© Механтьев И.И., 2020

УДК 614.7

# Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды

*И.И. Механтьев*[1,2]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, д. 1, г. Воронеж, 394018, Российская Федерация

[2]Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, ул. Космонавтов, д. 21А, г. Воронеж, 394038, Российская Федерация

**Резюме:** Объектом исследования являлась система централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Воронежской области. *Цель исследования*. Оценка риска здоровью населения Воронежской области, обусловленного качеством питьевой воды. *Материалы и методы*. В работе использованы данные региональной системы мониторинга качества питьевой воды за 2010−2019 годы, которая включала ежемесячный отбор и анализ проб воды в 553 контрольных точках в 32 административных районах и городе Воронеже по 8 приоритетным санитарно-химическим показателям (общая жесткость, содержание железа, марганца, нитратов, нитритов, бора, фтора, ионов аммония). Для достижения поставленной цели по данным мониторинговых исследований качества питьевой воды в распределительной водопроводной сети реализованы четыре общепринятых этапа оценки риска: идентификация опасности, оценка зависимости «доза – ответ», оценка экспозиции, расчет и характеристика рисков. При оценке экспозиции рассматривалось 4 сценария расчетов, рассчитывались вероятные дозовые нагрузки на организм детей и взрослых с использованием средней многолетней концентрации и 95-го процентиля концентрации на отдельной административной территории. *Результаты исследования*. В целом для территории Воронежской области показатели неканцерогенного риска, рассчитанные по средним территориальным концентрациям приоритетных загрязняющих веществ, для 6 из 7 оцениваемых ингредиентов не превышают допустимых значений (HQ < 1). На 2-х из 33 административных территорий отмечаются недопустимые уровни риска, обусловленные присутствием в питьевой воде нитратов (для детей HQ от 1,34 до 2,95, для взрослого населения – 1,26). Детализация информации по отдельным населенным пунктам (контрольным точкам) с использованием агравированного сценария позволила из 553 контрольных точек выявить 4 сельских поселения на 2 административных территориях с недопустимым риском для детского населения, обусловленным содержанием в питьевой воде железа (HQ до 2,31), 230 населенных пунктов в 27 районах − по содержанию нитратов (HQ до 9,51), 1 населенный пункт – по содержанию бора (HQ = 1,17), 35 населенных пунктов в 13 районах – по содержанию фтора (HQ до 4,17). *Обсуждение результатов*. Обобщая материалы проведенных региональных исследований по оценке риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды, можно свидетельствовать о смещении проблемы в сельские поселения, где практически отсутствует водоподготовка. Выявлено, что использование показателя средних концентраций химических веществ в питьевой воде по административным территориям является недостаточно объективным и несет в себе существенные неопределенности. Снижение неопределенностей достигнуто детальным рассмотрением информации по каждой мониторинговой точке, а также использованием 95-го процентиля концентрации химического вещества для оценки риска здоровью детского и взрослого населения. *Заключение*. С достаточной степенью обоснованности к приоритетным региональным показателям, обуславливающим неприемлемый уровень неканцерогенного риска (HQ>1), связанного с качеством питьевой воды, отнесено повышенное содержание нитратов, фтора, бора, железа.

**Ключевые слова:** питьевая вода, централизованное водоснабжение, качество воды, риск здоровью населения.

**Для цитирования**: Механтьев И.И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 4 (325). С. 37–42. DOI: https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42

# Health Risks for the Population of the Voronezh Region Related to Drinking Water Quality

*I.I. Mehantiev*[1,2]

[1]Voronezh State University, 1 University Square, Voronezh, 394018, Russian Federation

[2]Voronezh Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 21A Kosmonatov Street, Voronezh, 394038, Russian Federation

**Abstract.** The object of the study was the centralized drinking water supply system of the Voronezh Region. The *purpose* of the study was to assess health risks for the population of the Voronezh Region associated with drinking water quality. *Materials and methods*: The data of the regional drinking water quality monitoring system, which included monthly sampling and testing of water samples at 553 sites in 32 administrative districts and the city of Voronezh for 8 priority sanitary and chemical indicators (total hardness, concentrations of iron, manganese, nitrates, nitrites, boron, fluorine, and ammonium ions) for the years 2010-2019 were used. To achieve the objective based on monitoring studies of drinking water quality in the water distribution system, four generally accepted stages of risk assessment were implemented including hazard identification, evaluation of dose-response relationship, exposure assessment, risk quantification and characterization. When evaluating the exposure, four calculation scenarios were considered and probable body burdens for children and adults were calculated using the average long-term concentration and 95 percentile of concentration in a separate administrative territory. *Results*: Regional non-carcinogenic risks estimated on the basis of the average regional concentrations of priority pollutants did not exceed acceptable values (HQ < 1) for 6 of 7 ingredients. Unacceptable risk levels were observed in two of 33 administrative districts due to the presence of nitrates in drinking water (HQ ranged 1.34 to 2.95 for children and equaled 1.26 for adults). Detailed information for separate settlements (control points) using an aggravated scenario helped identify 4 rural settlements in 2 administrative districts with unacceptable risks for the child population of iron in drinking water (HQ up to 2.31), 230 settlements in 27 districts – of nitrates (HQ up to 9.51), one settlement – of boron (HQ = 1.17), and 35 settlements in 13 districts – of fluorine (HQ up to 4.17). *Discussion*: Summarizing the results of the regional studies of health risks for the population associated with the quality of drinking water, one can testify the shift of the problem to rural settlements where water treatment is practically null. The use of average concentrations of chemicals in drinking water in administrative districts proved to be insufficiently objective and having significant uncertainties. The reduction of uncertainties was achieved by a detailed review of the information for each monitoring site and the use of the 95th percentile concentration of the chemical to assess the health risks for children and adults. *Conclusions*: With a sufficient degree of certainty, the priority regional indicators determining the unacceptable level of non-carcinogenic risk (HQ > 1) associated with the quality of drinking water include elevated levels of nitrates, fluorine, boron, and iron.

**Key words:** drinking water, centralized water supply, water quality, public health risk.

**For citation:** Mehantiev II. Health risks for the population of the Voronezh Region related to drinking water quality. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (4(325)):37–42. (In Russian) DOI: https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42

**Information about the author:** Mehantiev I.I. https://orcid.org/0000-0002-7160-1749.

**Введение.** В настоящее время Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека уделяется значительное внимание развитию методической поддержки риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, в том числе практическому применению подходов количественной оценки вероятного риска здоровью населения, обусловленного водным фактором, в целях обеспечения соблюдения санитарно-гигиенических требований к питьевому водоснабжению [1, 2]. Для реализации этих целей происходит интеграция системы социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора [3].

За последнее десятилетие методология оценки риска здоровью населения, связанного с водным фактором, прошла широкую апробацию в регионах Российской Федерации. Примерами могут служить исследования, проведенные в Северном Дагестане, выявившие высокий уровень канцерогенного риска, обусловленного присутствием мышьяка в питьевой артезианской воде [4]; в Иркутской области – показавшие смещение приоритета проблемы качества питьевой воды на территории населенных мест сельского типа [5]; в Республике Башкортостан, особенностью территории которой является влияние на качество подземных вод разрабатываемых месторождений добычи нефти [6]; в Тульской области – показавшие значительные неканцерогенные риски для здоровья детского населения, связанные с качеством питьевой воды [7]. Из числа последних опубликованных работ следует отметить исследования в Приморском крае [8], в Екатеринбурге. При этом приоритет отдан проблеме качества воды нецентрализованных источников питьевого водопользования, находящихся в окрестностях города [9].

По материалам обзорной статьи [10], работы по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ питьевой воды проведены в 42 городах и областях страны, но, вместе с тем, такой обширный обзор позволил выявить методические проблемы, приводящие к недооценке фактического риска здоровью населения при воздействии химических веществ питьевой воды, к числу которых авторы отнесли отсутствие учета возрастных различий при расчете факторов экспозиции, а также отсутствие расчетов по аггравированному (преувеличенному) сценарию на уровне верхней границы (95-го процентиля) экспозиции.

Оценка риска для здоровья населения, обусловленного присутствием в питьевой воде химических веществ природного и техногенного происхождения, является хорошо себя зарекомендовавшим инструментом для решения проблемных вопросов, связанных с качеством воды, и организации риск-ориентированного планирования контрольно-надзорных мероприятий в предметной области обеспечения гигиенической безопасности питьевого водопользования населения.

**Цель исследования**. Оценить риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды.

Для достижения поставленной цели по данным мониторинговых исследований качества питьевой воды в распределительной водопроводной сети реализованы четыре общепринятых этапа оценки риска: идентификация опасности, оценка зависимости «доза – ответ», оценка экспозиции, расчет и характеристика рисков.

**Материалы и методы.** В исследовании использованы данные, полученные в ходе реализации программы мониторинга качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения на территории Воронежской области, которая ведется Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области, за период 2010–2019 гг.

Население Воронежской области составляет 2,323 млн человек.

Программа мониторинга включала ежемесячный сбор и анализ проб воды в 553 контрольных точках в 32 районах и г. Воронеже (33 административные территории) по 8 приоритетным санитарно-химическим показателям (общая жесткость, содержание железа, марганца, нитратов, нитритов, бора, фтора, ионов аммония). Число контрольных точек на отдельных административных территориях (в районах) варьировало от 6 до 38 и зависело от численности населения и количества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Оценка риска для здоровья населения Воронежской области, обусловленного качеством питьевой воды, проведена в соответствии с действующим руководством[1]. Для расчета вероятных доз поступления химических веществ использовались средние территориальные концентрации и 95-й процентиль концентрации в распределительной водопроводной сети за период 2010–2019 гг.

**Результаты исследования.** Хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Воронежской области обеспечивается из подземных водоисточников. По данным гидрогеологических исследований, на территории области, в зависимости от географического положения местности, имеется шесть водоносных горизонтов: неогеновый четвертичный, верхнемеловой, сеноманальбский, каменноугольный, верхнедевонский и средневерхнедевонский.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения в основном используются ресурсы неоген-четвертичного водоносного горизонта. С 2010 по 2019 г. увеличилось число эксплуатируемых скважин с 1716 до 2097, при этом снизился удельный вес источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, с 10,6 до 0 %.

*Идентификация опасности для здоровья населения от химических загрязнителей питьевой воды.* На начальном этапе для оценки риска здоровью, обусловленного качеством питьевой воды, по каждой из административных территорий были рассчитаны средние территориальные концентрации химических веществ в питьевой воде (распределительная водопроводная сеть), табл. 1.

Установлено, что за исследуемый период факты превышения гигиенических нормативов показателей качества питьевой воды

[1] Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утв. и введено в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 г.). М.: Роспотребнадзор, 2009. 143 с.

в распределительной водопроводной сети на территории области встречаются по всем 8 санитарно-химическим показателям. Наиболее часто отмечаются превышения норматива общей жесткости – 44,6 % исследованных проб воды, содержания железа – 9,7 %, бора – 7,9 %, нитратов – 3,8 %.

*Оценка зависимости «доза – ответ»*. На этапе оценки зависимости «доза – ответ» использованы данные о референтных дозах при хроническом пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой, применена стандартная формула для расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции для двух возрастных групп (дети 6 лет, взрослые).

*Оценка экспозиции*. При оценке экспозиции рассматривалось 4 сценария расчетов: дети – при расчете дозы с использованием средней многолетней концентрации на отдельной административной территории; дети – при расчете дозы по 95-му процентилю концентрации; взрослые – при расчете дозы по средней многолетней концентрации на отдельной территории; взрослые – при расчете дозы по 95-му процентилю концентрации. Для последующего снижения неопределенности, связанной с усреднением концентрации по территории, расчеты проведены по отдельным контрольным точкам.

*Характеристика риска для здоровья населения*. В целом для территории Воронежской области установлено, что показатели неканцерогенного риска, рассчитанные по средним территориальным концентрациям приоритетных загрязняющих веществ, для 6 из 7 оцениваемых ингредиентов не превышают допустимых значений (HQ < 1). Дозы поступления в организм соединений железа, марганца, бора, фтора, нитритов, аммиака существенно ниже референтных (безопасных) как для детей, так и взрослого населения (табл. 2).

По результатам оценки неканцерогенного риска по средним территориальным концентрациям установлено, что на 2 из 33 рассматриваемых территорий, а именно в Рамонском и Репьевском районах, отмечаются недопустимые уровни риска, обусловленные присутствием в воде нитратов. Для детей в возрасте 6 лет показатели неканцерогенного риска (HQ) по данным районам составляют 2,95 и 1,34 единиц соответственно. Для взрослого населения риск, обусловленный вероятным поступлением нитратов с питьевой водой, превышает допустимый уровень в Рамонском районе (HQ = 1,26).

Для детализации информации проведен анализ по отдельным населенным пунктам (контрольным точкам), а также с использованием агравированного сценария.

Результаты расчетов по агравированному сценарию, то есть при воздействии среднесуточной дозы, определенной по значениям концентраций, соответствующих 95-му процентилю, показали, что для железа в целом по административным территориям HQ не превышает единицы. Вместе с тем, при выборке максимальных значений концентраций железа (95-го процентиля) по контрольным точкам выявлено, что показатели рисков в отдельных случаях превышают допустимый уровень. Так,

***Таблица 1.*** **Средние территориальные концентрации приоритетных загрязняющих веществ и показатель общей жесткости воды в целом по Воронежской области**

***Table 1.*** **Average concentrations of priority pollutants and total water hardness in the Voronezh Region**

| Показатели / Indicators | Концентрация*, мг/дм³ / Concentration, mg/dm³ | | |
|---|---|---|---|
| | Минимальная / Minimum | Максимальная / Maximum | Средняя и ошибка средней / Mean and mean error (M ± m) |
| Железо / Iron | 0,05 | 0,41 | 0,16 ± 0,03 |
| Марганец / Manganese | 0,01 | 0,18 | 0,06 ± 0,01 |
| Нитраты / Nitrates | 1,38 | 73,87 | 11,88 ± 1,45 |
| Бор / Boron | 0,10 | 0,30 | 0,14 ± 0,01 |
| Фтор / Fluorine | 0,10 | 0,64 | 0,36 ± 0,03 |
| Нитриты / Nitrites | 0,003 | 0,064 | 0,008 ± 0,001 |
| Аммиак / Ammonia | 0,078 | 0,320 | 0,117 ± 0,006 |
| Жесткость** / Hardness | 4,86 | 10,20 | 7,13 ± 0,36 |

*) представлен интервал средних многолетних концентраций химических веществ и показателя жесткости за период 2010–2019 гг. по 32 районам Воронежской области и г. Воронежу / The range of average long-term concentrations of chemicals and hardness index in 32 districts of the Voronezh Region and the city of Voronezh, 2010–2019.

**) жесткость – в мг-экв./дм³/ hardness – in mg-eq./dm³.

***Таблица 2.*** **Показатели неканцерогенного риска, рассчитанные по средним территориальным концентрациям приоритетных загрязняющих веществ**

***Table 2.*** **Indicators of non-carcinogenic risk calculated using average regional concentrations of priority pollutants**

| Показатели / Indicators | Неканцерогенный риск / Non-carcinogenic risk (HQ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Дети (6 лет) / Children (6 years old) | | | Взрослые / Adults | | |
| | Минимальный / Minimum | Максимальный / Maximum | Средний / Mean | Минимальный / Minimum | Максимальный / Maximum | Средний / Mean |
| Железо / Iron | 0,011 | 0,087 | 0,034 | 0,005 | 0,037 | 0,015 |
| Марганец / Manganese | 0,002 | 0,082 | 0,027 | 0,001 | 0,035 | 0,012 |
| Нитраты / Nitrates | 0,055 | 2,952 | 0,475 | 0,024 | 1,265 | 0,203 |
| Бор / Boron | 0,032 | 0,096 | 0,045 | 0,014 | 0,041 | 0,019 |
| Фтор / Fluorine | 0,102 | 0,679 | 0,383 | 0,044 | 0,291 | 0,164 |
| Нитриты / Nitrites | 0,002 | 0,041 | 0,005 | 0,026 | 0,174 | 0,099 |
| Аммиак /Ammonia | 0,005 | 0,021 | 0,008 | 0,002 | 0,009 | 0,003 |

*) представлен интервал коэффициентов опасности (HQ) по 32 районам Воронежской области и г. Воронежу / the range of hazard quotients (HQ) for 32 districts of the Voronezh Region and the city of Voronezh.

неканцерогенный риск для здоровья детей 6 лет, обусловленный присутствием в воде соединений железа, превышает допустимый уровень в Грибановском районе – с. Кирсановка (HQ = 1,02), с. Малая Грибановка (HQ = 2,31); в Кантемировском районе – с. Гармашевка (HQ = 1,09). Для взрослого населения риск от воздействия железа в концентрациях на уровне 95-го процентиля и среднегодовых, а также для детей при воздействии среднегодовых концентраций находится на приемлемом уровне. Ориентировочная численность экспонированного населения составила 2128 человек.

Как было установлено по результатам расчета неканцерогенного риска с использованием средних территориальных концентраций, основным приоритетным загрязнителем питьевой воды на территории области являются нитраты, а наиболее проблемными – Рамонский и Репьевский районы. В этой связи проведена более детальная оценка ситуации по отдельным населенным пунктам этих районов.

Установлено, что из 32 мест отбора проб питьевой воды в Рамонском районе неприемлемый уровень неканцерогенного риска для здоровья детей, обусловленный присутствием нитратов, при расчетах по средней концентрации выявлен в контрольных точках 11 населенных пунктов (HQ от 1,16 до 3,50), по 95-му процентилю концентрации – в 12 населенных пунктах (HQ от 1,25 до 6,01); для здоровья взрослого населения: по средней концентрации – в 2 населенных пунктах (HQ от 1,10 до 1,49), по 95-му процентилю концентрации – в 6 населенных пунктах (HQ от 1,11 до 1,58).

В Репьевском районе из 4 постоянных мониторинговых точек неприемлемый уровень неканцерогенного риска для здоровья детей, обусловленного присутствием нитратов, по средней концентрации выявлен в 1 населенном пункте (HQ = 1,86), по 95-му процентилю концентрации – в 3 населенных пунктах (HQ от 1,45 до 2,77); для здоровья взрослого населения по 95-му процентилю концентрации – в 1 населенном пункте (HQ = 1,19).

В связи с актуальностью проблемы наличия нитратов в питьевой воде проведен детальный расчет рисков по отдельным точкам отбора проб воды. По результатам расчета установлено, что в 117 населенных пунктах 24 районов количественная величина риска при воздействии средних многолетних концентраций и в 230 населенных пунктах 27 районов при воздействии концентраций, соответствующих 95-му процентилю, для детей 6 лет превышает приемлемый уровень. Для взрослого населения существует риск здоровью от потребления питьевой воды в 20 населенных пунктах 13 районов при воздействии среднемноголетних концентраций нитратов и в 56 населенных пунктах 21 района – при воздействии концентраций, соответствующих 95-му процентилю.

Наиболее высокий уровень риска от воздействия среднемноголетних концентраций нитратов в питьевой воде для детей 6 лет (HQ = 3,12-9,51) и для взрослых (HQ = 1,34-4,08) отмечается в п. Дубрава, с. Слобода, с. Филоново Богучарского района, с. Танцырей Борисоглебского ГО, с. Михайловка Кантемировского района, с. Олень-Колодезь Каширского района, п. Лепехинка Новохоперского района, сл. Новохарьковка Ольховатского района, с. Большой Мартын Панинского района, с. Вихляевка Поворинского района, с. Новокирсановка Терновского района, с. Копыл Эртильского района.

С учетом детального анализа определена вероятная численность экспонированного населения, подвергающегося риску от воздействия нитратов в питьевой воде, которая составляет 353 053 человека.

При воздействии бора в концентрациях, соответствующих 95-му процентилю, максимальная величина риска для здоровья детей 6 лет получена в с. Каширское Каширского района (HQ = 1,17). Для взрослого населения риск от воздействия бора в концентрациях на уровне 95-го процентиля и среднегодовых, а также для детей при воздействии среднегодовых концентраций не превышает допустимый уровень во всех мониторинговых точках (HQ < 1). Численность экспонированного населения от воздействия бора в питьевой воде составила 4320 человек.

Содержание фтора в воде, используемой для питьевых нужд населения, в абсолютном большинстве населенных пунктов области значительно ниже гигиенического норматива. В то же время питьевая вода в отдельных населенных пунктах Семилукского, Репьевского, Эртильского и Таловского районов имеет относительно высокое содержание фтора. Превышение гигиенических нормативов регистрировались в 7 населенных пунктах Семилукского района (г. Семилуки, р.п. Латная, с. Губарево, с. Девица, с. Ендовище, с. Каверье, с. Семилуки), 2 населенных пунктах Репьевского района (с. Прилепы, с. Платава), в г. Эртиль Эртильского района и р.п. Таловая Таловского района.

Расчеты показали, что приемлемый уровень риска от воздействия фтора для детей 6 лет при расчете на среднемноголетнюю концентрацию превышен в 13 населенных пунктах Семилукского, Бобровского, Богучарского, Рамонского и Репьёвского районов. При расчете на 95-й процентиль уровень риска выше допустимого определен в 35 населенных пунктах Хохольского, Бобровского, Богучарского, Семилукского, Новоусманского, Рамонского, Россошанского, Каширского, Верхнехавского, Терновского, Павловского, Подгоренского и Репьёвского районов при наибольшем показателе в поселке Воля Новоусманского района (HQ = 4,17). Для взрослого населения величина коэффициента опасности превышает 1 (HQ > 1) в с. Прилепы и с. Платава Репьевского района при расчете на концентрации, соответствующие 95-му процентилю. Таким образом, численность экспонированного населения, вероятно потребляющего воду с повышенной концентрацией фтора, составила 67 769 человек.

Неканцерогенные риски, связанные с присутствием в питьевой воде нитритов, аммиака, марганца, по всем рассматриваемым четырем сценариям во всех контрольных точках не превышают приемлемую величину (HQ < 1).

**Обсуждение результатов.** Обобщая материалы проведенных региональных исследований по оценке риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды, можно констатировать смещение проблемы в сельские поселения, где практически отсутствует водоподготовка. Приоритетными проблемами

на отдельных территориях Воронежской области являются риски здоровью населения, связанные с присутствием в питьевой воде в повышенных концентрациях нитратов, фтора, бора, железа. Часто встречаются превышения норматива общей жесткости (44,6 %). Не отвечают гигиеническим нормативам отдельные пробы питьевой воды по содержанию аммиака (3,1 %) и марганца (1,4 %), однако связанные с ними риски для здоровья детей и взрослых, рассчитанные по всем мониторинговым точкам, где проводился лабораторный контроль, даже по агравированному сценарию, то есть при воздействии концентраций, соответствующих 95-му процентилю, находятся на приемлемом уровне (HQ = 0,11-0,41).

Употребление питьевой воды, качество которой не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям, а также характеризующейся рисками неприемлемого уровня, может являться причиной негативных тенденций увеличения уровня заболеваемости населения, этиологически связанной с водным фактором. Например, в исследованиях Н.М. Пичужкиной с соавт. (2018) обращено внимание на тот факт, что наличие марганца в питьевой воде, обладающего струмогенным эффектом, влияет на региональные показатели заболеваемости детского населения диффузным зобом, связанной с микронутриентной недостаточностью, в частности с недостатком йода, концентрация которого в питьевой воде не превышает 0,05 мг/дм$^3$ [11, 12]. И.Ю. Балаевой с соавт. (2018) показано, что в формирование повышенных региональных уровней заболеваемости мочекаменной болезнью, наряду с другими причинами, в ряде административных территорий Воронежской области вносит свой вклад повышенная жесткость питьевой воды [13].

Вместе с тем, сравнительный анализ результатов проведенного исследования и ретроспективных региональных данных, опубликованных в 2001—2010 гг., показывает улучшение качества питьевой воды и связанное с этим снижение уровня риска для здоровья населения, особенно областного центра — города Воронежа [14—16]. Это объясняется реализацией плана мероприятий, определенных Постановлением от 25.08.2011 № 12[3]. В настоящее время (последние 4 года, 2017—2019 гг.) на территории области отсутствуют источники централизованного водоснабжения, не соответствующие санитарно-гигиеническим требованиям; зоны санитарной охраны установлены для всех водоисточников и водопроводов системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Удельный вес проб воды из источников централизованного водоснабжения, не соответствующих нормативным требованиям по санитарно-химическим показателям, имеет тенденцию снижения: в 2010—2012 гг. он составлял 43,2—44,4 %, в 2017—2019 гг. — 32,5—37,1 %. В результате принятия адресных управленческих решений за период 2016—2018 годы снижен риск для здоровья населения от нитратного загрязнения питьевой воды для 4103 человек.

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой остается одной из приоритетных не только региональных, но федеральных задач, выполняемых в рамках обеспечения положений российского законодательства[2] [17, 18].

Как отмечает академик Ю.А. Рахманин (2017), управленческие решения по обеспечению гигиенической безопасности питьевого водопользования населения сегодня не возможны без проведения интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности [19]. Реализация на региональном уровне методологии оценки риска для здоровья, связанного с качеством питьевой воды, согласуется с актуальностью внедрения риск-ориентированного планирования контрольно-надзорных мероприятий, аргументированного обоснования и реализации мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности питьевого водопользования населения с учетом выявленных приоритетов [20].

**Заключение**

Обобщая результаты оценки риска здоровью населения, обусловленного санитарно-химическими показателями качества воды, можно с достаточной степенью обоснованности отнести к приоритетным региональным показателям содержание нитратов, фтора, бора, железа. Такой порядок приоритетности связан с популяционными рисками: численность населения, потребляющего воду, качество которой не приемлемо по показателям неканцерогенного риска (HQ > 1), обусловленного присутствием нитратов, составляет 353 053 человека, фтора — 67 769, бора — 4320, железа — 2128.

Реализованный подход показывает, что использование в региональной системе социально-гигиенического мониторинга средних концентраций по административным территориям является недостаточно объективным и несет в себе существенные неопределенности. Снижение неопределенностей достигнуто детальным рассмотрением информации по каждой мониторинговой точке, а также использованием 95-го процентиля концентрации химического вещества для оценки риска для здоровья применительно к различным возрастным группам населения (дети, взрослые). Реализация такого подхода позволила выявить конкретные проблемные населенные пункты (водоисточники) и уточнить численность населения, потребляющего воду, качество которой неприемлемо по показателям неканцерогенного риска. Вместе с тем, оценке риска всегда присущи неопределенности. В нашем исследовании они связаны с допущениями, что все население потребляет питьевую воду из систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, не использует индивидуальные фильтры для очистки воды или не потребляет фасованную питьевую воду. Поэтому для определения доли населения (в том числе в зависимости от возраста и социального статуса), потребляющего бутилированную воду или использующего фильтры, а также для получения информации о субъективной оценке качества воды жителями Воронежской области на сайте ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в настоящее время (с 01.12.2019) организован опрос. Анализ его результатов при достижении заданной степени статистической достоверности по числу

[2] ФЗ РФ от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».

[3] Постановлением главного государственного санитарного врача по Воронежской области от 25.08.2011 № 12 «Об обеспечении населения области доброкачественной питьевой водой».

участников позволит снизить существующие неопределенности при оценке популяционных рисков, связанных с качеством питьевой воды. Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области также проводится активное информирование населения о качестве питьевой воды в регионе, даются рекомендации по снижению риска для здоровья населения, связанного с водным фактором.

### Список литературы


1. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 гг. // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 1. С. 5–9.
2. Попова А.Ю., Брагина И.В., Зайцева Н.В. и др. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 1. С. 5–9.
3. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. и др. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора // Анализ риска здоровью. 2018. № 1. С. 4–12.
4. Абдулмуталимова Т.О., Ревич Б.А. Оценка канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного высоким содержанием мышьяка в питьевой артезианской воде Северного Дагестана // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 8. С. 743–746.
5. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 2. С. 15–19.
6. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р. Характеристика риска для здоровья населения, связанного с качеством подземных вод нефтедобывающих территорий Республики Башкортостан // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 1 (250). С. 28–30.
7. Григорьев Ю.И., Ляпина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 3. С. 23–26.
8. Кику П.Ф., Кислицына Л.В., Богданова В.Д. и др. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Приморского края // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 1. С. 94–101.
9. Коньшина Л.Г. Оценка риска здоровью детей, обусловленного химическим составом питьевой воды источников нецентрализованного водоснабжения Екатеринбурга // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 9. С. 997–1003.
10. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 1. С. 19–24.
11. Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Михалькова Е.В. Гигиеническая оценка риска для здоровья детей, ассоциированного с вредным воздействием факторов среды обитания. // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2018. № 73. С. 113–115.
12. Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Михалькова Е.В. Социально-гигиенические аспекты экологически обусловленных заболеваний // Прикладные информационные аспекты медицины. 2018. Т. 21. № 4. С. 19–22.
13. Балалаева И.Ю., Поздняков А.М., Степанова Т.В. и др. Мочекаменная болезнь у детей и подростков в зависимости от особенностей состава питьевой воды в городе Воронеж и Воронежской области // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2018. № 71. С. 115–120.
14. Бережнова Т.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа, связанного с качеством питьевой воды // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2010. Т. 9. № 3. С. 523–526.
15. Новиков Ю.В., Чубирко М.И., Тулакин А.В. и др. Оптимизация водопользования населения города Воронежа // Гигиена и санитария. 2001. № 3. С. 41–45.
16. Степкин Ю.И., Колнет И.В., Клепиков О.В. Влияние качества питьевой воды на здоровье населения сельских районов Воронежской области // Здоровье населения и среда обитания. 2007. № 1 (166). С. 13–15.
17. Плитман С.И., Тулакин А.В., Амплеева Г.П. К вопросу гигиенической безопасности питьевой воды при реализации закона «О водоснабжении и водоотведении» // Медицина труда и экология человека. 2016. № 4 (8). С. 103–106.
18. Самбурский Г.А., Плитман С.И., Пестов С.М. и др. О некоторых проблемах водоподготовки в части реализации закона «О водоснабжении и водоотведении» // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 5. С. 4–8.
19. Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., Киселев А.В. и др. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 4. С. 302–305.
20. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 5. С. 563–569.


### References


1. Popova AYu, Zaytseva NV, May IV. Experience of methodological support and practical implementation of the risk-oriented model of sanitary-epidemiological surveillance in 2014-2017. *Gigiena i Sanitariya*. 2018; 97(1):5-9. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-5-9
2. Popova AYu, Bragina IV, Zaitseva NV et al. On the scientific and methodological support of the assessment of the performance and effectiveness of the control and supervision activity of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(1):5-9. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9
3. Popova AYu, Zaitseva NV, May IV, et al. Regulatory-legal and methodical aspects of social-hygienic monitoring and risk-oriented surveillance model integration. *Health Risk Analysis*. 2018; (1):4–12. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.1.01
4. Abdulmutalimova TO, Revich BA. Assessment of carcinogenic risk to population health due to high arsenic content in drinking artesian water of the North Dagestan. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(8):743-746. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-743-746
5. Bezgodov IV, Efimova NV, Kuzmina MV. Assessment of the quality of drinking water and risk for the population's health in rural territories in the Irkutsk region. *Gigiena i Sanitariya*. 2015; 94(2):15-19. (In Russian).
6. Valeev TK, Sulejmanov RA, Rakhmatullin NR. The characteristic of risk for health of the population connected with quality of underground waters of oil-extracting territories of Republic Bashkortostan. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2014; (1(250)):28-30. (In Russian).
7. Grigoriev YuI, Lyapina NV. Assessment of risk of contamination of drinking water for the health of children in Tula region. *Gigiena i Sanitariya*. 2014; 93(3):23-26. (In Russian).
8. Kiku PF, Kislitsyna LV, Bogdanova VD, et al. Hygienic evaluation of the quality of drinking water and risks for the health of the population of the Primorye territory. *Gigiena i Sanitariya*. 2019; 98(1):94-101. (In Russian).
9. Konshina LG. Risk assessment of children's health due to the chemical composition of drinking water sources of the non-centralized water supply of the city of Ekaterinburg. *Gigiena i Sanitariya*. 2019; 98(9):997-1003. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-997-1003
10. Unguryanu TN, Novikov SM. Results of health risk assessment due to exposure to contaminants in drinking water in Russia population (review of literature). *Gigiena i Sanitariya*. 2014; 93(1):19-24. (In Russian).
11. Pichuzhkina NM, Chubirko MI, Mikhalkova EV. Hygienic assessment of the risk to the health of children associated with the harmful effects of habitat factors. Nauchno-meditsinskii *Vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2018; (73):113-115. (In Russian).
12. Pichuzhkina NM, Chubirko MI, Mikhalkova EV. Socially-hygienic aspects of environment-related diseases. Prikladnye *Informatsionnye Aspekty Meditsiny*. 2018; 21(4):19-22. (In Russian).
13. Balalaeva IU, Pozdnyakov AM, Stepanova TV, et al. Urinary stones disease in children and adolescents and features of water in the Voronezh City and the Voronezh region. *Nauchno-meditsinskii Vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2018; (71):115-120. (In Russian).
14. Berezhnova TA, Mamchik NP, Klepikov OV. Health risk assessment of drinking water quality in Voronezh. *Sistemnyi Analiz i Upravlenie v Biomeditsinskikh Sistemakh*. 2010. 9(3):523-526. (In Russian).
15. Novikov YuV, Chubirko MI, Tulakin AV, et al. Optimization of water use by the population of Voronezh. *Gigiena i Sanitariya*. 2001; (3):41-45. (In Russian).
16. Stepkin YuI, Kolnet IV, Klepikov OV. Influence of the quality of drinking water on the health of the population of rural areas of the Voronezh region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2007; (1(166)): 13-15. (In Russian).
17. Plitman SI, Tulakin AV, Ampleeva GP. To question the hygienic safety of drinking water at the implementation of law "On Water Supply and Water Drainage". *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2016; (4(8)):103-106. (In Russian).
18. Samburskii GA, Plitman SI, Pestov SM, et al. On some problems in water treatment related to the implementation of "On water supply and wastewater disposal" Act. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*. 2016; (5):4-8. (In Russian).
19. Rakhmanin YuA, Meltser AV, Kiselev AV, et al. Hygienic substantiation of management decisions with the use of the integral assessment of drinking water on indices of chemical harmlessness and epidemiological safety. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(4):302-305. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305
20. Rosenthal OM, Aleksandrovskaya LN. Risk-oriented approach to the quality assessment of water sources of drinking water supply. *Gigiena i Sanitariya*. 2019; 98(5):563-569. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-563-569



**Контактная информация:**
**Механтьев** Игорь Иванович, к.м.н., доцент, доцент кафедры медицинских дисциплин, Воронежский государственный университет, руководитель Управления Роспотребнадзора по Воронежской области
e-mail: kafgigienic@rambler.ru

**Corresponding author:**
Igor I. **Mehantiev**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Medical Disciplines, Voronezh State University; Head of the Voronezh Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing
e-mail: kafgigienic@rambler.ru



*Статья получена: 26.02.2020*
*Принята в печать: 06.04.2020*