

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ В ЦЕЛЯХ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

¹ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 195067, Санкт-Петербург

В статье представлены результаты исследования по оценке динамики показателей риска для здоровья населения на основных этапах подготовки воды поверхностных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения ряда населенных пунктов Ленинградской области и освещены вопросы практического применения методики расчета интегральной оценки питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. Материалами для исследования послужили данные, полученные Управлением Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Ленинградской области в ходе мониторинга качества воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения на этапах водозабора, на выходе после водоподготовки и в распределительной сети. Показано, что интегральный показатель качества питьевой воды весьма информативен, однако одна и та же его величина может быть получена при различных сочетаниях величин рисков рефлекторно-ольфакторных, неканцерогенных и канцерогенных эффектов. При проведении расчетов был введен интегральный показатель риска эффектов хронического воздействия с целью отграничения их от немедленных эффектов. Последние связаны с неблагоприятными органолептическими свойствами воды и являются основной причиной отказа населения от пользования питьевой водой, в то же время они физиологичны. Риск эффектов хронического воздействия, канцерогенного и неканцерогенного, выражает вероятность развития заболевания во времени и «неощутим» для населения при контакте с водой.

Ключевые слова: гигиеническая оценка; риск здоровью; интегральная оценка качества воды; системы водоснабжения; водоподготовка; поверхностный водисточник; органолептический риск; неканцерогенный риск; канцерогенный риск; риск хронических эффектов; Ленинградская область.

Для цитирования: Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Белкин А.С. К вопросу об использовании методики оценки риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 686-689. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689>

Для корреспонденции: Новикова Юлия Александровна, зав. отд. анализа, оценки и прогнозирования ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: novikova@s-znc.ru

Fridman K.B.¹, Novikova Yu.A.¹, Belkin A.S.²

ON THE ISSUE OF THE USE OF HEALTH RISK ASSESSMENT TECHNIQUES FOR HYGIENIC CHARACTERISTICS OF WATER SUPPLY SYSTEMS

¹North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 195067, Russian Federation

The study was aimed to assess the dynamics of risk indices for population health at main stages of surface source water treatment for centralized domestic water supply of the Leningrad region communities. Practical application issues of calculation procedure for the integrated assessment of drinking water from centralized water supply by chemical safety indices, as exemplified by Vsevolozhsk communities (Leningrad region) water supply from the Lake Ladoga and the Neva River as water sources, are discussed. Results of quality monitoring of water from centralized domestic supply system at the stage of water intake, at the output of water treatment, and in the distributing system, accomplished by Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing administration and Center of hygiene and epidemiology in the Leningrad region were used as study materials. The following study techniques were used: descriptive statistics, comparative analysis, risk assessment, generalization. Microsoft Excel program was used for analysis and statistical treatment. Integral water quality index appears to be quite an informative integrated index of the efficacy of the water treatment, however, the same index value can be derived by various combinations of risk values of reflex-olfactory, non-carcinogenic and carcinogenic effects. Therefore, during the calculations, a "risk index of the effects of chronic exposure" was introduced with a view to distinguishing them from effects caused by the adverse organoleptic properties of water (reflex-olfactory effects). For the population these properties are the main reason for refusal from the use drinking water, and at the same time they are physiological, lying outside the pathology. The risk of effects of chronic exposure, carcinogenic and non-carcinogenic, expresses the probability of the development of pathology in time, but not the likelihood of an immediate refusal to use drinking water due to its unsatisfactory organoleptic qualities.

Key words: hygienic assessment; the risk to health; the integrated assessment of water quality; water supply; water treatment; surface water sources; organoleptic risk; non-carcinogenic risk; cancer risk; the risk of chronic effects; Leningrad region

For citation: Fridman K.B., Novikova Yu.A., Belkin A.S. On the issue of the use of health risk assessment techniques for hygienic characteristics of water supply systems. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(7): 686-689. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689>

For correspondence: Yuliia A. Novikova, Head of the department of analysis, assessment and forecasting of the North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: novikova@s-znc.ru

Information about authors: Fridman K.B., <http://orcid.org/0000-0001-7189-0141>; Novikova I.A., <http://orcid.org/0000-0003-4752-2036>; Belkin A.S., <http://orcid.org/0000-0001-9258-3888>.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 15.03.17

Accepted: 05.07.17

Введение

В гигиенической оценке состояния среды обитания человека, а также эффективности мероприятий по ее оздоровлению в настоящее время широко применяется методика расчета риска для здоровья населения [1]. Отход от использования таких традиционных показателей, как число превышений и кратность превышения гигиенических нормативов, в сторону определения риска для здоровья позволяет в большей степени наполнить эту оценку «гигиеническим смыслом», сделать ее более тонкой и интегративной, определить степень и тенденции влияния факторов окружающей среды на здоровье населения. Весьма значимым этапом в развитии данной методологии явилась разработка Руководства по оценке риска для здоровья населения¹.

Вместе с тем, практика расчета риска для здоровья, расширение круга задач, решаемых в этом ключе, требовали дальнейшей разработки и конкретизации методических приемов уже применительно к определенным объектам окружающей среды. Ответом на возникший запрос стала, в частности, разработка методических рекомендаций по интегральной оценке питьевой воды централизованных систем водоснабжения².

Одним из основных направлений деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора по формированию санитарно-эпидемиологического благополучия является обеспечение населения Российской Федерации доброкачественной питьевой водой. В Ленинградской области удельный вес населения, обеспеченного доброкачественной питьевой водой, в 2015 г. составлял 74,9% от его общей численности, в том числе в городских поселениях – 82,2%, в сельских поселениях – 62,2% [2].

На территории Ленинградской области находится 1421 источник централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, из них 70 – это поверхностные источники (озера Ладожское, Серебряное, Краснохолмское, реки Нева, Свирь, Вуокса, Волхов, Тихвинка и т. д.), имеющие выраженные гидрохимические особенности. Бедность солевого и микроэлементного состава вод поверхностных источников при определенных условиях может быть причиной возникновения ряда массовых неинфекционных заболеваний среди населения. Несмотря на то что отрицательное влияние маломинерализованных и дефицитных по солям жесткости вод на организм человека доказано, этот факт по-прежнему не учитывается при оценке водисточников, прогнозировании схем водоподготовки, использовании способов улучшения качества питьевой воды [3]. Общепринятая технология обработки воды из поверхностных источников, особенно высокоцветной, включающая осветление, фильтрацию, коагуляцию, хлорирование, зачастую не позволяет получить питьевую воду, отвечающую гигиеническим нормативам.

¹ Р 2.1.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004.

² МР 2.1.4.0032–11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 31.07.2011.

Для оценки влияния питьевой воды на здоровье населения Управлением Роспотребнадзора по Ленинградской области в рамках социально-гигиенического мониторинга контролируется качество воды поверхностных и подземных источников водоснабжения в 58 населенных пунктах, в которых проживает почти 50% населения области. Контроль проводится по 28 санитарно-химическим, 5 микробиологическим и одному паразитологическому показателю [4, 5].

Целью исследования являлась оценка динамики показателей риска для здоровья населения на основных этапах подготовки воды поверхностных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов Ленинградской области.

Материал и методы

В работе были использованы данные о составе и свойствах воды четырех систем, снабжающих населенные пункты Всеволожского района Ленинградской области: г. Всеволожск и три поселка городского типа (пгт) – им. Свердлова, им. Морозова и Дубровку. Населению г. Всеволожска подается питьевая вода после водоочистных сооружений, забирающих воду из Ладожского озера; населению пгт – после водоочистных сооружений, забирающих воду из реки Невы. Основные характеристики систем водоснабжения представлены в табл. 1. Во всех системах применяются первичное обеззараживание воды и преаммонизация.

Данные о составе и свойствах воды на этапах водозабора, после водоподготовки перед подачей в распределительную сеть и в точках водоразбора получены в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга за период с 2008 по 2013 г. Определялись органолептические свойства воды (запах, привкус, цветность) и химические показатели: рН, микроэлементы (железо, фтор, хром, алюминий, марганец, цинк, мышьяк, свинец), сульфаты, соединения азота (аммиак по азоту, нитраты по NO₃ и нитриты по NO₂), хлор и его соединения (хлор остаточный свободный, хлориды, трихлорметан).

Перечни контролируемых показателей были разработаны в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»³ с учетом особенностей процесса водоподготовки [6] и рекомендаций ВОЗ⁴.

Данные подвергали статистической обработке для получения величин, использовавшихся при расчете показателей риска для здоровья согласно МР 2.1.4.0032–11.

Для расчета суммарного риска рефлекторно-ольфакторных эффектов (*Риск_{р-о}*) применяли максимальные концентрации 98%-ной вероятностной обеспеченности веществ, нормируемых по органолептическому лимитирующему признаку вредности;

³ Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 24 от 26.09.2001.

⁴ Руководство по обеспечению качества питьевой воды». В 3 т. Т. 1: Рекомендации (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3ruprelim_1to5.pdf).

Таблица 1

Характеристики рассматриваемых систем водоснабжения Всеволожского района

Водисточник	Населенный пункт	Численность водоснабжаемого населения, тыс. чел.	Очистные сооружения			
			мощность, м ³ /сут		состав	применяемые реагенты
			проектная	фактическая		
Оз. Ладожское	г. Всеволожск	70,391	21 500	28 000–32 000	контактные осветлители; хлораторная	электролиз поваренной соли, серноокислый алюминий
Р. Нева	пгт им. Свердлова	10,982	3000	3200	отстойники, фильтры; хлораторная	гипохлорит натрия, серноокислый алюминий
Р. Нева	пгт им. Морозова	10,277	12 000	9200	отстойники, фильтры; контактные осветлители; хлораторная	жидкий хлор, серноокислый алюминий
Р. Нева	пгт Дубровка	5,582	2400	2000	отстойники, фильтры; хлораторная	гипохлорит кальция, серноокислый алюминий

Таблица 2

Результаты расчета интегральных показателей риска от воды систем водоснабжения населенных пунктов Всеволожского района

Вид риска	Величина индивидуального риска			Кратность величин рисков по отношению к приемлемым значениям (интегральные показатели)		
	водозабор	ВОС	сеть	водозабор	ВОС	сеть
<i>Всеволожск</i>						
$Rиск_{p-o}$	0,22	0,10	0,10	2,2	1,00	1,00
$Rиск_{нек}$	2,71E-03	1,75E-02	1,74E-02	0,05	0,35	0,35
$Rиск_{канц}$	1,05E-05	1,11E-05	1,09E-05	1,05	1,11	1,09
ИП	...			3,30	2,46	2,44
$ИП_{xp}$				1,10	1,46	1,44
<i>пгт Дубровка</i>						
$Rиск_{p-o}$	0,40	0,10	0,10	4,0	1,00	1,00
$Rиск_{нек}$	2,28E-03	1,83E-02	1,83E-02	0,05	0,37	0,37
$Rиск_{канц}$	1,06E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,06	1,12	1,10
ИП				5,11	2,49	2,47
$ИП_{xp}$				1,11	1,49	1,47
<i>пгт им. Морозова</i>						
$Rиск_{p-o}$	0,38	0,10	0,059	3,8	1,00	0,59
$Rиск_{нек}$	2,88E-03	1,75E-02	1,74E-02	0,06	0,35	0,35
$Rиск_{канц}$	1,05E-05	1,13E-05	1,10E-05	1,05	1,13	1,10
ИП				4,91	2,48	2,04
$ИП_{xp}$				1,11	1,48	1,45
<i>пгт им Свердловка</i>						
$Rиск_{p-o}$	0,40	0,10	0,10	4,0	1,00	1,00
$Rиск_{нек}$	2,49E-03	1,63E-02	1,62E-02	0,05	0,33	0,32
$Rиск_{канц}$	1,04E-05	1,11E-05	1,08E-05	1,04	1,11	1,08
ИП				5,09	2,44	2,40
$ИП_{xp}$				1,09	1,44	1,40

Примечание. ВОС – водопроводные очистные сооружения; $Rиск_{p-o}$ – риск рефлекторно-ольфакторных эффектов; $Rиск_{нек}$ – неканцерогенный риск; $Rиск_{канц}$ – канцерогенный риск; ИП – интегральный показатель; $ИП_{xp}$ – интегральный показатель риска эффектов хронического воздействия. Жирным шрифтом выделены величины риска, превышающие приемлемые значения, и кратности этих превышений.

для расчета интегральных органолептических показателей – запаха и привкуса – использовали преобладающую максимальную балльную оценку за период исследования. Канцерогенный ($Rиск_{канц}$) и неканцерогенный ($Rиск_{нек}$) риски определяли беспороговым методом на основе осредненных концентраций 95%-ной вероятностной обеспеченности, причем для ряда веществ рассчитывали как $Rиск_{нек}$, так и $Rиск_{канц}$, что определялось наличием у данных веществ известной величины канцерогенного потенциала. Исходя из малых концентраций учитываемых веществ в исследуемой воде, $Rиск_{канц}$ рассчитывали по линейной модели.

Полученные суммарные величины были использованы для вычисления некоторых производных величин.

Согласно методическим рекомендациям⁵ расчет интегрального показателя (ИП) проведен по следующей формуле:

$$ИП = Rиск_{p-o} / ПЗ_{p-o} + Rиск_{нек} / ПЗ_{нек} + Rиск_{канц} / ПЗ_{канц} \quad (1)$$

⁵ МР 2.1.4.0032–11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения...», гл. X.

где $ПЗ_{p-o}$, $ПЗ_{нек}$, $ПЗ_{канц}$ – приемлемые значения величин соответствующих рисков: $ПЗ_{p-o} = 0,1$; $ПЗ_{нек} = 0,05$; $ПЗ_{канц} = 0,00001$.

ИП является весьма показательным параметром, позволяющим оценить динамику результатов водоподготовки по ее стадиям и во времени [7]. Однако следует отметить, что одна и та же величина ИП может быть обусловлена различными сочетаниями величин рисков немедленных (рефлекторно-ольфакторных), неканцерогенных и канцерогенных эффектов. Немедленные эффекты, вызванные неблагоприятными органолептическими свойствами воды, заставляют население воздержаться от водопользования, в то же время они являются физиологичными, ориентировочными. Риск хронического воздействия, обусловленный неканцерогенным и канцерогенным эффектами, выражает вероятность развития заболевания во времени и «неощутим» для населения при контакте с водой. Поэтому для нас представляло интерес отдельно оценить риск рефлекторно-ольфакторных эффектов и предложить интегральный показатель риска эффектов хронического воздействия ($ИП_{xp}$):

$$ИП_{xp} = Rиск_{нек} / ПЗ_{нек} + Rиск_{канц} / ПЗ_{канц} \quad (2)$$

сопоставив его величину с величиной интегрального показателя (ИП).

Полученные величины рисков оценивались на основе их кратности приемлемым значениям.

Результаты и обсуждение

Данные, полученные в исследовании, приведены в табл. 2.

При организации хозяйственно-питьевого водоснабжения из поверхностных источников приоритетной целью общеупотребляемых основных методов водоподготовки является снижение микробной обсемененности, мутности и цветности воды до нормативных величин. Что же касается как природных, так и антропогенных растворимых веществ, то в отношении них барьерная функция водоподготовительных сооружений выражена слабо [8]. Наряду с этим может иметь место вторичное загрязнение воды как в ходе очистки (остаточными количествами применяемых реагентов и веществами, синтезирующимися при использовании дезинфектантов), так и при распределении [9, 10], в результате чего существенно повышается вероятность того, что потребители будут не удовлетворены ее органолептическими свойствами. Но и при удовлетворительных органолептических показателях употребление этой воды может представлять определенный риск для здоровья населения. Подобные явления в ряде случаев могут происходить также при водоснабжении из подземных источников.

Результаты исследования показывают, что наиболее значительные (до 4) кратности превышения приемлемого значения риска рефлекторно-ольфакторных эффектов ($ПЗ_{p-o}$) во всех анализируемых системах характерны для воды источников. Превышений $ПЗ_{p-o}$ после водоподготовки и в сети не отмечено.

Обнаружены небольшие (не более 1,13) кратности превышения приемлемого значения величинами $Rиск_{канц}$, причем на всех этапах водоснабжения и по всем системам. Превышений приемлемого значения величинами $Rиск_{нек}$ не выявлено, однако следует отметить, что если кратности этих величин к приемлемому значению на этапе водозабора по всем системам составляли не более 0,06, то после водоподготовки и в распределительной сети они увеличивались до 0,32–0,37.

Выводы

1. В целях гигиенической характеристики систем водоснабжения с использованием методики оценки риска для здоровья целесообразно не только использовать интегральный показатель качества питьевой воды (ИП), но и оценивать риск хронического воздействия, обусловленный неканцерогенным и канцерогенным эффектами и выражающий вероятность развития заболевания во времени, «неощутимый» для населения при контакте с водой (интегральный показатель риска эффектов хронического воздействия – $ИП_{xp}$).

2. Сопоставление величин ИП и $ИП_{xp}$ показало, что если водоподготовка существенно снижает ИП по всем анализируемым системам, то величины $ИП_{xp}$, наоборот, имеют тенденцию к ро-

сту, обусловленную вторичным загрязнением воды в результате её обработки и распределения.

3. Такая дифференцированная оценка риска как на этапах водоснабжения, так и по поселениям, использующим различные источники водоснабжения, позволяет получить более информативную картину в отношении влияния на здоровье всех факторов качества воды, используемой населением. Это имеет особое значение в силу как вторичного загрязнения воды, так и содержания в воде некоторых источников водоснабжения Ленинградской области, а также Северо-Запада соединений алюминия, бария, бора, мышьяка, свинца и прочих микроэлементов. Освобождение от них воды для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения стоит на повестке дня.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды. *Гигиена и санитария*. 2015; (5): 5–10.
2. Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ленинградской области в 2015 году». http://47.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/1479678
3. Фридман К.Б. Перспективы водоснабжения мегаполисов питьевой водой. В кн: Фридман К.Б., Крюкова Т.В., Белкин А.С., Башкетова Н.С., Романцова В.Л. Всероссийская конференция с международным участием «Профилактическая медицина-2014»: Сборник тезисов. СПб.; 2014: 157–60.
4. Горбанев С.А., Воробьева Л.В., Ломтев А.Ю., Маймулов В.Г. *Проблемы гигиенической безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения и здоровья населения Ленинградской области: Монография*. СПб.; 2006.
5. Горбанев С.А., Новикова Ю.А., Алентьева О.С. Об опыте использования результатов социально-гигиенического мониторинга за качеством питьевой воды для установления лиц, виновных в загрязнении окружающей среды. В кн.: *Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: Материалы всероссийской конференции*. Пермь; 2015: 137–41.
6. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Мозжухина Н.А., Мельцер А.А. К вопросу регулирования качества питьевой воды в Российской Федерации и в ряде стран ближнего зарубежья. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015; (1). Available at: http://profclinmed.szgmu.ru/PIK_1-2015_END.pdf
7. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Киселёв А.В. Опыт реализации метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности в Санкт-Петербурге. *Гигиена и санитария*. 2013; 94(5): 31–4.
8. Коверга А.В., Стрихар Ю.В. Качество питьевой воды: барьерная роль станций водоподготовки. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2007; (9): 16–21.
9. Тульская Е.А. Сравнительная безопасность средств обеззаражи-

вания воды. *Здоровье населения и среда обитания*. 2013; (11): 22–4.

10. Черниченко И.А., Сердюк А.М., Литовченко О.Н., Баленко Н.В. Канцерогенная опасность хлороформа и других побочных продуктов хлорирования питьевой воды. *Гигиена и санитария*. 2009; 88(3): 28–33.

References

1. Krasovskiy G.N., Rakhmanin Yu.A., Egorova N.A. Hygienic grounding of optimization of integral estimation of drinking water by water quality index. *Gigiena i sanitariya*. 2015; (5): 5–10. (in Russian)
2. Documents for the state report «On the status of sanitary-epidemiological well-being of population in Leningrad region in 2015». Available at: http://47.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/1479678 (in Russian)
3. Fridman K.B. Outlook for drinking water supply of megapolises. In: Fridman K.B., Kryukova T.V., Belkin A.S., Bashketova N.S., Romantsova V.L. *All-Russian Conference with international participants «Preventive Medicine-2014». Collection of Abstracts [Vserossiyskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Profilakticheskaya meditsina-2014»: Sbornik tezisov]*. St. Petersburg; 2014: 157–60. (in Russian)
4. Gorbanev S.A., Vorob'eva L.V., Lomtev A.Yu., Maymulov V.G. *Problems of Hygienic Safety of Domestic Water Supply and Population Health of Leningrad Region: Monograph [Problemy gigienicheskoy bezopasnosti khozyaystvenno-pit'evogo vodosnabzheniya i zdorov'ya naseleniya Leningradskoy oblasti: Monografiya]*. St. Petersburg; 2006. (in Russian)
5. Gorbanev S.A., Novikova Yu.A., Alent'eva O.S. On the experience of using results of social-hygienic monitoring of drinking water quality for identifying persons culpable of environment pollution. In: *Current Problems of Safety and Health Risk Assessment of Population Exposed to Environmental Factors: Proceedings of All-Russian Conference [Aktual'nye problemy bezopasnosti i otsenki riska zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii faktorov sredi obitaniya: Materialy vserossiyskoy konferentsii]*. Perm'; 2015: 137–41. (in Russian)
6. Mel'tser A.V., Erastova N.V., Mozhukhina N.A., Mel'tser A.A. On the problem of drinking water quality regulation in Russian Federation and in certain former Soviet republics. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2015; (1). Available at: http://profclinmed.szgmu.ru/PIK_1-2015_END.pdf (in Russian)
7. Mel'tser A.V., Erastova N.V., Kiselev A.V. Experience of implementation of integral estimation method of drinking water by chemical safety indices in St.-Petersburg. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 94(5): 31–4. (in Russian)
8. Koverga A.V., Strikhar Yu.V. Drinking water quality: barrier role of water treatment plants. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2007; (9): 16–21. (in Russian)
9. Tul'skaya E.A. Comparative safety of water disinfectants. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2013; (11): 22–4. (in Russian)
10. Chernichenko I.A., Serdyuk A.M., Litovchenko O.N., Balenko N.V. Carcinogenic hazard of chloroform and other by-products of drinking water chlorination. *Gigiena i sanitariya*. 2009; 88(3): 28–33. (in Russian)