



Научная статья

ПРИОРИТЕТНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ФОРМИРУЮЩИЕ НЕГАТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

С.В. Клейн^{1,2}, С.А. Вековщина¹

¹Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Анализируются многолетняя динамика показателей состояния питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения, дополнительные случаи нарушений здоровья населения РФ, непосредственно связанные с качеством питьевой воды. Осуществлена гигиеническая оценка приоритетных факторов риска питьевой воды и связанных с ними потенциальных нарушений здоровья населения РФ.

В исследовании использованы методы: гигиенический анализ показателей состояния питьевой воды по данным формы № 18 федерального статистического наблюдения «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за 2000–2019 гг., Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2012–2019 гг., расчет ассоциированных случаев нарушений здоровья в соответствии с МР 5.1.0095–14.

Удельный вес источников централизованного питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, за период 2000–2019 гг. уменьшился на 4,7 % и составил 14,9 %. За последние двадцать лет наблюдалось снижение удельного веса проб воды источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим (на 2,7 %) и микробиологическим (на 4,8 %) показателям. В течение 2000–2019 гг. удельный вес водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, сократился на 10,7 % и составил в 2019 г. 15,9 %.

За два последних десятилетия состояние питьевой воды из распределительной сети централизованного водоснабжения улучшилось. Снизился удельный вес проб воды из распределительной сети, не соответствующих санитарным требованиям по микробиологическим и санитарно-химическим показателям (на 6,7 и на 7,9 % соответственно).

В течение 2012–2019 гг. в Российской Федерации максимальная кратность превышения гигиенических нормативов качества питьевой воды была отмечена в отношении брома, кремния, хлора, железа, натрия, лития, магния, марганца, хлороформа, бора, стронция, сульфидов и сероводорода.

В целом по РФ в 2019 г. с загрязнением питьевой воды химическими веществами и микробиологическими агентами было непосредственно связано более 1,66 млн случаев болезней органов пищеварения, системы кровообращения, кожи и подкожной клетчатки и других нарушений здоровья, что в части ассоциированной с качеством питьевой воды заболеваемости на 13,3 % меньше соответствующих данных 2012 г. Факторами риска являлись хлор, хлорорганические соединения, аммиак, железо, марганец, мышьяк, никель, медь, бор, магний и другие соединения.

Ключевые слова: питьевая вода, гигиенические нормативы, риск здоровью населения, ассоциированные случаи заболеваемости, федеральный проект «Чистая вода».

Одним из основных прав человека является доступность качественной и безопасной питьевой воды. Она имеет важнейшее значение для здоровья человека, определяет уровень здоровья и качества

жизни нации [1]. Эксперты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечают, что при эксплуатации безопасных систем водоснабжения, строгом соблюдении требований гигиены можно предотвра-

© Клейн С.В., Вековщина С.А., 2020

Клейн Светлана Владиславовна – доктор медицинских наук, заведующий отделом системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга, доцент (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>).

Вековщина Светлана Анатольевна – заведующий лабораторией методов оценки соответствия и потребительских экспертиз (e-mail: veksa@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4833-0792>).

тить большое количество болезней. Только диарейные заболевания составляют около 3,6 % суммарного глобального бремени болезней, которые приводят к гибели 1,5 млн человек в год. Около 58 % от этого количества (842 тысячи смертей в год, в том числе 361 тысяча случаев смерти детей в возрасте до пяти лет) обусловлены отсутствием безопасного водоснабжения, санитарии и гигиены [2].

Качеству воды могут угрожать инфекционные и паразитарные агенты, токсичные химические вещества и прочие факторы риска [3]. Согласно данным ВОЗ, в 2017 г. не были обеспечены безопасным и легкодоступным водоснабжением в месте проживания трое из десяти человек в мире [4]. По данным ООН, не имеют постоянного доступа к чистой питьевой воде более 2 млрд человек во всем мире, а более 800 млн каждый день тратят не менее 30 мин, чтобы набрать воду или совсем не имеют доступа к ней [5].

Несмотря на увеличение доли населения Российской Федерации, обеспеченного безопасной питьевой водой, в 2018 г. почти 10 % населения страны не было обеспечено качественной питьевой водой централизованных систем водоснабжения¹. В связи с этим повышение качества питьевой воды для населения РФ остается одной из актуальных государственных задач.

Решение проблемы повышения качества питьевой воды путем модернизации систем водоснабжения и водоподготовки с использованием перспективных технологий предусмотрено федеральным проектом «Чистая вода» [6]. Перед Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, другими участниками федерального проекта «Чистая вода» поставлены амбициозные задачи: в результате реализации проекта через шесть лет качественной питьевой водой из централизованных систем водоснабжения должно быть обеспечено более 90 % населения Российской Федерации, а в городах этот показатель должен составить порядка 99 %.

Наиболее эффективным средством непрерывного обеспечения безопасности системы питьевого

водоснабжения является использование метода оценки и управления рисками, который охватывает все этапы водоснабжения: от водозабора до потребления воды [7–32].

Цель исследования – выявить и провести гигиеническую оценку приоритетных факторов риска питьевой воды и связанных с ними потенциальных нарушений здоровья населения РФ.

Материалы и методы. В ходе исследования выполнен гигиенический анализ показателей состояния питьевой воды центрального питьевого водоснабжения (ЦПВ) по данным формы № 18 федерального статистического наблюдения «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за 2000–2019 гг. и Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) за 2012–2019 гг.²

Оценку показателей обеспеченности всего населения РФ, а также городского населения качественной питьевой водой выполняли в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.1.4.0143-19³.

В качестве источников информации о состоянии здоровья населения Российской Федерации использованы статистические данные Минздрава РФ о заболеваемости населения Российской Федерации за 2012–2019 гг.⁴

Оценку количества случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством питьевой воды, а также выявление приоритетных факторов риска формирования данных нарушений выполняли для Российской Федерации в целом и субъектов РФ в частности в соответствии с приложением 2 к методическим рекомендациям МР 5.1.0095-14⁵.

Результаты и их обсуждение. Оценка уровня достижения целевых показателей, предусмотренных федеральным проектом (ФП) «Чистая вода», выявила, что фактическая доля всего населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем ЦПВ, составила в 2019 г. 85,5 %, что ниже планового целевого показателя на 2019 г. (87,5 %) ⁶.

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

² Форма № 18 федерального статистического наблюдения «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за 2000–2019 гг. [Электронный ресурс] // Закон прост! Правовая консультационная служба. – URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/653252> (дата обращения: 02.08.2020).

³ МР 2.1.4.0143-19. 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения: методические рекомендации / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.03.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_325256/ (дата обращения: 02.08.2020).

⁴ Медико-демографические показатели Российской Федерации: статистический справочник. – М.: Минздрав России, 2018. – 264 с.

⁵ МР 5.1.0095-14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания [Электронный ресурс] / утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 23 октября 2014 года // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200129398> (дата обращения: 03.08.2020).

⁶ Паспорт федерального проекта «Чистая вода» [Электронный ресурс] // Минстрой России. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/17692/> (дата обращения: 02.08.2020).

Таблица 1

Субъекты РФ, отнесенные к первым и последним десяти рангам по доле (%) населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем ЦПВ в 2019 г.

№ п/п	Субъект РФ	Доля населения, %			№ п/п	Субъект РФ	Доля населения, %		
		план	факт	различие			план	факт	различие
Первые десять рангов				Последние десять рангов					
1	г. Санкт-Петербург	–	100,0	–	76	Карачаево-Черкесская Республика	66,3	61,5	–4,8
2	г. Москва	–	99,6	–	77	Смоленская область	63,1	60,2	–2,9
3	Мурманская область	99,7	99,4	–0,3	78	Еврейская автономная область	61,3	59,9	–1,4
4	Камчатский край	98,5	98,8	0,3	79	Республика Саха (Якутия)	59,8	54,0	–5,8
5	Кемеровская область – Кузбасс	98,3	98,3	0,0	80	Ненецкий автономный округ	51,4	53,6	2,2
6	г. Севастополь	97,6	97,5	–0,1	81	Вологодская область	43,6	51,6	8,0
7	Курская область	93,6	95,9	2,3	82	Республика Бурятия	44,1	46,5	2,4
8	Ставропольский край	98,5	95,3	–3,2	83	Забайкальский край	51,1	45,2	–5,9
9	Магаданская область	98,5	95,3	–3,2	84	Республика Тыва	24,5	24,7	0,2
10	Краснодарский край	94,5	94,5	0,0	85	Республика Калмыкия	72,6	7,4	–65,2

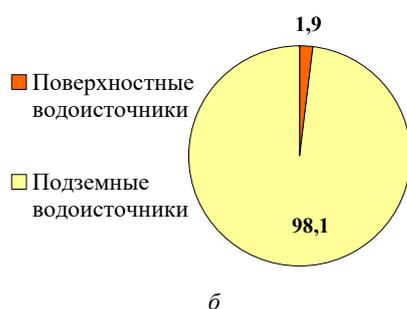
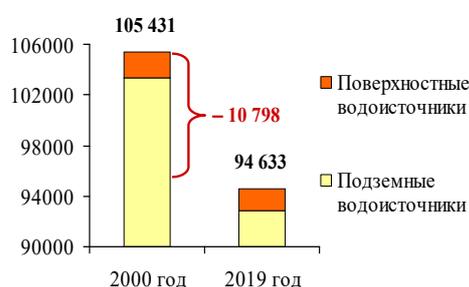


Рис. 1. Поверхностные и подземные источники ЦПВ, данные на 2019 г.: а – число, абс.; б – доля, %

Анализ данных по субъектам РФ показал, что в 39 регионах страны целевой региональный показатель, установленный ФП «Чистая вода» на 2019 г., не достигнут. Наиболее низкие значения показателя отмечены в Республике Калмыкия (7,4 %), Республике Тыва (24,7 %), Забайкальском крае (45,2 %) и в Республике Бурятия (46,5 %) (табл. 1).

Другой целевой показатель ФП «Чистая вода» на 2019 г. (94,5 % городского населения РФ обеспечено качественной питьевой водой централизованных систем водоснабжения) также не был достигнут. Его значение для страны в целом составило 93,2 %, что ниже проектного уровня на 1,3 %. Наиболее высокий уровень обеспеченности городского населения качественной питьевой водой систем ЦПВ в 2019 г. наблюдался в Санкт-Петербурге (100 %), Кабардино-Балкарской Республике (100 %), Камчатском крае (99,9 %), Мурманской области (99,7 %) и Москве (99,6 %).

Анализ данных за период 2000–2019 гг. показал, что общее количество источников централизованного питьевого водоснабжения снизилось более чем на 10,7 тыс. единиц (рис. 1, а). При этом доля подземных источников водоснабжения в общем числе водоисточников осталась неизменной – около 98 % (рис. 1, б).

За последние 20 лет удельный вес неблагоприятных в санитарно-эпидемиологическом отношении водоисточников снизился на 5 %. В 2019 г. не соответствовали санитарным требованиям 14,9 % источников, в том числе поверхностных – 35,1 %.

Приоритетной причиной несоответствия источников питьевого централизованного водоснабжения санитарно-эпидемиологическим требованиям продолжает оставаться отсутствие зон санитарной охраны. Несмотря на то что число источников ЦПВ, не имеющих установленной зоны санитарной охраны, снизилось за последние два десятилетия более чем на 44 % (рис. 2), около 10,2 тысячи источников на сегодняшний день не имеют зоны санитарной охраны. Это значительный фактор риска, который может оказывать негативное влияние на качество питьевой воды централизованных систем водоснабжения.

Улучшение ситуации с организацией зон санитарной охраны источников ЦПВ, увеличение количества источников, соответствующих санитарным требованиям, привели к улучшению показателей качества воды водоисточников.

В течение 2000–2019 гг. на 5 % (до 4,1 % в 2019 г.) снизилась доля проб воды источников ЦПВ, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям. При этом по санитарно-химическим показателям качество воды источников водоснабжения остается стабильным: в течение последних двух десятилетий порядка 25–28 % проб воды поверхностных и подземных водоисточников не соответствуют гигиеническим нормативам.

Качество питьевой воды, подаваемой потребителям с использованием сетей централизованного водоснабжения, определяется не только состоянием водоисточников, но и водопроводов. Количество

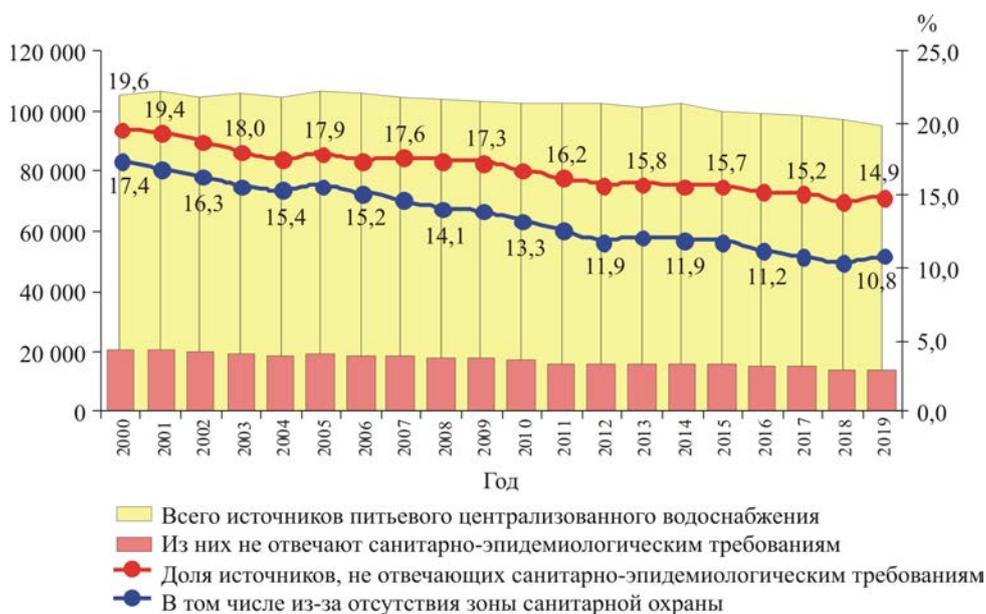


Рис. 2. Удельный вес источников ЦПВ, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, %

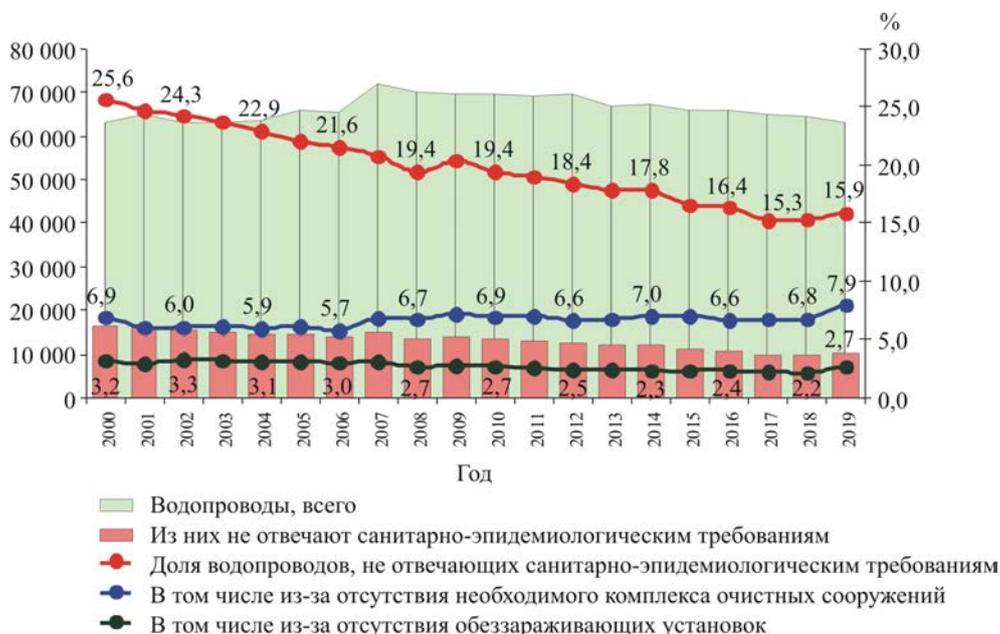


Рис. 3. Удельный вес водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, %

водопроводов, эксплуатируемых на территории Российской Федерации, за последние два десятилетия увеличилось и составило более 63,5 тысячи единиц. При этом более 10,0 тысяч (15,8 %) водопроводов из поверхностных и подземных источников в 2019 г. не соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям, в том числе из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений – более 5,0 тысяч (7,9 %), обеззараживающих установок – более 1,6 тысячи (2,7 %) водопроводов (рис. 3).

Реализация региональных программ в отношении строительства и реконструкции (модернизации) водопроводных сооружений, разработанных в том числе в рамках ФП «Чистая вода», позволила за пе-

риод 2000–2019 гг. снизить на 10,7 % удельный вес водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям.

Рост числа водопроводов, соответствующих санитарным требованиям, позволил улучшить качество питьевой воды перед подачей в распределительную сеть. За последние 20 лет доля проб воды водопроводов, не соответствующих санитарным требованиям по микробиологическим показателям, снизилась на 6,9 %, по санитарно-химическим – на 4,8 %.

Улучшение качества питьевой воды в водопроводах повлияло на повышение качества питьевой воды в разводящей сети. Анализ показал, что за последние 20 лет удельный вес проб питьевой

воды из распределительной сети, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, снизился на 7,9 %, по микробиологическим – на 6,7 % (2019 г. – 2,7 %) (рис. 4).

Высокий уровень (более 20 % проб питьевой воды с превышением ПДК) нестандартных проб питьевой воды, отобранных из распределительной сети, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, наблюдался в 2019 г. в 22 регионах РФ, по микробиологическим (более 5 % проб питьевой воды с превышением ПДК) – в 17 регионах. При этом в 49 субъектах РФ отмечалось превышение среднероссийского показателя доли проб из распределительной сети ЦПВ, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, а в 41 субъекте РФ – по микробиологическим.

Наиболее низкое качество питьевой воды по микробиологическим показателям было зафиксировано в 2019 г. на территории Карачаево-Черкесской

Республики (24,6 % проб с превышением гигиенических нормативов), Республики Ингушетия (20,7 % проб) и Чеченской Республики (14,0 % проб), а по санитарно-химическим – на территории республик Калмыкия (58,3 % проб с превышением ПДК) и Карелия (43,1 %), Костромской области (38,0 %), Чукотского автономного округа (36,0 %) и Курганской области (35,2 %).

На качество питьевой воды по санитарно-химическим показателям оказывало влияние содержание в ней химических загрязняющих веществ.

В результате анализа данных Федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) за 2012–2019 гг. к приоритетным для Российской Федерации химическим веществам были отнесены: бром, кремний, хлор, железо, натрий, литий, магний, марганец, хлороформ, бор, стронций, сульфиды и сероводород. Удельный вес проб питьевой воды, в которых содержание этих веществ превышало гигиенические нормативы, стабильно было более 5 % (табл. 2).



Рис. 4. Динамика удельного веса проб питьевой воды из распределительной сети, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, %

Таблица 2

Перечень приоритетных химических веществ, влияющих на состояние питьевой воды систем ЦПВ

Вещество	Доля проб с превышением ПДК								Изменение показателя за 2012–2019 гг., %
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Бром	8,87	61,02	43,94	20,0	60,0	50,0	75,0	100,0	+91,1↑
Кремний (по Si)	4,09	6,21	20,54	24,86	22,92	22,72	20,99	18,9	+14,8↑
Хлор	39,05	32,99	0,02	0,62	0,37	3,28	13,48	14,66	-24,4↓
Железо (по Fe)	21,25	16,53	15,13	14,26	12,31	11,21	13,14	13,47	-7,78↓
Натрий	21,39	12,76	13,86	14,95	11,88	11,61	12,04	12,81	-8,58↓
Литий	35,89	28,35	38,1	17,75	14,91	21,07	17,46	11,69	-24,2↓
Магний	11,75	8,34	7,35	8,7	8,06	7,72	10,15	9,81	-1,94↓
Марганец	10,6	7,1	7,1	6,92	6,31	6,82	7,19	9,81	-0,79↓
Хлороформ	18,72	9,1	11,31	9,22	7,89	8,96	11,26	9,34	-9,38↓
Бор	4,51	6,29	8,55	8,69	8,36	6,98	8,05	8,52	+4,01↑
Стронций	1,26	6,96	4,14	3,5	5,58	7,93	6,01	7,16	+5,9↑
Сульфиды и сероводород H ₂ S	6,63	5,21	2,84	1,41	1,49	3,79	5,49	6,7	+0,07↑

В качестве позитивных тенденций за период 2012–2019 гг. можно отметить снижение доли проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию хлора (на 24,4 %), железа (на 7,78 %), натрия (на 8,58 %), лития (на 24,2 %), магния (на 1,94 %), марганца (на 0,79 %) и хлороформа (на 9,34 %).

Однако за тот же период увеличилась доля проб питьевой воды, в которых были выявлены превышения гигиенических нормативов по содержанию брома (на 91,1 %), кремния (на 14,8 %), бора (на 4,01 %), стронция (на 5,9 %), сульфидов различных веществ и сероводорода (на 0,07 %).

Содержание в питьевой воде химических веществ (хлор и хлорорганические соединения, аммиак, железо, марганец, мышьяк, свинец, никель, медь, бор, магний и другие соединения) в концентрациях, превышающих ПДК, может формировать дополнительные случаи нарушений здоровья со стороны нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной, мочеполовой системы, а также органов пищеварения, кожных покровов и слизистых оболочек, системы крови и иммунной системы, оказывать влияние на изменение динамики массы тела, процессов развития организма и распространенности инфекционных заболеваний⁷.

Анализ данных ФИФ СГМ и государственной медицинской статистики о состоянии здоровья населения Российской Федерации за 2012–2019 гг. показал, что в целом по стране с загрязнением питьевой воды централизованных систем водоснабжения химическими веществами, микробными агентами вероятно связано порядка 1,98–1,68 млн заболеваний населения.

В структуре дополнительных случаев заболеваний всего населения, непосредственно связанных с состоянием питьевой воды, первые места занимают болезни органов пищеварения (37,0–37,8 %), мочеполовой системы (26,0–27,4 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (12,7–13,7 %), эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (5,5–7,4 %), костно-мышечной системы и соединительной ткани (4,8–5,6 %), новообразования (5,2–5,5 %). На другие причины заболеваний приходится 4,9–6,8 % от общего числа дополнительных случаев.

На уровень дополнительной заболеваемости всего населения РФ болезнями органов пищеварения в 2012–2019 гг. (423,6–522,1 случая на 100 тысяч населения, 12,1–14 % от первичной заболеваемости населения в данном классе болезней) вероятно повлияло несоответствие качества воды ЦПВ санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, в том числе по содержанию мышьяка, никеля, меди, бора, фтора, хлора, хлороформа, тетрахлорметана, на территории 79–83 регионов страны (рис. 5). При этом загрязнение питьевой воды в этих регионах вероятно сформировало от 5,11 до 2480,5 дополнительных случаев заболеваний органов пищеварения на 100 тысяч населения. Больше всего дополнительных случаев заболеваний в данном классе болезней в 2019 г. было зафиксировано на территории республик Мордовия, Калмыкия и Дагестан, а также Еврейской автономной области и Чеченской Республики (от 1276,38 до 2233,67 случая на 100 тысяч населения).



Рис. 5. Распределение субъектов Российской Федерации по уровню дополнительной заболеваемости всего населения болезнями органов пищеварения, ассоциированной с неудовлетворительным качеством питьевой воды ЦПВ в 2019 г.

⁷ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Дополнительная заболеваемость населения страны болезнями мочеполовой системы (в 2012–2019 гг. в среднем по РФ от 305,0 до 371,5 случая на 100 тысяч населения, 6,7–7,5 % от первичной заболеваемости населения в данном классе болезней), обусловленная несоответствием качества питьевой воды санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям в отношении содержания бора, кадмия, свинца, ртути, хлороформа, тетрахлорметана, бария и пр., вероятно формировалась на территории практически всех регионов Российской Федерации (79–83 субъекта, от 3,75 до 1728,5 дополнительного случая на 100 тысяч населения). В 2019 г. на приоритетных территориях (Республики Мордовия, Калмыкия, Дагестан, Еврейская автономная область, Чеченская Республика) данный показатель составлял от 937,33 до 1651,22 дополнительного случая на 100 тысяч населения.

Дополнительные случаи болезней кожи и подкожной клетчатки, ассоциированные с высокой долей проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию мышьяка и железа, формировались на территории 79–83 субъектов РФ (в 2012–2019 гг. 1,76–1113,5 случая на 100 тысяч всего населения). Превышения среднероссийского уровня (в 2012–2019 гг. 147,4–188,6 дополнительного случая на 100 тысяч населения, 3,4–4,0 % от первичной заболеваемости населения в данном классе болезней) по данному показателю отмечены на территориях 22–39 субъектов РФ (179,6–1113,5 случая на 100 тысяч всего населения). В 2019 г. на приоритетных территориях (Республики Коми, Мордовия, Калмыкия, Дагестан, Еврейская автономная область) показатель составил от 445,1 до 911,6 дополнительного случая на 100 тысяч населения.

Дополнительная заболеваемость населения РФ болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ, непосредственно связанная с качеством питьевой воды (несоответствие гигиеническим нормативам по содержанию хлороформа, мышьяка, кадмия, свинца и пр.), регистрировалась в 2012–2019 гг. на территории 79–83 субъектов РФ (в 2019 г. на территории 81 субъекта) и составила в среднем по Российской Федерации 74,0–94,8 случая на 100 тысяч населения (5,6–8,9 % от заболеваемости населения в данном классе болезней). К приоритетным территориям в динамике относились 16–32 субъекта РФ (86,5–952,2 случая на 100 тысяч населения), в 2019 г. – 18 территорий, в том числе: Республика Коми, республика Саха (Якутия), Республика Мордовия, Республика Калмыкия, Новосибирская область, Тамбовская область, Еврейская автономная область и др. (от 130,3 до 857,8 дополнительного случая на 100 тысяч населения).

Для всего населения Российской Федерации число дополнительных случаев заболеваний костно-мышечной системы и соединительной ткани, непосредственно обусловленных низким качеством

питьевой воды систем ЦПВ (по стронцию, фтору и пр.), вероятно составило в 2012–2019 гг. 58,4–69,9 случаев на 100 тысяч населения (2,0–2,4 % от всех случаев первичных заболеваний в данном классе болезней). Выше среднероссийского уровня по данному показателю дополнительная ассоциированная заболеваемость в динамике формировалась на территории 20–35 субъектов РФ (74,8–436,1 случая на 100 тысяч населения). В 2019 г. к приоритетным территориям относились 20 субъектов РФ, в том числе республики Калмыкия, Дагестан и Мордовия, Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ и др. (101,6–305,3 дополнительного случая заболеваний на 100 тысяч населения).

Число дополнительных случаев новообразований, ассоциированных с несоответствием качества питьевой воды санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям (высокое содержание кадмия, мышьяка, свинца, тетрахлорметана и пр.), составило в среднем по РФ 61,3–74,3 случая на 100 тысяч населения. Превышения среднероссийского уровня формировались на территориях 22–36 субъектов РФ (74,4–343,5 случая на 100 тысяч населения). В 2019 г. к приоритетным территориям относилось 22 субъекта РФ, в том числе Республика Мордовия, Республика Калмыкия, Чеченская Республика, Еврейская автономная область, Новгородская область и пр. (99,7–343,5 дополнительного случая на 100 тысяч населения).

Число дополнительных случаев заболеваний некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями, ассоциированных с качеством питьевой воды, для всего населения РФ вероятно составило в 2012–2019 гг. 39,2–65,9 случая на 100 тысяч населения (1,5–2,1 % от всей первичной заболеваемости по указанной причине). Среднероссийский уровень в динамике был превышен на 22–29 территориях страны. В 2019 г. максимальные уровни (более 280,0 дополнительного случая на 100 тысяч населения) отмечены в Еврейской автономной области, Чеченской Республике, а также в таких республиках Российской Федерации, как Карелия, Саха (Якутия), Тыва, Карачаево-Черкесская, Калмыкия и Ингушетия.

В целом дополнительная заболеваемость населения (в 2012–2019 гг. от 4720,5 до 5705,2 дополнительного случая на 100 тысяч всего населения), непосредственно обусловленная неудовлетворительным качеством питьевой воды, в 2019 г. формировалась на территории 82–83 субъектов Российской Федерации. Наибольшее число дополнительных случаев в 2019 г. (от 3727,7 до 5705,2 случая на 100 тысяч населения) было зафиксировано на территориях Республики Мордовия, Республики Калмыкия, Республики Коми, Чеченской Республики и Республики Дагестан.

Результаты исследования показали, что наибольший вклад в формирование дополнительных

случаев заболеваемости, обусловленных неудовлетворительным качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения, вносят превышения гигиенических нормативов содержания в питьевой воде мышьяка, хлороформа, никеля, хлора, меди, бора, фтора, тетрахлорметана, кадмия, свинца, ртути, бария, железа, стронция, а также микробиологическое загрязнение воды.

Выводы. Анализ распределения частот нарушений обязательных санитарных требований к качеству питьевой воды ЦПВ показал, что за период 2000–2019 гг. качество питьевой воды из распределительной сети централизованного водоснабжения улучшилось как по микробиологическим, так и по санитарно-химическим показателям. Удельный вес проб питьевой воды, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, снизился на 7,9 %, по микробиологическим – на 6,7 %.

Гигиеническая оценка показала, что к приоритетным факторам риска питьевой воды централизованных систем водоснабжения, формирующим негативные тенденции в состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2019 г., можно отнести несоответствие качества питьевой воды из распределительной сети санитарным требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

Содержание в питьевой воде в значительных концентрациях химических веществ (мышьяк, никель, медь, марганец, железо, аммиак, хлор, хлороформ, бор, стронций, фтор и др.) и микробных агентов вероятно приводит к появлению более 1,68 млн дополнительных случаев заболеваний населения страны.

В основном неблагоприятные эффекты для здоровья населения наблюдаются со стороны органов пищеварения, мочеполовой системы, кожных покровов и слизистых оболочек, эндокринной, костно-мышечной систем, а также новообразований.

Приоритетными факторами риска, приводящими к формированию дополнительных случаев заболеваний населения, ассоциированных с неудовлетворительным состоянием питьевой воды ЦПВ, являются превышения гигиенических нормативов содержания в питьевой воде соединений мышьяка, никеля, хлора, меди, бора, фтора, кадмия, свинца, ртути, бария, железа, стронция, хлорорганических соединений (хлороформ, тетрахлорметан и пр.), а также микробных агентов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Вода, санитария и гигиена. Безопасность и качество воды [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/ru/ (дата обращения: 03.08.2020).
2. Вода, санитария и гигиена. Болезни и риски [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/ru/ (дата обращения: 03.08.2020).
3. Вопросы здравоохранения. Вода [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/topics/water/ru/> (дата обращения: 03.08.2020).
4. Информационный бюллетень: питьевая вода [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (дата обращения: 03.08.2020).
5. Не оставляя никого в стороне: Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов, 2019 г. [Электронный ресурс] // UNESDOC. Цифровая библиотека. – URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_rus (дата обращения: 03.08.2020).
6. Федеральный проект «Чистая вода». Первые итоги / С.А. Горбанев, Г.Б. Еремин, Ю.А. Новикова, Д.С. Выхучейская // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2019. – Т. 14, № 1. – С. 252–259.
7. Руководство по разработке и реализации плана обеспечения безопасности воды. Пошаговое управление рисками для поставщиков питьевой воды / J. Bartram, L. Corrales, A. Davison, D. Deere, D. Drury, B. Gordon, G. Howard, A. Rinehold, M. Stevens. – Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2011. – 108 с.
8. Опыт установления и доказывания вреда здоровью населения вследствие потребления питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – Т. 12, № 273. – С. 16–18.
9. Май И.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. К вопросу о порядке проведения санитарно-эпидемиологического исследования нарушений прав граждан на безопасное питьевое водоснабжение // Здоровье семьи – 21 век. – 2012. – Т. 4, № 4. – С. 11.
10. Зайцева Н.В., Клейн С.В. Оценка риска здоровью населения при воздействии водного перорального фактора среды обитания в условиях крупного промышленного центра для задач социально-гигиенического мониторинга (на примере города Перми) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1139–1143.
11. Анисимов И.С., Малькова И.Л. Некондиционные подземные питьевые воды Кезского района Удмуртской Республики как фактор риска здоровью населения // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 384–391.
12. Качество питьевого водоснабжения и степень эпидемической опасности возникновения кишечных инфекций в городах Архангельской области / Е.В. Байдакова, Т.Н. Унгурияну, К.В. Крутская, И.А. Миненко // Экология человека. – 2019. – № 5. – С. 15–20.

13. Орлов Е.В. Качество водопроводной воды в жилых зданиях Щелковского района Московской области // Строительство: наука и образование. – 2017. – Т. 7, № 4 (25). – С. 31–37.
14. Сокрутина Т.А. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды // Эпомен. – 2018. – № 13. – С. 128–134.
15. Риск-ориентированный подход к организации контроля качества питьевой воды / Е.Д. Нефедова, М.М. Хмяляйнен, И.Б. Ковжаровская, Г.В. Шевчик // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – № 3. – С. 5–9.
16. Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Современные методы оценки региональных факторов риска для здоровья населения // Инновационные подходы в науке и образовании: теория, методология, практика: монография / под ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза, 2017. – С. 192–203.
17. Харина Г.В., Алёшина Л.В. Оценка загрязнения питьевой воды свердловской области тяжелыми металлами // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2020. – № 1. – С. 124–134.
18. Абрамкин А.В., Рахманов Р.С. К вопросу о качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Республики Мордовия // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – Т. 287, № 2. – С. 41–43.
19. Акайзина А.Э. Показатели качества воды централизованной системы питьевого водоснабжения и оценка риска здоровью детей // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь – Москва, 2017. – С. 7–14.
20. Середа Т.И., Береговская Т.А. Сравнительная оценка качества воды централизованной и нецентрализованной систем питьевого водоснабжения // Современные концепции развития науки: сборник статей международной научно-практической конференции. – Пермь, 2018. – С. 186.
21. Кокоричева Л.В., Манык Ф.М. Волнообусловленная заболеваемость в Северо-Западном федеральном округе, зависящая от качества потребляемой минеральной воды // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2019. – Т. 42, № 1. – С. 55–57.
22. Эколого-гигиеническая оценка риска здоровью населения Республики Башкортостан, обусловленного качеством питьевой воды / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, З.Б. Бактыбаева, Н.Н. Егорова, Р.А. Даукаев, Н.Р. Рахматуллин // Безопасность жизнедеятельности. – 2017. – Т. 203, № 11. – С. 57–64.
23. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Белкин А.С. Оценка риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 7. – С. 686–689.
24. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Приморского края / П.Ф. Кикю, Л.В. Кислицына, В.Д. Богданова, К.М. Сабирова // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 94–101.
25. Каменецкая Д.М., Попова А.А. Влияние состава воды на здоровье населения различных субъектов Российской Федерации // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2017. – Т. 7, № 6. – С. 1135.
26. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах Арктической зоны Российской Федерации / А.А. Ковшов, Ю.А. Новикова, В.Н. Федоров, Н.А. Тихонова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2019. – Т. 16, № 2. – С. 215–222.
27. Характеристика качества питьевой воды и ее влияние на состояние здоровья населения некоторых районов Рязанской области / Д.А. Соловьёв, А.А. Деметьев, А.А. Ляпкало, Н.М. Ключникова // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2019. – № 77. – С. 54–60.
28. Механтьев И.И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – Т. 325, № 4. – С. 37–42.
29. Состояние питьевой воды систем централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения – важный фактор среды обитания населения Тверской области / В.А. Синода, И.А. Жмакин, Л.А. Кудрич, П.В. Васильев, П.А. Колесник, Л.Н. Аль-Гальбан, А.Д. Маркина, А.С. Панасенко // Тверской медицинский журнал. – 2019. – № 5. – С. 7–17.
30. Полуянов В.П., Полуянова Е.И. Централизованное водоснабжение и заболеваемость населения Российской Федерации // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты: материалы четвертой международной научно-практической конференции. – Ростов н/Д, 2019. – С. 616–622.
31. Абрамкин А.В. К вопросу о биогеохимических провинциях и гигиенической оценке качества питьевой воды // Sciences of Europe. – 2016. – Т. 8, № 8–1. – С. 18–22.
32. Мухамедова Н.С., Максудова Н.А., Раджабова Н.А. К вопросу обеспечения населения Кашкадарьинской области безопасной питьевой водой // Вестник науки и образования. – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 72–76.

Клейн С.В., Вековичина С.А. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 49–60. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.06

Research article

PRIORITY RISK FACTORS RELATED TO DRINKING WATER FROM CENTRALIZED WATER SUPPLY SYSTEM THAT CREATE NEGATIVE TRENDS IN POPULATION HEALTH

S.V. Kleyn^{1,2}, S.A. Vekovshinina¹

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

²Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

Our research object was long-term dynamics of parameters describing drinking water from centralized water supply systems and additional cases of health disorders among population in Russia directly caused by low-quality drinking water.

Our research goal was to perform hygienic assessment of priority risk factors related to drinking water and potential health disorders that could be caused by them.

Our research technique was hygienic analysis of drinking water parameters as per data taken from the federal statistical form No. 18 entitled «Data on sanitary situation in a RF region» over 2000–2019, the federal information fund of social and hygienic monitoring over 2012–2019, and calculation of associated health disorders as per MG 5.1.0095–14.

Specific weight of centralized water supply sources that didn't conform to sanitary-epidemiologic requirements decreased by 4.7 % over 2000–2019 and amounted to 14.9 %. Over the last 20 years there has been a descending trend in specific weight of water samples taken from centralized water supply sources that don't conform to sanitary requirements as per sanitary-chemical parameters (by 2.7 %) and microbiological parameters (by 4.8%). Over 2000–2019, specific weight of water distribution networks not conforming to sanitary-epidemiologic requirements decreased by 10.7 % and amounted to 15.9 % in 2019.

Over the last 20 years there has been an increase in quality of drinking water taken from centralized distribution networks. Specific weight of water samples from centralized distribution networks not conforming to sanitary requirements as per microbiological and sanitary-chemical parameters fell by 6.7 % and 7.9 % respectively.

In 2012–2019 in the RF hygienic parameters of drinking water quality were the most violated as per contents of bromine, silicon, chlorine, iron, sodium, lithium, magnesium, manganese, chloroform, boron, strontium, sulfides, and hydrogen sulphide.

Overall, in the RF in 2019 more than 1.66 million cases of digestive diseases, cardiovascular diseases, diseases of skin and subcutaneous tissue, and other health disorders were directly related to drinking water being contaminated with chemicals and microbiological agents; it was by 13.3 % lower than in 2012 regarding morbidity associated with drinking water quality. Priority risk factors were chlorine, chlorine organic compounds (COC), ammonia, iron, manganese, arsenic, nickel, copper, boron, magnesium, and other compounds.

Key words: drinking water, hygienic standards, health risk, associated morbidity, «Pure water» federal project.

References

1. Water sanitation hygiene. Water safety and quality. *World Health Organization*. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/en/ (03.08.2020).
2. Water sanitation hygiene. Diseases and risks. *World Health Organization*. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/en/ (03.08.2020).
3. Voprosy zdravookhraneniya. Voda [Healthcare issues. Water]. *World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/topics/water/ru/> (03.08.2020) (in Russian).
4. Detail. Drinking-water. *World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (03.08.2020).

© Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., 2020

Svetlana V. Kleyn – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department for Systemic Procedures of Sanitary-Hygienic Analysis and Monitoring (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>).

Svetlana A. Vekovshinina – Head of Laboratory for conformity assessment techniques and consumer inspections (e-mail: vekasa@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4833-0792>).

5. Vsemirnyi doklad Organizatsii Ob"edinennykh Natsii o sostoyanii vodnykh resursov, 2019 g.: Ne ostavlyaya nikogo v storone [The United Nations world water development report 2019: leaving no one behind, executive summary]. *UNESDOC. Tsifrovaya Biblioteka*. Available at: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_rus (03.08.2020) (in Russian).
6. Gorbanev S.A., Eremin G.B., Novikova Yu.A., Vyucheiskaya D.S. Federal project «Clean water». First results. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*, 2019, vol. 14, no. 1, pp. 252–259 (in Russian).
7. Bartram J., Corrales L., Davison A., Deere D., Drury D., Gordon B., Howard G., Rinhold A., Stevens M. Rukovodstvo po razrabotke i realizatsii plana obespecheniya bezopasnosti vody. Poshagovoe upravlenie riskami dlya postavshchikov pit'evoy vody [Guide on developing and implementing a program for providing water safety. Step-by-step guide to managing risks for drinking water suppliers]. Kopenhagen, Evropeiskoe regional'noe byuro VOZ Publ., 2011, 108 p. (in Russian).
8. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Sedusova E.V. An experience of establishing and proving of harm to the public health caused by consumption of drinking water containing hyperchlorination products. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2015, vol. 12, no. 273, pp. 16–18 (in Russian).
9. May I.V., Kleyn S.V., Sedusova E.V. To the question of the procedure of sanitary and epidemiological investigation of the infringement of citizens' rights for safe drinking water supply. *Zdorov'e sem'i – 21 vek*, 2012, vol. 4, no. 4, pp. 11 (in Russian).
10. Zaitseva N.V., Kleyn S.V. Estimation of risk to health of the population at impact of water peroral factor of inhabitanacy in conditions of large industrial centre for problems of socially-hygienic monitoring (on example of perm). *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1139–1143 (in Russian).
11. Anisimov I.S., Mal'kova I.L. Sub-standard underground drinking waters of the Kezsky district of the Udmurt republic as a risk factor to the population health. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*, 2018, vol. 28, no. 4, pp. 384–391 (in Russian).
12. Baidakova E.V., Unguryanu T.N., Krutskaya K.V., Minenko I.A. Quality of drinking water and epidemic risk of water-born infections in towns of the Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka*, 2019, no. 5, pp. 15–20 (in Russian).
13. Orlov E.V. Quality of main water in residential units of Shchelkovsky district of the Moscow region. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie*, 2017, vol. 7, no. 4 (25), pp. 31–37 (in Russian).
14. Sokrutina T.A. Ecological and hygienic assessment of drinking water quality. *Epomen*, 2018, no. 13, pp. 128–134 (in Russian).
15. Nefedova E.D., Khyamyalyainen M.M., Kovzharovskaya I.B., Shevchik G.V. Risk-oriented approach to the arrangement of drinking water quality control. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*, 2018, no. 3, pp. 5–9 (in Russian).
16. Stepanova N.V., Fomina S.F. Sovremennye metody otsenki regional'nykh faktorov riska dlya zdorov'ya naseleniya [Contemporary procedures for assessing regional health risk factors]. *Innovatsionnye podkhody v nauke i obrazovanii: teoriya, metodologiya, praktika: monografiya*. In: G.Yu. Gulyaev ed. Penza, 2017, pp. 192–203 (in Russian).
17. Kharina G.V., Aleshina L.V. Assessment of the Sverdlovsk oblast drinking water pollution with heavy metals. *Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie*, 2020, no. 1, pp. 124–134 (in Russian).
18. Abramkin A.V., Rakhmanov R.S. To the question about the quality of drinking water system of centralized drinking water supply of republic of Mordovia. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2017, vol. 287, no. 2, pp. 41–43 (in Russian).
19. Akaizina A.E. Pokazateli kachestva vody tsentralizovannoi sistemy pit'evogo vodosnabzheniya i otsenka riska zdorov'yu detei [Quality parameters of drinking water taken from drinking water supply systems and assessment of risks for children's health]. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi internet-konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov Rospotrebnadzora*. In: A.Yu Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, Moscow, 2017, pp. 7–14 (in Russian).
20. Sereda T.I., Beregovskaya T.A. Sravnitel'naya otsenka kachestva vody tsentralizovannoi i netsentralizovannoi sistem pit'evogo vodosnabzheniya [Drinking water from centralized and non-centralized water supply systems: comparative assessment of quality]. *Sovremennye kontseptsii razvitiya nauki: sbornik statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Perm, 2018, pp. 186 (in Russian).
21. Kokoricheva L.V., Manyk F.M. Volnoobuslovlennaya zabolevaemost', v Severo-Zapadnom Federal'nom okruge zavislyashchaya ot kachestva potrebyaemoi mineral'noi vody [Wave-like morbidity in the North-West Federal District dependent on quality of consumed mineral water]. *Byulleten' Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2019, vol. 42, no. 1, pp. 55–57 (in Russian).
22. Valeev T.K., Suleimanov R.A., Baktybaeva Z.B., Egorova N.N., Daukaev R.A., Rakhmatullin N.R. Ecological-hygienic assessment of the risk to public health of the republic of Bashkortostan, due to the quality of drinking water. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2017, vol. 203, no. 11, pp. 57–64 (in Russian).
23. 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. *Gigiya i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 7, pp. 686–689 (in Russian).
24. Kiku P.F., Kislytsyna L.V., Bogdanova V.D., Sabirova K.M. Hygienic evaluation of the quality of drinking water and risks for the health of the population of the Primorye territory. *Gigiya i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 1, pp. 94–101 (in Russian).
25. Kamenetskaya D.M., Popova A.A. Vliyanie sostava vody na zdorov'e naseleniya razlichnykh sub'ektov Rossiiskoi Federatsii [Effects produced by water composition on population health in different RF regions]. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsii*, 2017, vol. 7, no. 6, pp. 1135 (in Russian).
26. Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in the urban districts of Russian Arctic. *Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2019, vol. 16, no. 2, pp. 215–222 (in Russian).

27. Solov'ev D.A., Dement'ev A.A., Lyapkalo A.A., Klyuchnikova N.M. Characteristic of drinking water quality and its influence on the health condition of population of some districts of the Ryazan region. *Nauchno-meditsinskii vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*, 2019, no. 77, pp. 54–60 (in Russian).

28. Mekhant'ev I.I. Health risks for the population of the Voronezh region related to drinking water quality. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2020, vol. 325, no. 4, pp. 37–42 (in Russian).

29. Sinoda V.A., Zhmakin I.A., Kudrich L.A., Vasil'ev P.V., Kolesnik P.A., Al'-Gal'ban L.N., Markina A.D., Panasenko A.S. Condition of drinking water of systems of centralized and non-centralized economic and drinking water supply – an important factor of the habitat population of the personnel of the Tversk region. *Tverskoi meditsinskii zhurnal*, 2019, no. 5, pp. 7–17 (in Russian).

30. Poluyanov V.P., Poluyanova E.I. Tsentralizovannoe vodosnabzhenie i zabolevaemost' naseleniya Rossiiskoi Federatsii [Centralized water supply and population morbidity in the RF]. *Aktual'nye voprosy ekonomiki i upravleniya: teoreticheskie i prikladnye aspekty: materialy chetvertoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Rostov-on-Don, 2019, pp. 616–622 (in Russian).

31. Abramkin A.V. The question of biogeochemical provinces and hygienic drinking water quality assessment. *Sciences of Europe*, 2016, vol. 8, no. 8–1, pp. 18–22 (in Russian).

32. Mukhamedova N.S., Maksudova N.A., Radzhabova N.A. K voprosu obespecheniya naseleniya Kashkadar'inskoi oblasti bezopasnoi pit'evoi vodoi [On an issue related to providing people living in Kaliningrad region with safe drinking water]. *Vestnik nauki i obrazovaniya*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 72–76 (in Russian).

Kleyn S.V., Vekovshina S.A. Priority risk factors related to drinking water from centralized water supply system that create negative trends in population health. Health Risk Analysis, 2020, no. 3, pp. 49–60. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.06.eng

Получена: 07.06.2020

Принята: 17.08.2020

Опубликована: 30.09.2020