

ГИГИЕНА / HYGIENE

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.29>

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ, СВЯЗАННАЯ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Научная статья

Кострова Ю.С.^{1,*}, Ефремов Н.В.²

¹ORCID : 0000-0001-6988-7437;

²ORCID : 0000-0003-1610-7374;

^{1,2}Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, Рязань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (julia-alpha[at]rambler.ru)

Аннотация

Проблема качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения с каждым годом становится все более актуальной в связи с увеличением доли проб, не удовлетворяющих гигиеническим нормам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Повышенное содержание в питьевой воде бора, железа, кадмия, свинца, сульфатов, фторидов оказывают негативное влияние на здоровье населения. Посредством корреляционного анализа была установлена прямая зависимость между долей неудовлетворительных проб воды и количеством зафиксированных случаев заболеваний среди населения Рязанской области. Выявлено высокое влияние качества воды на болезни крови и системы кровообращения, органов пищеварения, мочеполовой и нервной системы.

Ключевые слова: питьевая вода, здоровье населения, загрязнение, болезни органов пищеварения, корреляционный анализ.

A HEALTH RISK EVALUATION OF THE POPULATION OF RYAZAN OBLAST RELATED TO DRINKING WATER CONTAMINATION

Research article

Kostrova Y.S.^{1,*}, Efremov N.V.²

¹ORCID : 0000-0001-6988-7437;

²ORCID : 0000-0003-1610-7374;

^{1,2}Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russian Federation

* Corresponding author (julia-alpha[at]rambler.ru)

Abstract

The problem of drinking water quality in centralized systems of utility and drinking water supply system is becoming more and more relevant every year due to the increasing share of samples that do not meet hygienic standards for sanitary, chemical and microbiological indicators. The increased content of boron, iron, cadmium, lead, sulphates, fluorides in drinking water has a negative impact on public health. By means of correlation analysis, a direct link was established between the proportion of unsatisfactory water samples and the number of recorded cases of disease among the population of Ryazan Oblast. The high impact of water quality on diseases of the blood and circulatory system, digestive organs, genitourinary and nervous system was identified.

Keywords: drinking water, public health, pollution, digestive diseases, correlation analysis.

Введение

Вода – один из ключевых по значимости факторов здоровья и качества жизни населения. Проблема загрязнения питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения остается актуальной для многих субъектов Российской Федерации, в частности для Рязанской области. В соответствии с данными социально-гигиенического мониторинга ежегодно около 700 тысяч жителей Рязанской области употребляют питьевую воду, не удовлетворяющую гигиеническим нормам по микробиологическим показателям и содержанию химических веществ. В пробах воды отмечается повышенное содержание бора, кадмия, железа, меди, мышьяка, свинца, сульфатов и фторидов. Пероральное поступление данных веществ с водой может оказывать негативное влияние практически на все органы и системы человека.

Среди факторов, влияющих на уровень загрязнения питьевой воды Рязанской области, можно выделить: антропогенное загрязнение реки Оки, устаревший комплекс очистных сооружений, отсутствие должного контроля за промышленными отходами, низкое санитарно-техническое состояние трубопровода разводящих сетей, физико-географические особенности (заболоченность и закарстованность). Среди предприятий, вносящих наибольший вклад в поступление неочищенных сточных вод, можно отметить Рязанский Водоканал, Скопинский автоагрегатный завод, Рязанскую ГРЭС, Биофармкомбинат, Рязанскую нефтеперерабатывающую компанию, Ветеринарно-санитарный утилизационный завод.

Негативное влияние загрязнения питьевой воды на здоровье населения отмечается рядом исследователей: Иванов С.В., Федорова Э.Л., Темиров Э.Э [1], Соловьев Н.А., Широкова И.Г. [2], Степанов Н.А., Заводова Е.И. [3], Сазонова О.В., Сергеев А.К., Чупахина Л.В., Рязанова Т.К., Судакова Т.В. [4], Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Д.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р. [5], Клейн С.В., Вековщина С.А. [6] и др. Вместе с тем исследований,

посвященных качественной оценке наличия статистически достоверной связи между качеством питьевой воды и здоровьем населения Рязанской области ранее не проводилось.

Методы и принципы исследования

Для определения наличия статистически значимой зависимости между уровнем загрязнения питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения Рязанской области и заболеваемостью населения использовался корреляционный анализ.

Данные по заболеваемости населения, количеству проб воды, не отвечающих гигиеническим нормам, и основным загрязняющим веществам были получены из следующих источников: Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Рязанской области в 2020 году» [7], Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения по Рязанской области в 2020 году» [8], статистические сборники «Здравоохранение в Рязанской области» [9], «Рязанская область в цифрах» [10].

Основные результаты

По данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения по Рязанской области» за 2010 – 2020 года к приоритетным загрязняющим веществам, обнаруживаемым в питьевой воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения области, относятся бор, кадмий, фториды, железо, сульфаты.

Бор — бесцветное, серое или красное кристаллическое либо тёмное аморфное вещество. Бор, поступивший в организм из боратов, легко и почти полностью усваивается, а выводится в основном через почки. Непродолжительное получение организмом бора в повышенных концентрациях ведет к раздражению желудочно-кишечного тракта. Длительное воздействие соединений бора вызывает хроническое нарушение процессов пищеварения, что ведет к денормализации стула, анемии, потере аппетита, спутанности сознания, помимо этого может наблюдаться борная интоксикация, поражающая печень, почки, центральную нервную систему. Длительное потребление воды с повышенным содержанием бора вызывает рост содержания общего сахара в крови, нарушение работы мозга, снижение кислотности желудочного сока, нарушение минерального обмена в организме, повреждение почек и печени. В настоящее время, в России гигиенический норматив по бору в питьевой воде составляет 0,5 мг/дм³ по санитарно-токсикологическому признаку вредности. Наибольшее количество проб питьевой воды, неудовлетворяющих нормативам по содержанию бора, отмечаются в Клепиковском (94%), Кадомском (96%), Шацком (76%), Ермишинском (50%), Спасском районах (88%) (по данным за 2020 год).

Кадмий — мягкий металл серебристо-белого цвета. Соединения кадмия в воде считаются высокотоксичными веществами. Металл вступает в реакцию с ферментами и аминокислотами, нарушает структуру ДНК, работу нервной системы, печени и почек. Кадмий замещает кальций в соединениях организма, что в свою очередь ведет к разрушению костной ткани. В России гигиенический норматив по кадмию в питьевой воде составляет 0,001 мг/дм³ по санитарно-токсикологическому признаку вредности. Превышение норм отмечается в Захаровском (21% неудовлетворительных проб), Сапожковском (8%) и Шиловском (8%) районах (по данным за 2020 год).

Железо — металл серебристо-белого цвета с высокой химической реакционной способностью, в чистом виде в природе практически не встречается. Избыток железа оказывает общетоксическое действие, приводит к нарушению функции печени, болезням пищеварительной системы и системы кроветворения. Гигиенический норматив по содержанию железа в питьевой воде в России составляет 0,3 (1,0) мг/дм³. Наибольшее количество неудовлетворительных по уровню содержания солей железа проб питьевой воды отмечается в Скопинском (58%), Александровском (58%), Спасском (54%), Рязанском (54%), Кадомском (50%), Ермишинском (50%), Пронском (46%), Касимовском (46%), Рыбновском (46%), Рязком (42%), Милославском (42%), Клепиковском (33%) и Захаровском (33%) районах (по данным за 2020 год).

Сульфаты — соли серной кислоты H₂SO₄, концентрация выше 200 мг/л значительно ухудшает вкус воды и может привести к вымыванию в воду свинца из свинцовых труб. Значительная концентрация сульфатов вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и кожи. Так же может проявляться слабительный эффект сульфатов, а следовательно, возможным является расстройство желудочно-кишечного тракта.

Гигиенический норматив по сульфатам в питьевой воде составляет 500 мг/дм³. Несоответствие нормам было установлено только в двух районах области: Скопинском и Кадомском (17% и 50% неудовлетворительных проб соответственно).

Фториды — химические соединения фтора с другими элементами. Источниками фторидов являются: металлургические предприятия, производства фосфатных удобрений, электростанции, работающие на угле, а также кирпичные, стекольные, керамические, цементные, эмалевые заводы, объекты атомной промышленности. Соединения фтора негативно влияют на работу мозга, могут разрушать его, а также нарушать структуру ДНК. У людей употребляющих воду с повышенным содержанием соединений фтора высока вероятность возникновения злокачественных опухолей, а также вероятность рождения детей с различными мутациями.

В настоящее время, в России гигиенический норматив по фторидам в питьевой воде составляет 1,2 и 1,5 (для климатических районов I и II соответственно) мг/дм³. Наиболее неблагоприятными районами по уровню загрязнения питьевой воды фторидами являются: Клепиковский (100% неудовлетворительных проб), Шацкий (98%), Ермишинский (92%), Кадомский (92%), Спасский (71%), Рыбновский (61%) (по данным за 2020 год).

Жёсткость воды — совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей металлов (главным образом кальция, магния и железа). Высокая жесткость оказывает отрицательное действие на органы пищеварения. Так, соли кальция и магния, вступают в химическое взаимодействие с животными белками, получаемыми из пищи, и тем самым осложняют нормальное функционирование пищевода, желудка и кишечника, вызывают дисбактериоз. Жесткая вода, содержащая избыточное количество ионов кальция и

магния, оказывает негативное воздействие на сердечно-сосудистую систему. Помимо этого, поступление большого количества ионов металлов вместе с выпиваемой водой ведет к заболеваниям суставов, а также к образованию камней в почках и желчных путях.

В России гигиенический норматив по общей жесткости питьевой воды составляет 7,0 мг-экв/л. Уровень жесткости воды не соответствует нормам в следующих районах: Клепиковский (100% неудовлетворительных проб), Рыбновский (78%), Скопинский (58%), Кадомский (50%), Милославский (42%), Рязанский (18%) (по данным за 2020 год).

Безопасность питьевой воды оценивается также по микробиологическим показателям (общее микробное число, общие колиформные бактерии, колифаги, цисты лямблий и споры сульфитредуцирующих клостридий). В ряде районов Рязанской области фиксируются пробы неудовлетворяющие гигиеническим нормативам: Чучковский (33%), Шацкий (20%), Кадомский (15%), Сапожковский (10%), Шиловский (9%), Ермишинский (8%) (по данным за 2020 год).

В целом по Рязанской области отмечается небольшое снижение количества проб питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, неудовлетворяющих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям (табл. 1). Однако их доля остается существенной, а в отдельных районах области – критической. По суммарному загрязнению питьевой воды к наиболее неблагоприятным районам относятся: Кадомский, Клепиковский, Рыбновский, Спасский, Шацкий, Скопинский и Ермишинский.

Таблица 1 - Доля проб водопроводной воды, не отвечающей гигиеническим нормативам в Рязанской области

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.29.1>

Года	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Санитарно-химические показатели	13,5	11,4	13,3	14,8	14,5	14,8	14,4	12,6	12,6	12	13,4	10,4
Микробиологические показатели	5,2	4,1	5,3	4,8	4,3	2,3	2,8	2,5	2,5	2,5	2,9	1,2

Вызывает опасения нарастание неудовлетворительных проб воды с превышением по содержанию сульфатов и фторидов, а также высокие значения по железу и бору (табл. 2).

Таблица 2 - Доля проб питьевой воды, не удовлетворяющих санитарно-гигиеническим нормам по основным показателям загрязнения в Рязанской области

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.29.2>

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Сульфаты	0,92	1,44	1,78	1,89	1,84	2,07	3,22	3,23
Железо	38,15	37,42	30,7	29,56	29,82	29,75	30,35	23,92
Фториды	16,85	13,71	10,11	9,2	11,16	20	21,9	23,87
Бор	8,69	7,12	7,91	10,22	10,25	15,68	14,64	11,22
Кадмий	0	0	1,92	0,08	3,29	2,77	1,33	0
Свинец	0	0	6,91	3,54	1,75	0,19	0	0

Анализ возможного негативного воздействия загрязняющих веществ на органы и системы человека, и структуры заболеваемости населения основными классами болезней позволил предположить наличие линейной связи между долей неудовлетворительных проб питьевой воды и количеством зафиксированных случаев болезней. В качестве индикатора загрязнения питьевой воды рассматривалась доля неудовлетворительных проб по каждому из веществ.

В результате расчетов были установлены значения коэффициентов линейной корреляции и теснота связи между каждым классом болезней и каждым загрязняющим веществом. Для качественной оценки тесноты связи использовалась шкала Чеддока. Была установлена высокая зависимость между превышением содержания железа в воде и болезнями органов пищеварения (коэффициент корреляции $r = 0,74$), болезнями системы кровообращения ($r = 0,71$). Весьма высокая теснота связи была выявлена между содержанием в воде свинца и болезнями крови, кроветворных органов ($r = 0,99$), болезнями нервной системы ($r = 0,96$) и болезнями органов пищеварения ($r = 0,99$). Выявлено высокое влияние бора на болезни органов пищеварения ($r = 0,79$) и болезни крови ($r = 0,77$), высокое влияние кадмия на заболевания желудочно-кишечного тракта ($r = 0,7$) и болезни системы кровообращения ($r = 0,7$), заметное влияние кадмия на болезни мочеполовой системы ($r = 0,6$). Установлена высокая теснота связи между повышенным содержанием фторидов и болезнями костно-мышечной системы ($r = 0,73$).

Заключение

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о наличии высокой тесноты связи между качеством питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения и здоровьем населения Рязанской области. В соответствии с данными корреляционного анализа, наибольшему влиянию вредных веществ подвержены органы пищеварения, система кровообращения, нервная и мочеполовая система.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Иванов С.В. Влияние качества воды на здоровье населения. / С.В. Иванов, Э.Л. Федорова, Э.Э. Темиров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2017. — № 3. — с. 186-189.
2. Соловьев Н.А. Источники химического загрязнения и их влияние на гидросферу и здоровье человека. / Н.А. Соловьев, И.Г. Широкова // Царскосельские чтения. — 2011. — № 15. — с. 402-409.
3. Степанов Н.А. Характеристика влияния качественного состава питьевой воды на здоровье человека. / Н.А. Степанов, Е.И. Заводова // Медицина труда и экология человека. — 2015. — № 3. — с. 207-212.
4. Сазонова О.В. Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области). / О.В. Сазонова, А.К. Сергеев, Л.В. Чупахина и др. // Анализ риска здоровью. — 2021. — № 2. — с. 41-51. — DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04
5. Рахматуллина Л.Р. Оценка риска здоровью населения связанного с качеством питьевой воды (на примере нефтяных районов республики Башкортостан). / Л.Р. Рахматуллина, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев и др. // Анализ риска здоровью. — 2021. — № 2. — с. 33-40. — DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.03
6. Клейн С.В. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения. / С.В. Клейн, С.А. Вековшина // Анализ риска здоровью. — 2020. — № 3. — с. 49-60. — DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.06
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». — URL: <https://2020.ecology-gosdoklad.ru/> (дата обращения 15.10.2022).
8. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения по Рязанской области в 2020 году». — Рязань, 2021. — 199 с.
9. Здоровоохранение в Рязанской области. 2019 / Рязаньстат. — Рязань, 2019. — 159 с.
10. Рязанская область в цифрах. 2019 / Рязаньстат. — Рязань, 2019. — 182 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ivanov S.V. Vliyanie kachestva vody' na zdorov'e naseleniya [The impact of water quality on public health]. / S.V. Ivanov, E'.L. Fedorova, E'.E'. Temirov // Mezhdunarodny'j zhurnal prikladny'x i fundamental'ny'x issledovaniy [International Journal of Applied and Fundamental Research]. — 2017. — № 3. — p. 186-189. [in Russian]
2. Solov'ev N.A. Istochniki ximicheskogo zagryazneniya i ix vliyanie na gidrosferu i zdorov'e cheloveka [Sources of chemical pollution and their impact on the hydrosphere and human health]. / N.A. Solov'ev, I.G. Shirokova // Czarsskosel'skie chteniya [Tsarskoye Selo readings]. — 2011. — № 15. — p. 402-409. [in Russian]
3. Stepanov N.A. Xarakteristika vliyaniya kachestvennogo sostava pit'evoy vody' na zdorov'e cheloveka [Characteristics of the influence of the qualitative composition of drinking water on human health]. / N.A. Stepanov, E.I. Zavodova // Medicina truda i e'kologiya cheloveka [Occupational medicine and human ecology]. — 2015. — № 3. — p. 207-212. [in Russian]

4. Sazonova O.V. Analiz riska zdorov'yu naseleniya, obuslovlennogo zagryazneniem pit'evoy vody' (opyt Samarskoj oblasti) [Analyzing health risks caused by contaminated drinking water (experience gained in Samara region)]. / O.V. Sazonova, A.K. Sergeev, L.V. Chupaxina et al. // Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]. — 2021. — № 2. — p. 41-51. — DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04 [in Russian]
5. Raxmatullina L.R. Ocenka riska zdorov'yu naseleniya svyazannogo s kachestvom pit'evoy vody' (na primere neftyanyx rajonov respubliky Bashkortostan) [Assessment of public health risk associated with drinking water quality (on the example of oil districts of the Republic of Bashkortostan)]. / L.R. Raxmatullina, R.A. Sulejmanov, T.K. Valeev et al. // Analiz riska zdorov'yu [Health risk analysis]. — 2021. — № 2. — p. 33-40. — DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.03 [in Russian]
6. Klejn S.V. Prioritetny'e faktory' riska pit'evoy vody' sistem centralizovannogo pit'evogo vodosnabzheniya, formiruyushhie negativny'e tendencii v sostoyanii zdorov'ya naseleniya [Priority risk factors of drinking water systems of centralized drinking water supply, forming negative trends in the health of the population] // Analiz riska zdorov'yu [Health risk analysis]. / S.V. Klejn, S.A. Vekovshinina // Analiz riska zdorov'yu [Health risk analysis]. — 2020. — № 3. — p. 49-60. — DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.06 [in Russian]
7. Gosudarstvennyj doklad "O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2020 godu" [State Report "On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2020"]. — URL: <https://2020.ecology-gosdoklad.ru/> (accessed: 15.10.2022) [in Russian]
8. Gosudarstvennyj doklad "O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya po Ryazanskoj oblasti v 2020 godu" [State report "On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Ryazan region in 2020"]. — Ryazan, 2021. — 199 p. [in Russian]
9. Zdravooohranenie v Ryazanskoj oblasti. 2019 [Healthcare in the Ryazan region. 2019]. — Ryazan, 2019. — 159 p. [in Russian]
10. Ryazanskaya oblast' v cifrah. 2019 [Ryazan region in numbers. 2019]. — Ryazan, 2019. — 182 p. [in Russian]