297051	8,34			
14	Починковский	0,348170	3,481696	0,025913	0,518263	-	-	4,00			
15	Рославльский	0,942338	9,423383	0,054088	1,081755	-	-	10,51			
16	Руднянский	0,025293	0,252933	0,070689	1,413779	0,00000118	0,118029	1,78			
17	Сафоновский	0,998777	9,987773	0,055369	1,107374	0,00000747	0,746693	11,84			
18	Смоленский	0,598684	5,986839	0,100564	2,011275	0,00000136	0,135728	8,13			
19	Сычевский	0,939614	9,396137	0,062579	1,251589	0,00000163	0,162857	10,81			
20	Темкинский	0,019984	0,199841	0,044027	0,880539	0,00000163	0,163358	1,24			
21	Угранский	0,798819	7,988195	0,072680	1,453603	0,00000039	0,039480	9,48			
22	Хиславичский	0,022120	0,221196	0,027515	0,550303	0,00000199	0,199371	0,97			
23	Холм-Жирковский	0,385309	3,853092	0,059499	1,189988	0,00000805	0,805000	5,85			
24	Шумяцкий	0,695266	6,952664	0,028874	0,577490	0,00000004	0,004230	7,53			
25	Ярцевский	0,604959	6,049593	0,053715	1,074293	0,00000015	0,014896	7,14			
26	г. Смоленск	0,903265	9,032650	0,060032	1,200639	0,00000064	0,064054	10,30			

В результате интегральной оценки было установлено, что для большинства районов области (22 района) и г. Смоленска интегральные показатели качества воды превышали допустимое значение (1,0), что связано с превышением величины приемлемого риска для рефлекторно-ольфакторных эффектов и неканцерогенного риска. Превышение значения приемлемого риска хотя бы по одному из его видов требует принятия дополнительных мер как в научном, так и в практическом плане. В табл. 3 представлено ранжирование территорий Смоленской области по значению интегрального показателя качества воды. Выявлены наиболее неблагоприятные по качеству воды централизованных систем водоснабжения районы области: Рославльский, Сычевский, Велижский, Сафоновский, Демидовский, Краснинский, а также г. Смоленск (интегральный показатель в 10 раз больше приемлемого значения).

Полученные нами результаты определяют необходимость дальнейших исследований качества питьевой воды, связанных с детальным изучением роли химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия (определяющих повышенный уровень неканцерогенного риска) на заболеваемость населения региона. Отдельного исследования, с точки зрения методологии оценки рисков, заслуживает изучение качества воды подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Смоленской области.

Таблица 3. Ранжирование территорий Смоленской области по значению интегрального показателя качества воды

№/№	Район / город	Интегральный показатель качества питьевой воды
1	Ершицкий	0,43
2	Глинковский	0,84
3	Хиславичский	0,97
4	Ельнинский	1,05
5	Темкинский	1,24
6	Руднянский	1,78
7	Дорогобужский	2,26
8	Монастырщинский	2,40
9	Вяземский	3,87
10	Духовщинский	3,91
11	Починковский	4,00
12	Холм-Жирковский	5,85
13	Кардымовский	6,76
14	Ярцевский	7,14
15	Шумячский	7,53
16	Смоленский	8,13
17	Гагаринский	8,34
18	Новодугинский	8,34
19	Угранский	9,48
20	г. Смоленск	10,30
21	Рославльский	10,51
22	Сычевский	10,81
23	Велижский	11,24
24	Сафоновский	11,84
25	Демидовский	12,39
26	Краснинский	12,49

В практическом плане органам местного самоуправления рекомендовано проводить следующие мероприятия, направленные на нормализацию качества питьевой воды:

- разработка и реализация областных, муниципальных программ по улучшению водоснабжения населенных мест и обеспечения качества и безопасности питьевой воды, подаваемой абонентам с использованием централизованных систем водоснабжения;

- проведение полной инвентаризации централизованных систем и источников водоснабжения по техническому состоянию на территории муниципальных образований;
- обеспечение безопасной эксплуатации централизованных систем водоснабжения;
- своевременный ремонт, модернизация объектов питьевого водоснабжения, внедрение современных технологий водоподготовки особенно в населенных пунктах, испытывающих дефицит в доброкачественной питьевой воде.
- организация производственного контроля качества питьевой воды;
- информирование населения о качестве питьевой воды, подаваемой абонентам с использованием централизованных систем водоснабжения на территории поселения, городского округа, о планах мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями и об итогах исполнения этих планов.

Заключение

Таким образом, общее железо, цветность, мутность, общая жесткость, стронций, марганец – основные показатели, по которым в 2005-2015 гг. наблюдались превышения гигиенических нормативов качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области. В результате интегральной оценки качества питьевой воды было выявлено, что для централизованных систем водоснабжения 22 районов Смоленской области и г. Смоленска интегральные показатели превышали допустимое значение, что связано с превышением значений приемлемого риска для рефлекторно-ольфакторных эффектов и неканцерогенного риска.

Полученные результаты исследования послужили основанием разработки ряда практических мероприятий по усовершенствованию технологий водоподготовки и улучшению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области.

Литература

1. Эльпинер Л.И. Медико-экологические аспекты кризиса питьевого водоснабжения // Гигиена и санитария. – 2013. – №6. – С. 38-43.
2. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспектива // Гигиена и санитария. – 2014. – №2. – С. 5-18.
3. Унгурияну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 19-23.
4. Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – №1. – С. 10-14.
5. Скударнов С.Е., Куркатов С.В. Неинфекционная заболеваемость населения и риски для здоровья в связи с качеством питьевой воды // Гигиена и санитария. – 2011. – №6. – С. 30-32.
6. Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора // Гигиена и санитария. – 2010. – №2. – С. 8-13.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.
8. Родюкова О.А., Крутилин В.Е., Авчинников А.В. Качество питьевой воды и состояние здоровья населения // Санитарный врач. – 2012. – №10. – С. 45-47.
9. Авчинников А.В., Егоричева С.Д., Родюкова О.А., Пунина М.А. Состояние питьевого водоснабжения населения Смоленской области // Вестник СГМА. – 2015. – №3. – С. 5-8.
10. Егоричева С.Д., Родюкова О.А., Авчинников А.В. Гигиеническая оценка состояния питьевого водоснабжения населения Смоленской области // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – №6. – С. 16-19.
11. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 100 с.
12. МР 2.1.4.0032–11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 31 с.

13. Канатникова Н.В., Егорова Н.А., Захарченко Г.Л. Гигиеническая оценка подземных вод для централизованного питьевого водоснабжения г. Орла // Гигиена и санитария. – 2015. – №4. – С. 32-35.
14. Григорьев Ю.И., Лапина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области // Гигиена и санитария. – 2014. – №3. – С. 23-26.
15. Мазунина Д.Л. Негативные эффекты марганца при хроническом поступлении в организм с питьевой водой // Экология человека. – 2015. – №3. – С. 25-31.

Информация об авторах

Сидоренкова Лариса Михайловна – главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области». E-mail: sannadzorsm@mail.ru.

Майорова Елена Григорьевна – заведующая санитарно-гигиеническим отделом ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области». E-mail: sannadzorsm@mail.ru.

Барсуков Виктор Александрович – заведующий отделением социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области». E-mail: sannadzorsm@mail.ru.

Авчинников Андрей Васильевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: gigien@smolgmu.ru