

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.31:543.3

Рахманин Ю.А.¹, Мельцер А.В.², Киселев А.В.², Ерастова Н.В.²

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗВРЕДНОСТИ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

¹ ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава России, 119992, Москва;

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург

Введение. Одним из определяющих факторов, влияющих на качество питьевой воды, является высокий уровень загрязнения источников водоснабжения, приводящий к необходимости проведения масштабной водоподготовки. Сохраняются риски, следствие которых может привести к ухудшению качества питьевой воды, подаваемой населению. Необходимо внедрение эффективных технологий водоподготовки, информативных и надежных подходов к оценке эпидемиологической безопасности и безвредности питьевой воды. Одним из приоритетных направлений является разработка и использование методов интегральной оценки качества питьевой воды.

Результаты. Разработан метод интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и метод комплексной оценки риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем. Предложена методика оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности, базирующаяся на основных принципах и предусматривающая вероятностный подход к оценке риска здоровью.

Заключение. Актуальными являются разработка, обоснование и внедрение метода интегральной оценки вероятностного риска здоровью населения при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов, содержащихся в питьевой воде.

Ключевые слова: качество питьевой воды; оценка риска для здоровья; интегральная оценка питьевой воды; безвредность питьевой воды; безопасность питьевой воды.

Для цитирования: Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., Киселев А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 302-305. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305>

Rakhmanin Yu.A., Meltser A.V., Kiselev A.V., Erastova N.V.

HYGIENIC SUBSTANTIATION OF MANAGEMENT DECISIONS WITH THE USE OF THE INTEGRAL ASSESSMENT OF DRINKING WATER ON INDICES OF CHEMICAL HARMLESSNESS AND EPIDEMIOLOGICAL SAFETY

¹A.N. Sytin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, Moscow, 119992, Russian Federation;

²I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation

Introduction. One of the key factors influencing on the quality of drinking water is the high level of water sources of the pollution, leading to the need for large-scale water treatment. There are remained risks, the consequence of which may lead to the deterioration of the quality of drinking water which is conveyed to the population. It is necessary to introduce effective technologies of water treatment, informative and reliable approaches for the assessment of epidemiological safety and harmlessness of drinking water. One of the priority directions is the development and use of methods of the integral assessment of drinking water quality.

Aim of the study. For this purpose there was developed a method for the integral assessment of drinking water relying upon indices of the chemical harmlessness and a method for the comprehensive assessment of the risk of bacterial intestinal infections transmitted by water. There is proposed a method of assessing the quality of drinking water in terms of epidemiological safety, based on the fundamental principles, and providing a probabilistic approach to the assessment of health risk.

Conclusion. The development, argumentation and implementation of the method of the integral assessment of the probabilistic health risk with the combined effect of chemical and microbiological agents contained in drinking water remain to be actual.

Keywords: quality of drinking water; health risk assessment; integral assessment of drinking water; harmlessness of drinking water; safety of drinking water.

For citation: Rakhmanin Yu.A., Meltser A.V., Kiselev A.V., Erastova N.V. Hygienic substantiation of management decisions with the use of the integral assessment of drinking water on indices of chemical harmlessness and epidemiological safety. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(4): 302-305. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305>

For correspondence: Aleksandr V. Meltser, MD, PhD, DSci., vice-rector for preventive medicine, Head of the Department of preventive medicine and health protection of the I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation. E-mail: Aleksandr.Meltser@szgmu.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 27.09.2016

Accepted: 16.01.2017

Введение

Регулирование качества питьевой воды продолжает оставаться важнейшим направлением охраны здоровья и улучшения качества жизни населения Российской Федерации [1]. Несмотря на реализацию федеральных и региональных программ по улучшению качества питьевой воды, сохраняются риски, последствия которых могут привести к ухудшению качества питьевой воды, подаваемой населению.

Одним из определяющих факторов, влияющих на качество питьевой воды, является высокий уровень загрязнения источников водоснабжения, приводящий к необходимости проведения масштабной водоподготовки. Так, по данным Роспотребнадзора, в 2015 г. более 33,9% поверхностных и 15,3% подземных источников централизованного питьевого водоснабжения не отвечали санитарным нормам и правилам. При этом доля водопроводов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, в 2015 г. превысила 16,5%. Важным фактором является и образование при обеззараживании загрязненной воды сильными окислителями значительного количества побочных продуктов дезинфекции [2, 3]. В практике водоподготовки неминуемо встает непростой вопрос – является ли обеззараженная питьевая вода и безопасной, и безвредной для здоровья в связи с почти неминуемым появлением в ней продуктов трансформации [4, 5]. Не только водохозяйствующим организациям, но и гигиенистам важно понимать, что должно являться критерием для оценки качества питьевой воды и выбора приоритетных мероприятий по совершенствованию водоподготовки. В сложившейся ситуации необходимыми являются разработка и обоснование информативных и надежных подходов к оценке эпидемиологической безопасности и безвредности питьевой воды. Встает вопрос о необходимости выполнения интегральной оценки качества питьевой воды, которая позволит установить и соотнести величины рисков, связанные как с вероятными эффектами веществ и соединений химической природы, так и с негативным воздействием микробных агентов. Приведение полученных рисков к единому не нормативному, но унифицированному показателю обеспечит возможность поиска «слабых звеньев» в технологиях и сооружениях водоподготовки исходя из совокупного качества приготавливаемой воды.

Целью настоящего исследования являлось гигиеническое обоснование метода интегральной вероятностной оценки качества питьевой воды при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов для совершенствования системы управления качеством питьевой воды.

Материалами исследования послужили существующие подходы, направленные на оценку качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности и химической безвредности. Расчеты выполнялись с использованием результатов исследований питьевой воды, выполненных аккредитованным испытательным лабораторным центром ЗАО «Центр контроля качества воды» в рамках производственного контроля ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» за период 2003–2011 гг.

Материал и методы

Материал и методы – методология анализа риска здоровью [6], методические рекомендации, сравнительный анализ, обобщение, моделирование. К настоящему времени уже разработаны и широко используются методы интегральной оценки питьевой

Алгоритм выполнения вероятностной интегральной оценки питьевой воды при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов, содержащихся в питьевой воде

Этап	Наименование этапа	Итоговый показатель	Обозначение итогового показателя
1-й	Выполнение интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности для расчета интегральных показателей безвредности	Интегральный показатель химической безвредности	ИП _{хим}
2-й	Выполнение интегральной оценки питьевой воды по показателям, характеризующим ее эпидемиологическую безопасность	Интегральный показатель эпидемиологической безопасности	ИП _{эпид}
3-й	Расчет интегрального показателя, характеризующего качество питьевой воды при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов	Интегральный показатель, характеризующий качество питьевой воды при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов (индекс качества)	Индекс _{кач}

воды по показателям химической безвредности [7] и комплексной оценки риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем [8]. Разработаны и обоснованы вопросы оптимизации интегральной оценки состава и свойств питьевой воды с использованием индекса качества воды, учитывающего санитарно-токсикологический, микробиологический, радиационный и органолептический гигиенические критерии качества [9]. Предложен подход к оценке качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности [10], базирующийся на основных принципах [8] и методологии оценки риска здоровью. В данной работе представлены подходы к интегральной оценке вероятностного риска здоровью населения при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов, содержащихся в питьевой воде, предложенные в развитие уже существующих методов [7, 8] и принципов, изложенных в [10].

При разработке метода вероятностной интегральной оценки питьевой воды при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов, содержащихся в питьевой воде, авторами был принят алгоритм, представленный в табл. 1.

На первом этапе в соответствии с [7] были выполнены расчеты канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения, риска ольфакторно-рефлекторных эффектов и интегральных показателей безвредности питьевой воды.

Расчеты эпидемиологического риска базировались на принципах, изложенных в методических рекомендациях [8]. При этом следует учесть, что методические рекомендации [8] разработаны для комплексной оценки риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем, и предусматривают, помимо оценки безопасности питьевой воды, оценку систем нецентрализованного водоснабжения, водных объектов хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования, ряд социальных факторов и др. Исходя из этого, методика комплексной эпидемиологической оценки санитарно-гигиенических условий хозяйственно-питьевого водоснабжения, культурно-бытового водопользования, коммунального благоустройства населенных мест [8] была адаптирована применительно к более узкой задаче оценки безопасности питьевой воды с учетом методологии оценки риска здоровью [6].

Выполнена оценка питьевой воды по рангам эпидемиологической опасности в соответствии с балльным методом, изложенным в [8], по показателям, характеризующим интенсивность воздействия микробного загрязнения за определенный интервал времени, эффективность работы водоочистных сооружений, возможность вторичного бактериального загрязнения (табл. 2).

Последовательность вероятностной оценки эпидемиологической безопасности питьевой воды была сформирована следующим образом: значения каждого показателя ранжировались по

Для корреспонденции: Мельцер Александр Виталиевич, д-р мед. наук, проректор по медико-профилактическому направлению, заведующий кафедрой профилактической медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург. E-mail: Aleksandr.Meltcer@szgmu.ru

Таблица 2

Оценка эпидемической опасности, связанной с условиями централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

Показатель	Ранжирование значений показателя (числитель), оценка в баллах (знаменатель)		
	I	II	III
Процент проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых обнаружены ОКБ	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 2}{6}$	$\frac{\geq 2}{9}$
Процент проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых обнаружены <i>E.coli</i> (ТКБ)	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 1}{8}$	$\frac{\geq 1}{10}$
Процент проб воды в распределительной сети, в которых обнаружены ОКБ	$\frac{\leq 5}{1}$	$\frac{5-15}{5}$	$\frac{\geq 15}{9}$
Процент проб воды в распределительной сети, в которых обнаружены <i>E.coli</i> (ТКБ)	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 2}{7}$	$\frac{\geq 2}{10}$
Процент проб воды из распределительной сети с числом колиформных бактерий 2 КОЕ/100 мл и более	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 5}{4}$	$\frac{\geq 5}{8}$
Процент проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых ОМЧ превышает 20 КОЕ/мл	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 2}{5}$	$\frac{\geq 2}{8}$
Процент проб воды в распределительной сети, в которых ОМЧ превышает 50 КОЕ/мл	$\frac{\leq 5}{1}$	$\frac{5-15}{5}$	$\frac{\geq 15}{9}$
Процент проб на входе в распределительную сеть, в которых обнаружены споры сульфитредуцирующих клостридий	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 3}{4}$	$\frac{\geq 4}{7}$
Процент проб, в которых обнаружены условно-патогенные бактерии (клебсиеллы, синегнойные палочки, протей, энтеробактеры, цитробактеры и другие бактерии семейства <i>Enterobacteriaceae</i>)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0-2}{0}$	$\frac{\geq 2}{10}$

трех рангам эпидемической опасности, проводилась балльная оценка эпидемической опасности питьевой воды в соответствии с [8] (табл. 3, строки 1–3). Далее расчеты выполнялись с использованием вероятностного подхода.

С точки зрения вероятностного подхода риск эпидемиологической опасности питьевой воды в общем виде представлен равным сумме баллов при его процентном выражении или при применении относительной размерности (в долях единицы) в соответствии с уравнением (1):

$$\text{Риск}_{\text{BC}} = (\text{сумма баллов}) / 100, \quad (1)$$

где Риск_{BC} – значение риска эпидемиологической безопасности питьевой воды в зоне водоснабжения водопроводной станции.

Числитель уравнения (1) представляет сумму баллов оценки эпидемиологической безопасности (опасности) воды в соответствии с [5] и табл. 3 (строки 1–3).

Показатели, используемые для оценки риска (референтные дозы и концентрации, факторы канцерогенного потенциала), как правило, устанавливаются на уровне верхней доверительной границы риска, что обеспечивает значительный запас их надежности [9]. В соответствии с [5] и табл. 3 (строка 3) максимально предельное количество баллов, соответствующее высокому риску, определяется как число, равное 105. Поэтому, исходя из такого положения, мы для дальнейших расчетов в качестве уровня верхней доверительной границы риска использовали величину, соответ-

Таблица 3

Оценка эпидемической опасности питьевой воды (баллы, вероятностный риск)

	Оценочная шкала		
	1	2	3
Ранг	1-й	2-й	3-й
Риск	низкий (приемлемый)	средний	высокий
Сумма баллов (балльный подход)	Не более 5	6–64	65–105
Границы риска (вероятностный подход)	Не более 0,047	0,057–0,6095	0,619–1

ствующую максимально предельному количеству баллов, предусмотренному в [5], т. е. 105.

Значение риска от воздействия того или иного вещества не может превышать значение 1 (100%) вероятности эффекта воздействия [9]. С нашей точки зрения, представляется целесообразным использовать этот принцип и при формировании моделей эпидемиологического риска. Предложенный подход предполагает, что, как уже указывалось выше, максимальное значение эпидемиологического риска составляет 1 или 100%. В таком случае если провести моделирование комплексного эпидемиологического риска по наихудшему сценарию, то при формировании уровня риска с использованием балльной оценки максимальное количество баллов составит значение равное 105. При этом суммарное значение риска будет рассчитываться по следующему уравнению (2):

$$\text{Риск}_{\text{BC}} = \frac{B_{\text{сумм. BC}}}{B_{\text{макс. BC}}} \leq 1 (100\%), \quad (2)$$

где: $B_{\text{сумм. BC}}$ – расчетные баллы, оцениваемые при заполнении табл. 3, в зоне водоснабжения водопроводной станции (строка 3); $B_{\text{макс. BC}}$ – максимально достижимые баллы по табл. 3 в зоне водоснабжения водопроводной станции (105).

Далее принимаем величину 105 в качестве вероятностного риска на уровне 1, т. е. на 100% эффекте воздействия. Соответственно вероятностный риск равен сумме баллов, отнесенной к 105.

Таким образом, уравнение (2) приобретает вид (3):

$$\text{Risk}_{\text{эпид}} = \frac{B_{\text{сумм. BC}}}{105}. \quad (3)$$

При суммарной балльной оценке – X баллов – вероятностный риск составит (4):

$$\text{Risk}_{\text{эпид}} \text{ факт.} = \frac{X}{105} = Y. \quad (4)$$

В соответствии с предлагаемым подходом возможно определение значений приемлемого риска.

Согласно оценочной шкале табл. 3, низкий или приемлемый уровень эпидемиологического риска соответствует сумме до 5 баллов. При переводе баллов в вероятностный риск верхняя граница приемлемого риска составит (5):

$$\text{Risk}_{\text{эпид}} \text{ приемл.} = \frac{5}{105} = 0,047. \quad (5)$$

Таким образом, обеспечивается возможность выполнить оценку эпидемиологического риска для здоровья населения, связанного с употреблением питьевой воды, исходя из рассчитанных границ значений приемлемого/неприемлемого риска, т. е. балльный подход дополняется вероятностным.

В основу расчета интегрального показателя химической безвредности и эпидемиологической безопасности питьевой воды положена интеграция результатов предшествующих этапов с использованием уравнения (6):

$$\text{Индекс}_{\text{кач}} = \text{ИП}_{\text{хим}} + \text{ИП}_{\text{эпид}}. \quad (6)$$

Выполненные на предыдущих этапах расчеты интегральных показателей химической безвредности питьевой воды и значения эпидемиологического риска здоровью позволяют выполнить интегральную оценку питьевой воды с учетом совокупного воздействия химических веществ и микробиологических агентов (оценку индекса качества питьевой воды).

Результаты

Для апробации изложенного подхода были выполнены расчеты интегральных показателей качества питьевой воды водопроводных станций Санкт-Петербурга. В качестве примера приведем результаты, полученные на 2 из них (далее – ВС № 1 и ВС № 2).

Таблица 4

Результаты интегральной оценки питьевой воды с учетом совокупного воздействия химических веществ и микробиологических агентов (индекса качества питьевой воды)

Водопродоводная станция	ИП _{хим}		Risk _{эпид}		ИП _{эпид}		Индекс качества	
	год							
	2003	2011	2003	2011	2003	2011	2003	2011
ВС № 1	2,903	0,884	0,524	0,047	11	1	13,903	1,884
ВС № 2	2,986	2,405	0,429	0,047	9	1	11,986	3,405

Индекс качества снизился за период 2003–2011 гг. на ВС № 1 в 7,34 раза, на ВС № 2 в 3,52 раза (табл. 4). Снижение индекса качества на всех водопроводных станциях указывает на положительное развитие водоподготовки.

В 2003 г. индекс качества на ВС № 1 был выше, чем на ВС № 2, в 1,16 раза. В 2011 г. значение индекса качества на ВС № 1 стало ниже, чем на ВС № 2, в 1,8 раза, что свидетельствует о более интенсивном внедрении эффективных технологий водоподготовки на ВС № 1 и указывает на необходимость принятия управленческих решений на ВС № 2.

Оценивая интегральные риски (ИП_{хим} и ИП_{эпид}), составляющие индекс качества, по состоянию на 2011 г., отмечаем, что за анализируемый период:

1. ИП_{эпид} существенно снизился на обеих станциях и в 2011 г. составил 1,0 как на ВС № 1, так и на ВС № 2. Причем, если в 2003 г. значения Risk_{эпид} на обеих станциях были неприемлемыми (ВС № 2 – 0,429, ВС № 1 – 0,524), то в 2011 г. значения риска не превысили приемлемого уровня (0,047). Данное обстоятельство свидетельствует о высокой эффективности обеззараживания на обеих станциях.

2. ИП_{хим} также снизился на обеих станциях, однако если на ВС № 1 снижение произошло в 3,28 раза, то на ВС № 2 – лишь в 1,24 раза. ИП_{хим} на ВС № 2 в 2011 г. в 2,72 раза превышал ИП_{хим} на ВС № 1, что также указывает на необходимость принятия управленческих технологических решений на ВС № 2.

Обсуждение

Анализ результатов расчетов, выполненных в ходе выполнения интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и составляющих ее значений рисков на ВС № 2, показал, что величина ИП_{хим} в значительной степени обусловлена величиной канцерогенного риска, вклад в который в свою очередь внесли побочные продукты хлорирования (хлороформ, бромдихлорметан, четыреххлористый углерод).

Принимая во внимание выше описанную благоприятную ситуацию в части приемлемости бактериального риска, можно сделать вывод о необходимости принятия на ВС № 2 приоритетных мер, направленных на снижение и предупреждение образования побочных продуктов хлорирования (в частности, корректировку регламента хлорирования, отказ от гиперхлорирования).

Заключение

Предложенный метод, основанный на вероятностном подходе к распределению эффектов воздействия на здоровье населения, позволяет:

- разрабатывать и обосновывать управленческие решения по совершенствованию водоподготовки водопроводных станций;
- осуществить ранжирование эффективности всех этапов водоподготовки с установлением индекса качества водопроводной воды, представляющий собой интегральный показатель риска от воздействия химических веществ и микробных агентов, содержащихся в питьевой воде.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 3 см. References)

1. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды, ретроспектива, современное состояние и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(2): 5–17.
2. Мокиенко А.В. Обеззараживание воды: о необходимости анализа и решения фундаментальных и прикладных проблем. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(1): 15–8.
4. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(5): 5–10.
5. Рахманин Ю.А., Малышева А.Г. Концепция развития государственной системы химико-аналитического мониторинга окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(6): 4–9.
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004.
7. Методические рекомендации МР 2.1.4.0032–11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. М.; 2011.
8. Методические рекомендации МР 2.1.10.0031–11. Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем. М.; 2011.
9. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(5): 5–10.
10. Мельцер А.В., Киселев А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности с использованием методологии оценки риска здоровью населения. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015; (3): 12–7.

References

1. Rakhmanin Yu.A., Krasovskiy G.N., Egorova N.A., Mikhaylova R.I. 100 years of legislative regulation of drinking water quality, retrospective, current status and prospects. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(2): 5–17. (in Russian)
2. Mokienko A.V. Disinfection of water: the need for analysis and solution of fundamental and applied problems. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(1): 15–8. (in Russian)
3. Huck P.M. The Past, Present and Future of Water Treatment – A Conceptual Perspective. In: *Water Supply and Water Quality: Proc. 4th Int. Conf.* Krakow; 2000: 23–8.
4. Rakhmanin Yu.A., Mikhaylova R.I. Environment and health: priorities for preventive medicine. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(5): 5–10. (in Russian)
5. Rakhmanin Yu.A., Malysheva A.G. The development concept of the state system of chemical and analytical monitoring of the environment. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 92(6): 4–9. (in Russian)
6. The risk assessment guidance for public health when exposed to chemicals that pollute the environment. Moscow: Federal'nyy tsentr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii; 2004. (in Russian)
7. Methodological recommendations MR 2.1.4.0032–11. Integral assessment of drinking water of centralized water supply systems on indicators of chemical harmlessness. Moscow; 2011. (in Russian)
8. Methodological recommendations MR 2.1.10.0031–11. Comprehensive risk assessment of bacterial intestinal infections transmitted by water. Moscow; 2011. (in Russian)
9. Krasovskiy G.N., Rakhmanin Yu.A., Egorova N.A. Hygienic argumentation of integral assessment optimization of drinking water on water quality index. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(5): 5–10. (in Russian)
10. Mel'tser A.V., Kiselev A.V., Erastova N.V. Hygienic argumentation of assessment of drinking water quality in terms of epidemiological safety using methodology of public health risk assessment. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2015; (3): 12–7. (in Russian)

Поступила 27.09.17
Принята к печати 16.01.17