



Научная статья

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ (ОПЫТ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

О.В. Сазонова¹, А.К. Сергеев¹, Л.В. Чупахина², Т.К. Рязанова¹, Т.В. Судакова^{1,3}

¹Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89

²Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области, Россия, 443079, г. Самара, проезд им. Георгия Митирева, 1

³Самарский государственный технический университет, Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Актуальной остается проблема загрязнения окружающей среды, в частности, источников питьевого водоснабжения и питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, которое оказывает неблагоприятное влияние на здоровье человека. Осуществлена оценка возможного влияния качества питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения как одного из важнейших факторов внешней среды на общую заболеваемость в г. Самаре. В задачи исследования входили отбор и анализ проб питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, расчет уровня канцерогенных и неканцерогенных рисков по проанализированным химическим веществам.

Для реализации поставленных целей и задач в 2018–2019 гг. проведен санитарно-химический анализ качества питьевого водоснабжения из централизованной хозяйственно-питьевой сети в семь внутригородских районах городского округа (г.о.) Самары по 20 санитарно-химическим показателям. Полученные фактические данные о степени загрязнения водопроводной воды из районов г.о. Самары служили первичным материалом для расчета индексов опасности и коэффициентов канцерогенного риска с использованием стандартных сценариев экспозиции.

В ходе исследования установлено, что максимальный суммарный коэффициент опасности неканцерогенных эффектов обусловлен поступлением мышьяка и нефтепродуктов. Оценка канцерогенных рисков, обусловленных поступлением контаминантов с питьевой водой, показала, что суммарный уровень риска здоровью детей до 18 лет по медиане соответствует второму диапазону, а суммарные канцерогенные риски здоровью взрослого населения – третьему диапазону. В то же время содержание мышьяка во всех пробах не превышало гигиенический норматив.

Таким образом, проведена оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков на основании фактических данных о качестве питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Представляется актуальным проведение более масштабных контролируемых исследований с вовлечением нескольких регионов для оценки значимости выявленных факторов для заболеваемости населения.

Ключевые слова: централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение, канцерогенные риски, неканцерогенные риски, санитарно-химический анализ, экологический мониторинг, нефтепродукты, тяжелые металлы, питьевая вода.

© Сазонова О.В., Сергеев А.К., Чупахина Л.В., Рязанова Т.К., Судакова Т.В., 2021

Сазонова Ольга Викторовна – доктор медицинских наук, доцент, директор Института профилактической медицины, заведующий кафедрой гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков (e-mail: ov_2004@mail.ru; тел.: 8 (846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-492X>).

Сергеев Артем Константинович – кандидат медицинских наук, начальник управления молодежной научно-образовательной политики, доцент кафедры общей гигиены (e-mail: artemsergeev1@mail.ru; тел.: 8 (987) 432-04-05; ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-6630-5585>).

Чупахина Людмила Владимировна – главный врач (e-mail: all@fguzsamo.ru; тел.: 8 (846) 260-37-97; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8945-1611>).

Рязанова Татьяна Константиновна – кандидат фармацевтических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории синтеза металлорганических каркасных полимеров Института экспериментальной медицины и биотехнологий, доцент кафедры управления и экономики фармации (e-mail: гуазанататуана@mail.ru; тел.: 8 (846) 332-26-53; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4581-8610>).

Судакова Татьяна Викторовна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии; старший научный сотрудник лаборатории синтеза металлорганических каркасных полимеров Института экспериментальной медицины и биотехнологий (e-mail: margo_a69@mail.ru; тел.: 8 (846) 278-43-11; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3897-1358>).

Окружающая среда оказывает на организм человека многогранное воздействие. По данным эпидемиологических наблюдений загрязнение окружающей среды влияет на распространенность, а также тяжесть различных видов заболеваний [1]. Экологически обусловленными является значительная часть заболеваний, так как практически весь спектр техногенных выбросов представлен токсичными соединениями, способными в зависимости от дозы и экспозиции оказывать острое или хроническое воздействие на организм. Опасения вызывает субпороговое и пороговое действие химических факторов антропогенного загрязнения, обуславливающих неспецифические патологические процессы [1].

Большая часть населения урбанизированных территорий в той или иной степени подвержена влиянию антропогенных факторов. Эколого-гигиеническая обстановка, сложившаяся в пределах территорий республик, краев, областей и автономных округов, определяется, с одной стороны, спецификой местных природно-климатических условий, а с другой – характером и масштабами воздействия промышленности, транспорта, сельского и коммунального хозяйства на окружающую среду [1, 2].

В то же время, если воздействие большинства химических веществ на здоровье при осуществлении различных видов профессиональной деятельности изучено в достаточной степени, то масштабы и тяжесть последствий хронического воздействия на человека в местах его проживания антропогенных (и природных) загрязнителей в небольших (следовых) количествах находится сейчас в стадии активного изучения [2].

По данным Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения (ЕвроВОЗ) приоритетным фактором риска смертности и общей заболеваемости является загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами, которое может спровоцировать преждевременную смерть в результате ишемической болезни сердца и инсульта, хронической обструктивной болезни легких, онкологических заболеваний и др.¹

Однако в число общемировых экологических приоритетов также входит изучение санитарно-химического состояния водоемов и питьевой воды, которая является неотъемлемой частью нормальной жизнедеятельности человека. Химическое загрязнение питьевой воды может вносить вклад в развитие хронических заболеваний, в том числе новообразований, нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта, нервной системы и др. [2–5].

Результаты эпидемиологических исследований детей, проживающих в населенных пунктах с повышенным уровнем хлороорганических соедине-

ний в питьевой воде, показали, что почти в 100 % случаев в биосредах детей практически со всех обследованных территорий регистрировали хлороформ, в ряде населенных пунктов 1,2-дихлорэтан (12,5 % случаев), являющиеся веществами с канцерогенным действием.

Заболевания, связанные с питьевой водой, могут быть также обусловлены нарушением баланса между статусом внутренней и внешней среды организма, что характерно для эндемических заболеваний. Например, установлено, что наблюдающийся во многих регионах мира флюороз обусловлен избыточным поступлением фторидов с питьевой водой; возникновение эндемического зоба связано с недостаточным содержанием йода в воде и продуктах питания и, кроме того, может быть связано с действием некоторых химических веществ, нарушающих баланс гормональной системы [5, 6].

В Российской Федерации главным водоемом питьевого водоснабжения большинства субъектов РФ европейской части страны является река Волга, сток которой составляет практически четверть от речного стока на европейской территории страны (260 км³)². Поверхностные воды бассейна р. Волги испытывают антропогенную нагрузку разного масштаба и степени опасности. Загрязнение бассейна р. Волги связано с поступлением промышленных и бытовых сточных вод. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на такие города, как Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и т.д. В многолетнем плане не отмечается положительной динамики в уровне загрязненности воды большинства водотоков бассейна р. Волги. Бассейн р. Волги входит в число водных объектов Российской Федерации с максимальной нагрузкой от высокого (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) (905 из 2743 случаев ВЗ и ЭВЗ, зафиксированных по итогам 2018 г.). При этом более 10 случаев приходится на Астраханскую, Кировскую, Московскую, Нижегородскую, Рязанскую, Самарскую, Свердловскую, Тверскую, Тульскую, Челябинскую области, Пермский край, Удмуртскую республику².

Высокая степень загрязнения поверхностных вод бассейна р. Волги не может не сказываться на состоянии питьевого водоснабжения и состоянии здоровья населения. Одним из субъектов РФ, который испытывает высокую антропогенную нагрузку, является Самарская область в целом и г. Самара в частности, основным источником питьевого водоснабжения которых является Саратовское водохранилище. По итогам 2018 г. отмечалось ухудшение качества поверхностных вод водохранилища: по

¹ Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. – М., 2017. – 68 с.

² О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: НИИ-Природа, 2019. – 290 с.

сравнению с 2008–2017 гг. число случаев загрязненности воды Саратовского водохранилища нефтепродуктами в концентрациях до 1–2 ПДК возросло от 0 до 38 %, соединениями меди – до 47 %. Кроме этого, отмечались случаи загрязненности воды аммонийным азотом до 2 ПДК, нитритным – до 1–3 ПДК, соединениями кадмия – от 1 до 2 ПДК⁴. Другим источником водоснабжения некоторых внутригородских районов г. Самары являются подземные воды Самарского Заречья.

Цель исследования – оценка возможного влияния качества питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения как одного из важнейших факторов внешней среды на общую заболеваемость в г. Самаре.

В задачи исследования входили:

- анализ общей заболеваемости в Самарской области в сравнении со среднероссийскими данными и средними данными для Приволжского федерального округа (ПФО), к которому относится Самарская область;
- отбор и анализ проб питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- расчет уровня канцерогенных и неканцерогенных рисков по проанализированным химическим веществам;
- оценка возможной связи между повышенной заболеваемостью и полученными значениями рисков.

Материалы и методы. Для реализации поставленных целей и задач в 2018–2019 гг. проведен санитарно-химический анализ качества питьевого водоснабжения из централизованной хозяйственно-питьевой сети в семи внутригородских районах городского округа (г.о.) Самары. Отбор проб проводился в квартирах водопотребителей в соответствии с ГОСТ Р 56237-2014³. Исследования осуществлялись по 20 санитарно-химическим показателям (табл. 1). Качество питьевой воды оценивалось в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01⁴.

Полученные фактические данные о степени загрязнения водопроводной воды из районов г.о. Самары служили первичным материалом для расчета индексов опасности и коэффициентов канцерогенного риска с использованием стандартных сценариев экспозиции. Оценка риска здоровью населения проведена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04⁵. Алгоритм анализа риска здоровью состоял из четырех основных этапов: идентификация опасности, анализ зависимости «доза – ответ», расчет показателей экспозиции и уровней риска здоровью. Для расчета в

исследовании использовались стандартные факторы экспозиции. Канцерогенный риск рассчитывался путем умножения величины суточной дозы (I) на фактор канцерогенного потенциала (SFo): $CR = I \cdot SFo$. Значение коэффициента опасности (HQ) определяли путем деления среднегодовой концентрации (C) на референтную концентрацию (RfC) (2): $HQ = C/RfC$. Если веществ было несколько, то для одновременного их поступления в организм человека рассчитывали индекс опасности (HI): $HI = \sum HQ$.

Статистическая обработка результатов выполнена при помощи пакета программ Statistica for Windows (Release 6.0, StatSoft Inc.) и программных средств MS Excel for Windows. Проверку нормальности распределения значений в выборке проводили с помощью теста Колмогорова – Смирнова. В случае отклонения выборки от нормального распределения данные представляли в виде медианы и диапазона (минимальное, максимальное значения и 10-х и 90-х процентилей). Для оценки отличий значений показателей между районами с поверхностным и подземным водоисточником использовали t -критерий Стьюдента. Различия считали достоверными при степени вероятности более 95 % ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. Согласно результатам санитарно-химического анализа, анализируемые пробы питьевой воды по многим санитарно-химическим показателям соответствуют требованиям². Отмечалось несоответствие единичных проб питьевой воды, подаваемой из Саратовского водохранилища, гигиеническим нормативам по таким показателям, как цветность, железо, перманганатная окисляемость, а в пробах питьевой воды, связанной водоснабжением с подземными водоисточниками (Куйбышевский район, пос. Красная Глинка в Красноглинском районе), – несоответствие по жесткости и сухому остатку. Отмечалось превышение содержания нефтепродуктов гигиенического норматива (0,1 мг/дм³) железа в воде, что может говорить о неэффективной водоподготовке, а также о состоянии труб разводящей сети. Превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) для железа было обнаружено в отдельных пробах воды питьевого водоснабжения в Куйбышевском, Железнодорожном и Красноглинском районах, что может быть обусловлено изношенностью инженерных коммуникаций. Содержание остальных металлов не превышало гигиенических нормативов.

В табл. 2 представлены результаты анализа питьевой воды по некоторым санитарно-химическим показателям.

³ ГОСТ Р 56237-2014. Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах. – М.: Стандартинформ, 2019. – 27 с.

⁴ СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Минздрав России, 2002. – 103 с.

⁵ 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.

Таблица 1

Оцениваемые санитарно-химические показатели и документы, устанавливающие правила и методы исследования и оценки качества воды

№ п/п	Определяемый показатель	Единица измерения	ПДК	Документ, устанавливающий правила и методы исследований (испытаний), измерений
1	Запах	баллы	Не более 2	ГОСТ Р 57164-2016
2	Мутность	мг/дм ³	1,5	ГОСТ Р 57164-2016
3	Цветность	град.	20	ГОСТ 31868-2012
4	Водородный показатель	ед. рН	6-9	ФР 1.31.2018.30110
5	Жесткость общая	°Ж	7,0	ГОСТ 31954-2012
6	Сухой остаток	мг/дм ³	1000	ГОСТ 18164-72
7	Перманганатная окисляемость (ПО)	мг/дм ³	5,0	ГОСТ Р 55684-2013
8	Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1	ГОСТ Р 51797-2001
9	Сульфаты	мг/дм ³	500	ГОСТ 31940-2012
10	Хлориды	мг/дм ³	350	ГОСТ 4245-72
11	Аммиак и ионы аммония	мг/дм ³	2,0	ГОСТ 33045-2014
12	Нитриты	мг/дм ³	3,0	ГОСТ 33045-2014
13	Нитраты	мг/дм ³	45	ГОСТ 33045-2014
14	Кадмий	мг/дм ³	0,001	ПНД Ф 14.1:2:4.69-96 ПНД Ф 14.1:2:4.149-99
15	Свинец	мг/дм ³	0,03	ПНД Ф 14.1:2:4.69-96 ПНД Ф 14.1:2:4.149-99
16	Цинк	мг/дм ³	5,0	ПНД Ф 14.1:2:4.69-96 ПНД Ф 14.1:2:4.149-99
17	Медь	мг/дм ³	1,0	ПНД Ф 14.1:2:4.69-96 ПНД Ф 14.1:2:4.149-99
18	Мышьяк	мг/дм ³	0,05	ФР.1.31.2002.00589
19	Железо (суммарно)	мг/дм ³	0,3	ГОСТ 4011-72
20	АСПАВ (анионактивные синтетические поверхностно-активные вещества)	мг/дм ³	0,5	ГОСТ 31857-2012

Примечание: ПДК – предельно допустимая концентрация.

Таблица 2

Качество питьевого водоснабжения населения г.о. Самара ($M \pm m$)

Район, год	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Железо, мг/дм ³	Ионы аммония, мг/дм ³	Нитриты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	НПР, мг/дм ³	As*, мг/дм ³	Pb, мг/дм ³	Cd, мг/дм ³	
ПДК	350	500	0,3	2,0	3,0	45	0,1	0,05	0,03	0,001	
1	2018	29,1 ± 2,0	76,6 ± 8,36	0,10 ± 0,02	0,32 ± 0,06	<0,003	2,05 ± 0,30	0,34 ± 0,17	0,006 ± 0,002	<0,001	<0,001
	2019	38,4 ± 2,0	63,4 ± 7,0	0,55 ± 0,13	0,10 ± 0,03	<0,003	4,95 ± 0,74	0,15 ± 0,08	0,008 ± 0,002	<0,001	<0,001
2	2018	26,3 ± 2,0	350,6 ± 38,6	0,52 ± 0,0	0,83 ± 0,17	0,11 ± 0,04	7,14 ± 1,07	0,50 ± 0,25	0,004 ± 0,001	<0,001	<0,001
	2019	20,2 ± 2,0	234,1 ± 25,8	0,49 ± 0,11	0,20 ± 0,04	0,05 ± 0,03	7,75 ± 1,16	0,76 ± 0,19	0,008 ± 0,002	<0,001	<0,001
3	2018	169,0 ± 2,0	448,0 ± 49,0	0,12 ± 0,02	0,83 ± 0,17	0,30 ± 0,08	6,04 ± 0,91	0,17 ± 0,08	0,008 ± 0,002	<0,001	<0,001
	2019	163,2 ± 14,0	98,5 ± 10,0	0,25 ± 0,06	0,36 ± 0,07	0,08 ± 0,04	6,27 ± 0,94	0,17 ± 0,08	0,008 ± 0,002	<0,001	<0,001
4	2018	26,3 ± 2,0	48,1 ± 5,3	0,13 ± 0,02	0,34 ± 0,07	<0,003	1,68 ± 0,33	0,43 ± 0,21	0,006 ± 0,001	<0,001	<0,001
	2019	20,2 ± 2,2	52,0 ± 5,7	0,28 ± 0,07	0,40 ± 0,08	<0,003	3,85 ± 0,58	0,22 ± 0,11	0,012 ± 0,002	<0,001	<0,001
5	2018	22,6 ± 2,0	53,3 ± 5,8	0,13 ± 0,03	0,39 ± 0,08	<0,003	1,62 ± 0,32	0,43 ± 0,21	0,004 ± 0,001	<0,001	<0,001
	2019	42,2 ± 4,6	61,8 ± 6,8	0,22 ± 0,05	0,34 ± 0,07	<0,003	5,00 ± 0,75	0,15 ± 0,08	0,004 ± 0,001	<0,001	<0,001
6	2018	75,2 ± 6,5	201,2 ± 22,1	2,91 ± 0,62	0,96 ± 0,19	<0,003	7,70 ± 1,15	0,21 ± 0,10	0,026 ± 0,006	0,0023 ± 0,0003	<0,001
	2019	73,0 ± 6,3	136,0 ± 15,0	0,06 ± 0,01	<0,10	<0,003	15,87 ± 2,40	0,20 ± 0,10	0,005 ± 0,001	0,004 ± 0,001	0,0010 ± 0,0002

Район, год	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Железо, мг/дм ³	Ионы аммония, мг/дм ³	Нитриты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	НПР, мг/дм ³	As*, мг/дм ³	Pb, мг/дм ³	Cd, мг/дм ³	
7	2018	27,3 ± 2,5	43,4 ± 4,7	<0,05	0,69 ± 0,14	0,19 ± 0,07	0,18 ± 0,03	0,41 ± 0,20	0,005 ± 0,001	<0,001	<0,001
	2019	42,2 ± 4,6	83,1 ± 9,1	0,23 ± 0,06	0,19 ± 0,04	<0,003	4,97 ± 0,75	0,40 ± 0,20	0,003 ± 0,001		<0,001
8	2018	25,4 ± 2,0	46,4 ± 5,1	0,15	0,42 ± 0,08	<0,003	1,94 ± 0,38	0,57 ± 0,14	0,006 ± 0,001	<0,001	<0,001
	2019	38,4 ± 4,1	79,4 ± 8,7	0,15 ± 0,04	0,16 ± 0,03	<0,003	5,26 ± 0,79	0,24 ± 0,12	0,008 ± 0,002	<0,001	<0,001
9	2018	23,5 ± 2,0	44,9 ± 4,9	<0,05	0,30 ± 0,05	<0,003	1,79 ± 0,35	0,68 ± 0,17	0,008 ± 0,002	0,0022 ± 0,0003	<0,001
	2019	40,0 ± 4,3	58,1 ± 6,4	0,16 ± 0,04	0,19 ± 0,04	<0,003	4,57 ± 0,68	0,37 ± 0,18	0,004 ± 0,001	<0,001	<0,001
10	2018	22,6 ± 2,0	40,5 ± 4,4	0,11	0,21 ± 0,04	<0,003	1,78 ± 0,35	0,22 ± 0,11	<0,002	0,004 ± 0,003	<0,001
	2019	41,3 ± 4,5	50,0 ± 5,5	0,26 ± 0,06	0,34 ± 0,07	<0,003	4,56 ± 0,68	0,17 ± 0,08	0,0020 ± 0,0004	<0,001	<0,001
11	2018	25,4 ± 2,1	71,3 ± 7,8	0,15	0,28 ± 0,05	<0,003	2,16 ± 0,32	0,21 ± 0,10	0,006 ± 0,002	<0,001	<0,001
	2019	41,3 ± 4,5	54,1 ± 6,0	0,31 ± 0,07	0,10 ± 0,03	<0,003	4,71 ± 0,70	0,27 ± 0,13	0,021 ± 0,004	0,0012 ± 0,0001	<0,001
12	2018	94,0 ± 8,7	386,2 ± 42,5	0,19 ± 0,03	0,66 ± 0,13	0,17 ± 0,06	5,96 ± 0,89	0,16 ± 0,08	0,007 ± 0,002	<0,001	<0,001
	2019	193,9 ± 17,5	415,0 ± 45,6	0,22 ± 0,05	0,31 ± 0,06	0,011 ± 0,005	6,78 ± 1,02	0,20 ± 0,10	0,009 ± 0,002	<0,001	<0,001

Примечание: 1 – Железнодорожный район; 2 – Куйбышевский район; 3 – Куйбышевский район (Волгарь); 4 – Красноглинский район (Новая Самара); 5 – Красноглинский район (Кошелев); 6 – Красноглинский район (пос. Красная Глинка); 7 – Самарский район; 8 – Ленинский район; 9 – Промышленный район; 10 – Кировский район; 11 – Советский район; 12 – Южный город.

Полученные фактические данные о качестве водопроводной воды из районов г.о. Самары использовали для расчета индексов опасности и коэффициентов канцерогенного риска.

В 2018 г. суммарные канцерогенные риски здоровью детского населения, проживающего на изучаемых территориях города, при употреблении питьевых вод находились в диапазоне от $1,5 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^{-4}$ (медиана: $4,9 \cdot 10^{-5}$; 10-е и 90-е процентиля – $3,0 \cdot 10^{-5}$ и $6,7 \cdot 10^{-5}$ соответственно), что по медиане и 90-му перцентилю относится ко второму диапазону в соответствии с Р 2.1.10.1920–04 – предельно допустимый риск (табл. 2). Суммарные канцерогенные риски здоровью взрослого населения в 2018 г. находились в диапазоне от $2,0 \cdot 10^{-5}$ до $4,5 \cdot 10^{-4}$ (медиана: $1,0 \cdot 10^{-4}$; 10-е и 90-е процентиля – $1,3 \cdot 10^{-5}$ и $1,4 \cdot 10^{-4}$ соответственно), что по медиане и 90-му перцентилю соответствует третьему диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$), который приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом.

В 2019 г. соответствующие медианные значения индивидуального канцерогенного риска для взрослого и детского населения составляли $1,4 \cdot 10^{-4}$ и $6,4 \cdot 10^{-5}$ соответственно, что не отличалось статистически достоверно от результатов 2018 г. ($p > 0,05$).

Установлено, что в 2018–2019 гг. во всех внутригородских районах индивидуальные канцероген-

ные риски были обусловлены преимущественно влиянием мышьяка (табл. 3). В 2018 г. в трех исследованных районах (пос. Красная Глинка в Красноглинском районе, Промышленный и Кировский районы) вклад в суммарный индекс опасности вносил свинец. Медиана уровня индивидуального риска, обусловленного влиянием этого контаминанта, составила $5,9 \cdot 10^{-7}$ (пренебрежимо малые уровни риска) и $1,3 \cdot 10^{-6}$ (второй диапазон) для детей до 18 лет и взрослых соответственно. В 2019 г. свинец обнаруживался в пробах из пос. Красная Глинка и Советского района в концентрациях, обуславливающих медианный индивидуальный канцерогенный риск на уровне $7,2 \cdot 10^{-7}$ для детей и $1,6 \cdot 10^{-6}$ для взрослых старше 18 лет. Кроме этого, в 2019 г. в одной пробе из пос. Красная Глинка был обнаружен кадмий в концентрации, обуславливающей медианный уровень канцерогенного риска $2,0 \cdot 10^{-6}$ и $4,2 \cdot 10^{-6}$ (второй диапазон) для детей и взрослых старше 18 лет соответственно.

Проведена оценка риска развития неканцерогенных эффектов у населения внутригородских территорий г.о. Самары при употреблении питьевой водопроводной воды по тем же химическим веществам.

Полученные данные расчетов риска неканцерогенных эффектов превышают допустимые значения опасности: для взрослых и детей медиана индекса опасности (диапазон) в 2018 г. составляла 1,032

Таблица 3

Концентрации мышьяка, свинца, кадмия в исследованных пробах питьевой воды и уровни индивидуальных канцерогенных рисков, обусловленного влиянием этих контаминантов в 2018–2019 гг.

Район, год	CR (дети до 18 лет)				CR (взрослые)				
	As	Pb	Cd	Σ	As*	Pb	Cd	Σ	
1	2018	5,34E-05	–	–	5,34E-05	1,14E-04	–	–	1,14E-04
	2019	6,49E-05	–	–	6,49E-05	1,39E-04	–	–	1,39E-04
2	2018	3,29E-05	–	–	3,29E-05	7,05E-05	–	–	7,05E-05
	2019	6,41E-05	–	–	6,41E-05	1,37E-04	–	–	1,37E-04
3	2018	6,74E-05	–	–	6,74E-05	1,44E-04	–	–	1,44E-04
	2019	6,41E-05	–	–	6,41E-05	1,37E-04	–	–	1,37E-04
4	2018	4,52E-05	–	–	4,52E-05	9,69E-05	–	–	9,69E-05
	2019	9,53E-05	–	–	9,53E-05	2,04E-04	–	–	2,04E-04
5	2018	2,96E-05	–	–	2,96E-05	6,34E-05	–	–	6,34E-05
	2019	3,53E-05	–	–	3,53E-05	7,57E-05	–	–	7,57E-05
6	2018	2,10E-04	5,92E-07	–	2,10E-04	4,49E-04	1,27E-06	–	4,50E-04
	2019	4,03E-05	1,13E-06	1,98E-06	4,34E-05	8,63E-05	2,43E-06	4,24E-06	9,30E-05
7	2018	4,11E-05	–	–	4,11E-05	8,81E-05	–	–	8,81E-05
	2019	2,79E-05	–	–	2,79E-05	5,99E-05	–	–	5,99E-05
8	2018	4,60E-05	–	–	4,60E-05	9,86E-05	–	–	9,86E-05
	2019	6,49E-05	–	–	6,49E-05	1,39E-04	–	–	1,39E-04
9	2018	6,41E-05	5,67E-07	–	6,47E-05	1,37E-04	1,21E-06	–	1,39E-04
	2019	3,53E-05	–	–	3,53E-05	7,57E-05	–	–	7,57E-05
10	2018	8,22E-06	1,13E-06	–	9,35E-06	1,76E-05	2,43E-06	–	2,00E-05
	2019	1,64E-05	–	–	1,64E-05	3,52E-05	–	–	3,52E-05
11	2018	5,10E-05	–	–	5,10E-05	1,09E-04	–	–	1,09E-04
	2019	1,73E-04	3,08E-07	–	1,74E-04	3,72E-04	6,62E-07	–	3,72E-04
12	2018	5,84E-05	–	–	5,84E-05	1,25E-04	–	–	1,25E-04
	2019	7,23E-05	–	–	7,23E-05	1,55E-04	–	–	1,55E-04

Примечание: 1 – Железнодорожный район; 2 – Куйбышевский район; 3 – Куйбышевский район (Волгарь); 4 – Красноглинский район (Новая Самара); 5 – Красноглинский район (Кошелев); 6 – Красноглинский район (пос. Красная Глинка); 7 – Самарский район; 8 – Ленинский район; 9 – Промышленный район; 10 – Кировский район; 11 – Советский район; 12 – Южный город.

(0,384–3,024) и 2,407 (0,895–7,055) соответственно, в 2019 г. – 1,055 (0,464–2,323) и 2,462 (1,082–5,419) соответственно.

Суммарный уровень неканцерогенного риска для детей превышал допустимые пределы в 2018 г. в 11 из 12 исследуемых территорий (медиана индекса опасности 2,407, диапазон 0,895–7,055), наиболее высокое значение было зафиксировано в пос. Красная Глинка (7,055). Отмечено превышение допустимых пределов коэффициентов опасности поражения критических органов и систем (центральной нервной системы, диапазон 0,293–5,476; кожи – 0,236–6,054; сердечно-сосудистой системы – 0,225–5,475 и почек – 0,341–1,44).

Наибольший вклад внес мышьяк, содержание которого во всех районах, кроме Кировского, превышало референтную дозу (медиана превышения 1,385 (диапазон 1,065–5,434)) (табл. 4). В трех районах коэффициент опасности нефтепродуктов превышал допустимые значения уровня риска: Куйбышевский район – 1,065, Ленинский район – 1,215, Промышленный район – 1,440. Еще в двух участках значения канцерогенного риска находились в диапазоне от 0,8 до 1,0: Красноглинский район – Новая Самара и Кошелев. В районах с водоснабжением из подземных водоисточников индивидуальные коэффициенты опасности сульфатов, ионов аммония,

нитритов и нитратов достоверно превышали соответствующие значения в районах с водоснабжением из поверхностных водоисточников ($p < 0,05$) (табл. 4). Уровни неканцерогенного риска, связанные с железом, у детей в 2018 г. составляли менее 0,1, за исключением двух территорий (Куйбышевский район и пос. Красная Глинка), в которых значения составили 0,107 и 0,620 соответственно. Коэффициенты опасности остальных химических веществ (медь, цинк, кадмий, свинец) составляли менее 0,1.

У взрослого населения в 2018 г. суммарные уровни неканцерогенного риска были более 0,8, за исключением пробы из Кировского района, где суммарный индекс опасности составил 0,384. Максимальное значение индекса опасности также было отмечено для проб воды из пос. Красная Глинка (3,024), в остальных районах значения этого показателя были менее 1,5. Превышение ПДК опасности поражения критических органов и систем отмечалось для центральной нервной системы (диапазон 0,125–2,347), кожи (0,101–2,595), сердечно-сосудистой системы (0,096–2,347).

Как и у детей, наибольший вклад в суммарный уровень неканцерогенного риска вносят мышьяк (медиана 0,539, диапазон 0,091–2,329) и нефтепродукты (медиана 0,342, диапазон 0,146–0,617), а в районах

с водоснабжением из подземных водоисточников значительный вклад также связан с сульфатами и нитратами (табл. 4).

В 2019 г. суммарный уровень неканцерогенного риска у детей во всех районах превышал допустимый и находился на уровне 2018 г. (медиана 2,462, диапазон 1,082–5,419). Суммарный уровень неканцерогенного риска здоровью взрослых превышал допустимые пределы в 10 из проанализированных внутригородских территорий. Как и в 2018 г., превышение ПДК опасности поражения критических органов и систем отмечалось для центральной нервной системы (диапазон 0,426–4,518 для детей и 0,182–1,935 для взрослых), кожи (0,481–4,562 и 0,206–1,954 соответственно), сердечно-сосудистой системы (0,435–4,521 и 0,26–2,007 соответственно).

Результаты оценки коэффициентов опасностей химических веществ, вносящих наибольший вклад в суммарный уровень риска (мышьяк и нефтепродукты) соответствовали результатам 2018 г. (табл. 5). В районах с подземными водоисточниками также значительный вклад в суммарный риск здоровью детей и взрослых вносили сульфаты и нитраты. Следует отметить более выраженный разброс значений индивидуальных рисков, связанных

с сульфатами и соединениями азота, в районах с подземным водоснабжением, в отличие от поверхностных водоисточников, что, по-видимому, отражает определяющее влияние на качество питьевой воды по этим показателям характеристик воды в местах водозабора, а не состояния водопроводящей сети.

В двух районах в 2019 г. (Железнодорожный и Куйбышевский) уровень неканцерогенного риска здоровью детей, связанный с наличием в воде железа, превышал 0,1. В одном участке (пос. Красная Глинка) уровень неканцерогенного риска здоровью детей в связи с наличием кадмия составлял 0,121. Значения остальных индивидуальных рисков химических веществ для детей и взрослых не превышали 0,1.

Несмотря на сохраняющееся неблагоприятное состояние питьевой воды в отношении неканцерогенных рисков здоровью населения, следует отметить улучшение значений коэффициентов опасности в некоторых районах (пос. Красная Глинка), а также снижение рисков, связанных с нитритами, ионами аммония, что, возможно, свидетельствует об изменчивости качества воды под влиянием различных факторов и его изменении во времени.

Таблица 4

Суммарные индексы неканцерогенных рисков и по приоритетным веществам у детей и взрослых

Показатель	2018 г.		2019 г.	
	Дети	Взрослые	Дети	Взрослые
<i>Мышьяк</i>				
Медиана	1,257	0,539	1,662	0,712
Диапазон	0,213–5,434	0,091–2,329	0,426–4,496	0,182–1,926
10-й процентиль	0,767	0,329	0,725	0,310
90-й процентиль	1,747	0,749	2,472	1,059
<i>Нефтепродукты</i>				
Медиана	0,797	0,342	0,448	0,192
Диапазон	0,341–1,440	0,146–0,617	0,320–1,619	0,137–0,694
10-й процентиль	0,354	0,152	0,320	0,137
90-й процентиль	1,215	0,521	0,852	0,365
<i>Суммарный коэффициент</i>				
Медиана	2,407	1,032	2,462	1,055
Диапазон	0,895–7,055	0,384–3,024	1,082–5,416	0,464–2,323
10-й процентиль	1,8588	0,796	1,365	0,585
90-й процентиль	3,357	1,439	3,937	1,687

Таблица 5

Характеристика индексов неканцерогенных рисков по некоторым химическим веществам в зависимости от источников водоснабжения

Показатель	2018 г.				2019 г.			
	Дети		Взрослые		Дети		Взрослые	
	Подземные	Поверхностные	Подземные	Поверхностные	Подземные	Поверхностные	Подземные	Поверхностные
Сульфаты	0,222 ± 0,067	0,035 ± 0,009	0,095 ± 0,029	0,015 ± 0,0004	0,141 ± 0,090	0,040 ± 0,008	0,061 ± 0,039	0,017 ± 0,003
Ионы аммония	0,033 ± 0,005	0,013 ± 0,003	0,014 ± 0,002	0,006 ± 0,001	0,010 ± 0,004*	0,009 ± 0,005*	0,010 ± 0,010*	0,004 ± 0,002*
Нитриты	0,092 ± 0,08	0,001 ± 0,00	0,039 ± 0,034	0,00 ± 0,00	0,023 ± 0,023	0,001 ± 0,00	0,157 ± 0,077	0,00 ± 0,00
Нитраты	0,268 ± 0,034	0,075 ± 0,008	0,115 ± 0,015	0,032 ± 0,003	0,367 ± 0,180	0,190 ± 0,017	0,157 ± 0,077	0,081 ± 0,007

Следовательно, существует вероятность развития у населения неканцерогенных эффектов в результате употребления питьевой водопроводной воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Таким образом, согласно результатам проведенной оценки коэффициентов опасности по каждому из исследуемых веществ и суммарного индекса опасности, значительный вклад в развитие канцерогенных и неканцерогенных эффектов при длительном употреблении исследуемых образцов питьевой водопроводной воды вносят мышьяк, свинец и нефтепродукты.

Согласно анализу литературных данных, в последнее время проблема загрязнения подземных и поверхностных вод соединениями мышьяка приобрела общемировые масштабы, и на текущий момент мышьяк рассматривается как наиболее серьезное и опасное неорганическое загрязнение питьевой воды. Широкое распространение соединений мышьяка в природных водах связано с влиянием различных факторов как природного, так и антропогенного происхождения [7–12]. Значительный вклад в загрязнение подземных вод соединениями мышьяка вносит природное геохимическое выщелачивание грунтов. Поверхностные воды могут содержать невысокие, однако обнаруживаемые (от 10 до 60 % от общего количества мышьяка) концентрации мышьяка, в том числе в виде органических форм, таких как монометиларсенаты и диметиларсенаты [12].

Основными антропогенными источниками поступления соединений мышьяка в природные воды являются: шахтная индустрия, фармацевтическая промышленность, предприятия по производству стекла и керамики, пестицидов, гербицидов, красок, деревообрабатывающие, нефтеперерабатывающие предприятия, а также предприятия по выплавке металлов, сплавов и др. [7–12].

Наибольшую опасность для здоровья людей представляет наличие мышьяка в питьевой воде [7, 10]. Обычно это обнаруживается при длительном потреблении воды, содержащей неорганические соединения мышьяка в незначительных концентрациях. С наличием мышьяка связывают ряд хронических заболеваний: онкологические болезни мочевого пузыря, почек и легких, болезни кровеносных сосудов, нижних конечностей, ступней и кожи, а также, возможно, диабет, гипертония, репродуктивные расстройства и нарушения умственного развития детей [7–16]. Имеются данные, показывающие возможную связь между наличием мышьяка в питьевой воде и развитием эндемического зоба [13, 14].

Приблизительно один человек из 100, в течение продолжительного периода потребляющих воду с содержанием мышьяка $0,05 \text{ мг/дм}^3$, может умереть от онкологического заболевания. Это количество достигает 10 % в тех случаях, когда концентрация мышьяка превышает $0,05 \text{ мг/дм}^3$ [7].

На основании коэффициентов опасности по мышьяку можно предположить его вклад в риск раз-

вития ряда хронических заболеваний у населения г. Самары. Следует отметить, что это предположение согласуется с выявленной ранее сотрудниками НИИ гигиены и экологии человека ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России причинно-следственной связью заболеваемости детей и подростков г. Самары злокачественными новообразованиями с загрязнением почвы, а именно с наличием мышьяка, кадмия, цинка и нефтепродуктов⁶. Отчасти это подтверждается результатами исследований, проведенных в Удмуртской республике [17]. В то же время следует отметить, что содержание мышьяка во всех пробах не превышало предельно допустимой концентрации ($0,05 \text{ мг/дм}^3$).

Значимость вклада алиментарно поступаемого мышьяка в формирование суммарного коэффициента опасности неканцерогенных эффектов для здоровья населения г. Самары показана в недавнем анализе рисков здоровью трудоспособного населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов [18].

Свинец, другой приоритетный загрязнитель в отношении канцерогенного риска, наряду с мышьяком, отнесен Всемирной организацией здравоохранения к 10 химическим веществам, вызывающим основную обеспокоенность в области общественного здравоохранения и требующих действий со стороны государств-членов для того, чтобы защитить здоровье трудящихся, детей и женщин детородного возраста. В эпидемиологических исследованиях показано, что свинец может несколько увеличивать риск развития рака легких, желудка и мозга [19]. Тем не менее его содержание во всех пробах не превышало ПДК, а обусловленный им уровень канцерогенного риска относился к первому или второму диапазону (пре-небрежимо малый или предельно допустимый риск).

Высокие концентрации нефтепродуктов ассоциируются с риском развития острой и хронической почечной недостаточности [20, 21]. В связи с этим можно сделать предположение о влиянии нефтепродуктов на заболеваемость болезнями мочеполовой системы в г. Самаре, однако необходимы дополнительные популяционные исследования.

Суммарные уровни канцерогенного и неканцерогенного риска, обусловленные загрязнением питьевой воды, отчасти могут вносить вклад в заболеваемость населения, однако следует учитывать многостороннее влияние окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха, а также контаминантов, поступающих с продуктами питания.

Полученные нами данные согласуются с результатами анализа риска здоровью населения, проведенного Управлением Роспотребнадзора по Самарской области по данным социально-гигиенического мониторинга за 2013–2017 гг. [22].

Следует подчеркнуть, что ограничением исследования является небольшое количество проб, не позволяющее репрезентативно оценить уровни канцеро-

⁶ Отчет по научно-исследовательской работе «Комплексный подход к оценке эколого-гигиенической безопасности территории города Самары»: № госрегистрации 01201457241 / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова [и др.]. – Самара: ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России, 2014. – 261 с.

генных и неканцерогенных рисков для всего населения г. Самары. Другим ограничением является непродолжительный период наблюдения, который не позволяет оценить сохранение рассчитанных уровней риска в многолетней динамике. Тем не менее полученные результаты уже свидетельствуют о превышении допустимых значений рисков для части населения города. Представляется актуальным проведение более масштабных контролируемых исследований с вовлечением нескольких регионов для оценки значимости выявленных факторов для заболеваемости населения.

Выводы. В настоящем исследовании проведена оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков на основании фактических данных о качестве питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В ходе исследования установлено, что максимальный суммарный коэффициент опасности неканцерогенных эффектов обусловлен поступлением мышьяка и нефтепродуктов. Оценка канцерогенных рисков, обусловленных поступлением контаминан-

тов с питьевой водой, показала, что суммарный уровень риска здоровью детей до 18 лет по медиане соответствует второму диапазону, а суммарные канцерогенные риски здоровью взрослого населения – третьему диапазону, который приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. В то же время следует подчеркнуть, что содержание мышьяка во всех пробах не превышало гигиенический норматив. Широкая распространенность соединений мышьяка в природных водах, а также их высокая опасность для здоровья человека при сравнительно невысоких концентрациях в питьевой воде обуславливают актуальность исследований по разработке эффективных и экономически целесообразных методов очистки воды от соединений данного элемента.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Макоско А.А., Матешева А.В. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // *Инновации*. – 2012. – Т. 10, № 168. – С. 98–105.
2. Григорьев А.И., Макоско А.А., Матешева А.В. Перспективы геомедицинских исследований в Российской академии наук // *Наука в России*. – 2012. – № 2. – С. 4–12.
3. Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, О.А. Орлов, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2016. – Т. 282, № 9. – С. 17–19.
4. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Давлетова Н.Х. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения // *Вода, химия и экология*. – 2012. – № 3. – С. 48–53.
5. Малкова М.А., Вождаева М.Ю., Кантор Е.А. Оценка канцерогенного риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды водозаборов поверхностного и инфильтрационного типов // *Вода и экология: проблемы и решения*. – 2018. – Т. 73, № 1. – С. 59–64.
6. Йододефицитные заболевания щитовидной железы в Российской Федерации: современное состояние проблемы. Аналитический обзор публикаций и данных официальной государственной статистики (Росстат) / Г.А. Мельниченко, Е.А. Трошина, Н.М. Платонова, Е.А. Панфилова, А.А. Рыбакова, Ф.М. Абдулхабирова, Ф.А. Бостанова // *Consilium Medicum*. – 2019. – Т. 21, № 4. – С. 14–20.
7. Arsenic in Drinking Water. NRC. – Washington: National Research Council, 1999. – P. 330.
8. Ravenscroft P., Brammer H., Richards K. Arsenic Pollution: A Global Synthesis // *Environment International*. – 2009. – Vol. 35, № 3. – P. 647–654. DOI: 10.1002/9781444308785
9. Мельник Л.А., Бабак Ю.В., Гончарук В.В. Проблемы удаления соединений мышьяка из природных вод в процессе баромембранной обработки // *Химия и технология воды*. – 2012. – Т. 34, № 3. – С. 273–282.
10. Arsenic exposure from drinking water, and all-cause and chronic-disease mortalities in Bangladesh (HEALS): a prospective cohort study / M. Argos, T. Kalra, P.J. Rathouz, Y. Chen, B. Pierce, F. Parvez, T. Islam, A. Ahmed [et al.] // *The Lancet*. – 2010. – Vol. 376, № 9737. – P. 252–258. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60481-3
11. Flanagan S.V., Johnston R.B., Zheng Y. Arsenic in tube well water in Bangladesh: health and economic impacts and implications for arsenic mitigation // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2012. – Vol. 1, № 90 (11). – P. 839–846. DOI: 10.2471/BLT.11.101253
12. Tolins M., Ruchirawat M., Landrigan P. The developmental neurotoxicity of arsenic: cognitive and behavioral consequences of early life exposure // *Ann Glob Health*. – 2014. – Vol. 80, № 4. – P. 303–314. DOI: 10.1016/j.aogh.2014.09.005
13. Ingenbleek Y., De Visscher M. Hormonal and nutritional status: Critical conditions for endemic goiter epidemiology? // *Metabolism*. – 1979. – Vol. 28, № 1. – P. 9–19. DOI: 10.1016/0026-0495(79)90162-8
14. Sharif H.M., Begum F. Comparison of Urinary Iodine, Urinary Arsenic, Radioiodine Uptake, Thyroid Stimulating Hormone (TSH) and Free Thyroxin (FT4) Levels, Between Experimental Group with Simple Diffuse Goiter and Control Group // *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2008. – № 7. – P. 89–98. DOI: 10.3329/dujps.v7i1.1224
15. Farzan S.F., Karagas M.R., Chen Y. In utero and early life arsenic exposure in relation to long-term health and disease // *Toxicol Appl Pharmacol*. – 2013. – Vol. 272, № 2. – P. 384–390. DOI: 10.1016/j.taap.2013.06.030
16. Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis / R. Quansah, F.A. Armah, D.K. Essumang, I. Luginaah, E. Clarke, K. Marfoh, S.J. Cobbina, E. Nketiah-Amponsah [et al.] // *Environ Health Perspect*. – 2015. – Vol. 123, № 5. – P. 412–421. DOI: 10.1289/ehp.1307894
17. Янников И.М., Мечин А.Б. Яд для экологии: мышьяк в почвах Удмуртии превышает допустимые концентрации // *Промышленная экологическая безопасность, охрана труда*. – 2013. – Т. 80, № 6. – С. 28–31.
18. Комплексный подход к оценке алиментарно-обусловленных рисков здоровью трудоспособного населения / Д.О. Горбачев, О.В. Сазонова, Л.М. Бородина, М.Ю. Гаврюшин // *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. – 2019. – № 77. – С. 3–7.

19. Steenland K., Boffetta P. Lead and cancer in humans: where are we now? // Am. J. Ind. Med. – 2000. – Vol. 38, № 3. – P. 295–299. DOI: 10.1002/1097-0274(200009)38:3<295::aid-ajim8>3.0.co;2-1

20. Screening for kidney disease in an oil producing community in Nigeria: A pilot study / U.H. Okafor, S. Ahmed, O. Arigbodi, S. Idogun, E.I. Unuigbo // Saudi. J. Kidney. Dis. Transpl. – 2016. – Vol. 27, № 4. – P. 781–786. DOI: 10.4103/1319-2442.185257

21. Okoye O. Environmental Exposure to Crude Oil: A Potential Risk for Chronic Kidney Disease (CKD) in Disadvantaged Countries // West. Afr. J. Med. – 2019. – Vol. 36, № 2. – P. 144–157.

22. Цунина Н.М., Жернов Ю.В. Оценка риска здоровью населения г. Самары, связанного с химическим загрязнением питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 11 (308). – С. 22–26.

Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области) / О.В. Сазонова, А.К. Сергеев, Л.В. Чупахина, Т.К. Рязанова, Т.В. Судакова // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 2. – С. 41–51. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04

UDC 614.777 + 613.31 (045)

DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04.eng



Research article

ANALYZING HEALTH RISKS CAUSED BY CONTAMINATED DRINKING WATER (EXPERIENCE GAINED IN SAMARA REGION)

O.V. Sazonova¹, A.K. Sergeev¹, L.V. Chupakhina², T.K. Ryazanova¹, T.V. Sudakova^{1,3}

¹Samara State Medical University, 89 Chapayevskaya Str., Samara, 443099, Russian Federation

²Center for Hygiene and Epidemiology in Samara Region, 1 Georgiy Mitirev lane, Samara, 443079, Russian Federation

³Samara State Technical University, 244 Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russian Federation

Environmental contamination is still a pressing issue, in particular, contaminated drinking water sources and contaminated drinking water from centralized communal water supply systems, since it produces negative effects on human health.

Our research goal was to estimate probable impacts exerted on overall morbidity in Samara by quality of drinking water taken from centralized communal water supply systems as a most significant environmental factor. Our research tasks included taking and analyzing drinking water samples from centralized communal water supply systems; calculating carcinogenic and non-carcinogenic health risks caused by analyzed chemicals.

To fulfill the tasks and achieve the goals, in 2018–2019 we performed sanitary-chemical analysis of drinking water quality as per 20 sanitary-chemical parameters; our research object was drinking water taken from centralized communal water supply systems in 7 districts in Samara. Obtained actual data on contamination of water taken from centralized water supply networks in Samara were used as primary basis for calculating hazard indexes and carcinogenic risk coefficients using conventional exposure scenarios.

In our research we revealed that maximum total non-carcinogenic hazard quotient was determined by arsenic and petroleum products introduction. Assessment of carcinogenic risks caused by contaminants in drinking water revealed that total health risk for children younger than 18 was within the second range as per its median; total carcinogenic risks for adults, within the third range. At the same time, arsenic contents did not exceed hygienic standards in all examined samples.

© Sazonova O.V., Sergeev A.K., Chupakhina L.V., Ryazanova T.K., Sudakova T.V., 2021

Olga V. Sazonova – Doctor of Medical Science, Associate Professor, Director of the Prevention Medicine Institute, head of the Department for Nutritional Hygiene with a course on Children and Teenagers Hygiene (e-mail: ov_2004@mail.ru; tel.: +7 (846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-492X>).

Artem K. Sergeev – Candidate of Medical Science, Head of the Office for Youth Scientific and Educational Policy, Associate Professor at the Common Hygiene Department (e-mail: artemsergeev1@mail.ru; tel.: +7 (987) 432-04-05; ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-6630-5585>).

Lyudmila V. Chupakhina – Chief physician (e-mail: all@fguzsamo.ru; tel.: +7 (846) 260-37-97; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8945-1611>).

Tatyana K. Ryazanova – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Leading researcher at the Laboratory for Metal-organic Carcass Polymers Synthesis at the Institute for Experimental medicine and Biotechnologies, Associate Professor at the Department for Pharmacy Management and Economy (e-mail: ryazantatyana@mail.ru; tel.: +7 (846) 332-26-53; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4581-8610>).

Tat'jana V. Sudakova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the General and Non-organic Chemistry Department, Leading researcher the Laboratory for Metal-organic Carcass Polymers Synthesis at the Institute for Experimental medicine and Biotechnologies (e-mail: margo_a69@mail.ru; tel.: +7 (846) 278-43-11; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3897-1358>).

So, we assessed carcinogenic and non-carcinogenic risks, basing on actual data on quality of drinking water taken from centralized communal water supply systems. It seems vital to perform a wider-scale controlled study in several regions in order to assess significance of revealed factors for morbidity among population.

Key words: *centralized communal water supply, carcinogenic risks, non-carcinogenic risks, sanitary-chemical analysis, ecological monitoring, petroleum products, heavy metals, drinking water.*

References

1. Makosko A.A., Matesheva A.V. Prevalence trends of environment-related diseases due to the anthropogenic air pollution. *Innovatsii*, 2012, vol. 10, no. 168, pp. 98–105 (in Russian).
2. Grigor'ev A.I., Makosko A.A., Matesheva A.V. Perspektivy geomeditsinskikh issledovaniy v Rossiiskoi akademii nauk [Prospects of geomedical studies in the Russian Academy of Sciences]. *Nauka v Rossii*, 2012, no. 2, pp. 4–12 (in Russian).
3. Valeev T.K., Suleimanov R.A., Orlov O.A., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R. Estimation of risk to health of the population connected with quality of potable water. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2016, vol. 282, no. 9, pp. 17–19 (in Russian).
4. Ivanov A.V., Tafeeva E.A., Davletova N.Kh. Sovremennye predstavleniya o vliyaniy kachestva pit'evoi vody na sostoyaniye zdorov'ya naseleniya [Contemporary concepts on impacts exerted by drinking water quality on population health]. *Voda, khimiya i ekologiya*, 2012, no. 3, pp. 48–53 (in Russian).
5. Malkova M.A., Vozhdaeva M.Yu., Kantor E.A. Otsenka kantserogenogo riska zdorov'yu naseleniya, svyazannogo s kachestvom pit'evoi vody vodozaborov poverkhnostnogo i infiltratsionnogo tipov [Assessing carcinogenic health risks caused by quality of drinking water taken from surface and infiltration water inlets]. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya*, 2018, vol. 73, no. 1, pp. 59–64 (in Russian).
6. Mel'nichenko G.A., Troshina E.A., Platonova N.M., Panfilova E.A., Rybakova A.A., Abdulkhabirova F.M., Bostanova F.A. Iodine deficiency thyroid disease in the russian federation: the current state of the problem. Analytical review of publications and data of official state statistics (Rosstat). *Consilium Medicum*, 2019, vol. 21, no. 4, pp. 14–20 (in Russian).
7. Arsenic in Drinking Water. NRC. Washington, National Research Council, 1999, pp. 330.
8. Ravenscroft P., Brammer H., Richards K. Arsenic Pollution: A Global Synthesis. *Environment International*, 2009, vol. 35, no. 3, pp. 647–654. DOI: 10.1002/9781444308785
9. Mel'nik L.A., Babak Yu.V., Goncharuk V.V. The problems of as compounds removal during baromembrane treatment of nature water. *Khimiya i tekhnologiya vody*, 2012, vol. 34, no. 3, pp. 273–282 (in Russian).
10. Argos M., Kalra T., Rathouz P.J., Chen Y., Pierce B., Parvez F., Islam T., Ahmed A. [et al.]. Arsenic exposure from drinking water, and all-cause and chronic-disease mortalities in Bangladesh (HEALS): a prospective cohort study. *The Lancet*, 2010, vol. 376, no. 9737, pp. 252–258. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60481-3
11. Flanagan S.V., Johnston R.B., Zheng Y. Arsenic in tube well water in Bangladesh: health and economic impacts and implications for arsenic mitigation. *Bulletin of the World Health Organization*, 2012, vol. 1, no. 90 (11), pp. 839–846. DOI: 10.2471/BLT.11.101253
12. Tolins M., Ruchirawat M., Landrigan P. The developmental neurotoxicity of arsenic: cognitive and behavioral consequences of early life exposure. *Ann Glob Health*, 2014, vol. 80, no. 4, pp. 303–314. DOI: 10.1016/j.aogh.2014.09.005
13. Ingenbleek Y., De Visscher M. Hormonal and nutritional status: Critical conditions for endemic goiter epidemiology? *Metabolism*, 1979, vol. 28, no. 1, pp. 9–19. DOI: 10.1016/0026-0495(79)90162-8
14. Sharif H.M., Begum F. Comparison of Urinary Iodine, Urinary Arsenic, Radioiodine Uptake, Thyroid Stimulating Hormone (TSH) and Free Thyroxin (FT4) Levels, Between Experimental Group with Simple Diffuse Goiter and Control Group. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2008, no. 7, pp. 89–98. DOI: 10.3329/dujps.v7i1.1224
15. Farzan S.F., Karagas M.R., Chen Y. In utero and early life arsenic exposure in relation to long-term health and disease. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2013, vol. 272, no. 2, pp. 384–390. DOI: 10.1016/j.taap.2013.06.030
16. Quansah R., Armah F.A., Essumang D.K., Luginaah I., Clarke E., Marfoh K., Cobbina S.J., Nketiah-Amponsah E. [et al.]. Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect*, 2015, vol. 123, no. 5, pp. 412–421. DOI: 10.1289/ehp.1307894
17. Yannikov I.M., Mechin A.B. Yad dlya ekologii: mysh'yak v pochvakh Udmurtii prevyshaet dopustimye kontsentratsii [Poisonous for the ecology: arsenic is found in concentrations being higher than MPC in soils in Udmurtia]. *Promyshlennaya ekologicheskaya bezopasnost', okhrana truda*, 2013, vol. 80, no. 6, pp. 28–31 (in Russian).
18. Gorbachev D.O., Sazonova O.V., Borodina L.M., Gavryushin M.Yu. A comprehensive approach to the assessment of alimentary-related risks to the health of the working population. *Nauchno-meditsinskii vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*, 2019, no. 77, pp. 3–7 (in Russian).
19. Steenland K., Boffetta P. Lead and cancer in humans: where are we now? *Am. J. Ind. Med.*, 2000, vol. 38, no. 3, pp. 295–299. DOI: 10.1002/1097-0274(200009)38:3<295::aid-ajim8>3.0.co;2-1
20. Okafor U.H., Ahmed S., Arigbodi O., Idogun S., Unuigbo E.I. Screening for kidney disease in an oil producing community in Nigeria: A pilot study. *Saudi J. Kidney. Dis. Transpl.*, 2016, vol. 27, no. 4, pp. 781–786. DOI: 10.4103/1319-2442.185257
21. Okoye O. Environmental Exposure to Crude Oil: A Potential Risk for Chronic Kidney Disease (CKD) in Disadvantaged Countries. *West. Afr. J. Med.*, 2019, vol. 36, no. 2, pp. 144–157.
22. Tsunina N.M., Zhernov Yu.V. Health risk assessment of the population in samara associated with chemical contamination of drinking water. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2018, no. 11 (308), pp. 22–26 (in Russian).

Sazonova O.V., Sergeev A.K., Chupakhina L.V., Ryazanova T.K., Sudakova T.V. Analyzing health risks caused by contaminated drinking water (experience gained in Samara region). Health Risk Analysis, 2021, no. 2, pp. 41–51. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04.eng

Получена: 20.01.2021

Принята: 07.02.2021

Опубликована: 30.06.2021