

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОБЛАСТНОГО ЦЕНТРА ПО ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

А. А. Гаврикова¹, А. А. Дементьев¹, Д. А. Соловьев^{1✉}, А. М. Цурган¹, В. А. Парамонова¹, Е. П. Коршунова¹, А. А. Шаров²

¹ Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия

² Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области, Рязань, Россия

Питьевая вода занимает одно из главных мест среди факторов окружающей среды, ответственных за формирование здоровья населения, поэтому обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения невозможно рассматривать в отрыве от решения гигиенической проблемы водоснабжения. Целью исследования было дать сравнительную гигиеническую характеристику качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения г. Рязани по органолептическим показателям. Сравнительная оценка качества питьевой воды проведена на основании анализа данных многолетних исследований за 2017–2022 гг. Выполнен анализ средних многолетних значений запаха при 20 °С и 60 °С, привкуса, цветности и мутности, удельного веса проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, в динамике. Показатели также анализировали в зависимости от сезона года и территориальной принадлежности. Средние значения показателей сравнивали методом дисперсионного анализа, для парных сравнений использовали критерии Шеффе и Тамхейна с учетом результатов теста Ливиня. Доверительные интервалы относительных показателей определяли по методу Уилсона. Средние многолетние значения органолептических показателей качества питьевой воды в г. Рязани соответствовали требованиям СанПиН 1.2.3685-21. Незначительное количество проб имело запах, привкус и цветность, превышающие гигиеническую норму. Наиболее проблемным показателем качества исследуемой питьевой воды следует считать мутность, которая не соответствовала гигиеническим требованиям в 2,2% проб и достигала максимального значения 16,4 мг/л по каолину.

Ключевые слова: питьевая вода, централизованное водоснабжение, качество воды, органолептические показатели, областной центр

Вклад авторов: А. А. Дементьев — концепция и дизайн исследования, написание текста, А. А. Гаврикова, В. А. Парамонова — дизайн исследования, редактирование; Д. А. Соловьев — обработка материала, написание текста; А. М. Цурган — концепция исследования, редактирование; Е. П. Коршунова, А. А. Шаров — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста.

✉ **Для корреспонденции:** Давид Андреевич Соловьев
ул. Чапаева, д. 57, г. Рязань, 390000, Россия; soldos1@yandex.ru

Статья получена: 17.05.2024 **Статья принята к печати:** 03.08.2024 **Опубликована онлайн:** 07.12.2024

DOI: 10.24075/rbh.2024.113

HYGIENIC FEATURES OF THE QUALITY OF DRINKING WATER FROM THE REGIONAL CENTER CENTRALIZED WATER SUPPLY SYSTEM BASED ON ORGANOLEPTIC INDICATORS

Gavrikova AA¹, Dementiev AA¹, Solovyov DA^{1✉}, Tsurgan AM¹, Paramonova VA¹, Korshunova EP¹, Sharov AA²

¹ Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

² Center for Hygiene and Epidemiology in the Ryazan Region, Ryazan, Russia

Drinking water occupies one of the leading places among environmental factors responsible for shaping public health, so providing sanitary-and-epidemiologic wellbeing of the population cannot be considered separately from solving the hygienic problem of water supply. The study aimed to provide comparative hygienic characteristics of the quality of drinking water from the Ryazan centralized water supply system based on organoleptic indicators. Comparative assessment of the quality of drinking water was performed based on the analysis of the data of the years of research for the years 2017–2022. We performed analysis of the long-term average annual values of odor at 20 °C and 60 °C, taste, color and turbidity, share of samples non-compliant with the hygienic standards, over time. Indicators were also assessed based on the season of the year and territorial belonging. The average indicator values were compared using analysis of variance; pairwise comparison involved the use of the Scheffe and Tamhane tests considering the Levene's test results. Confidence intervals of the relative indicators were determined based on the Wilson score. The long-term average annual values of organoleptic indicators of the quality of drinking water in Ryazan are compliant with SanPIN 1.2.3685-21. A small number of samples had odor, taste, and color exceeding the hygienic standards. Turbidity that was non-compliant with the hygienic requirements in 2.2% of samples and reached the maximum value of 16.4 mg/L (kaolin) should be considered the most challenging indicator of the quality of test drinking water.

Keywords: drinking water, centralized water supply, water quality, organoleptic indicators, regional center

Author contribution: Dementiev AA — study concept and design, manuscript writing, Gavrikova AA, Paramonova VA — study design, editing; Solovyov DA — data processing, manuscript writing; Tsurgan AM — study concept, editing; Korshunova EP, Sharov AA — data acquisition and processing, statistical analysis, manuscript writing.

✉ **Correspondence should be addressed:** David A. Solovyov
Chapaev, 57, Ryazan, 390000, Russia; soldos1@yandex.ru

Received: 17.05.2024 **Accepted:** 03.08.2024 **Published online:** 07.12.2024

DOI: 10.24075/rbh.2024.113

Питьевая вода занимает одно из главных мест среди факторов окружающей среды, ответственных за формирование здоровья населения. Поддержание устойчивого развития государства и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения невозможно рассматривать в отрыве от решения гигиенической проблемы водоснабжения населения [1–3]. При этом чувствительными маркерами качества питьевой воды, во многом определяющими

удовлетворенность потребителей, являются ее органолептические свойства. Ухудшение последних возможно как в результате антропогенного загрязнения источников водоснабжения, так и в результате природных процессов, обусловленных застаиванием, «цветением» воды, процессами эвтрофикации водоемов [4]. Существенное влияние на органолептические свойства питьевой воды оказывают эффективность и стабильность процессов

водоподготовки [4, 5]. Возможно вторичное ухудшение качества питьевой воды в водораспределительной сети, обусловленное снижением разбора воды и застойными явлениями, повышенным износом водопровода, высокой аварийностью, а также несоблюдением гигиенических требований в зонах санитарной охраны [6, 7].

Частое ухудшение органолептических свойств питьевой воды свидетельствует о низкой надежности системы водоснабжения и формирует существенные риски для здоровья населения [8, 9]. По данным ряда авторов, использование для целей водоснабжения воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по мутности, повышает риск кишечных инфекций вирусной природы [10], а содержание ионов алюминия выше допустимого повышает риск развития патологии центральной нервной системы [11, 12]. Повышенная цветность питьевой воды, обусловленная высоким содержанием ионов железа (2^+), выступает фактором риска заболеваний слизистых желудочно-кишечного тракта, кожи, крови, иммунной системы [8, 9].

Несмотря на пристальное внимание гигиенистов к проблеме водоснабжения, региональные гигиенические особенности качества питьевой воды все еще недостаточно изучены. Так, последние серьезные исследования по этой теме были проведены в г. Рязани более 30 лет назад. С учетом важности проблемы настоящее исследование представляется своевременным и актуальным [13].

Целью исследования было дать сравнительную гигиеническую характеристику качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения г. Рязани по органолептическим показателям.

МЕТОДЫ

Исследование проводили в г. Рязани — центре Рязанской области. Численность населения областного центра на 1 февраля 2023 г. составляла 539 000 человек. Для водоснабжения населения используются поверхностные воды р. Оки и артезианские воды Подольско-Мячковского, Каширского и Окско-Протвинского водоносных горизонтов каменноугольной системы [3]. В общем водном балансе централизованной системы водоснабжения отмечено незначительное преобладание поверхностных вод (62%), за исключением водопроводных сетей района Солотчи и Строителя, питание которых осуществляется в основном за счет артезианских вод. Городская система водоснабжения кольцевого типа включает в себя 143,9 км магистральных водоводов, 285,5 км уличной водопроводной сети и 428,9 км внутридворовых сетей [3]. Средний износ водопроводных сетей составляет 74% [14].

Выполнен анализ органолептических показателей качества питьевой воды (запах при 20 °С и 60 °С, привкуса, цветности и мутности) в контрольных точках

водораспределительной сети г. Рязани за 2017–2022 гг. по данным санитарно-гигиенической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области». Всего проанализированы 3440 проб питьевой воды. Проведен расчет средних показателей, их доверительных интервалов, а также процента проб, не отвечающих требованиям СанПиН 1.2.3685-21 [15] в отдельные годы изучаемого периода, в зависимости от сезона года и территориальной принадлежности.

Средние значения показателей сравнивали методом дисперсионного анализа (ANOVA) по критерию Фишера (F), для парных сравнений использовали критерии Шеффе и Тамхейна с учетом результатов теста Ливиня. Доверительные интервалы относительных показателей оценивали методом Уилсона [16]. Расчет статистических показателей проводили в программе SPSS Statistics 19 (IBM; США) при целевом уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Средние многолетние значения органолептических показателей качества питьевой воды в г. Рязани соответствовали требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (табл. 1). Тем не менее, отдельные значения запаха при 20 °С, 60 °С и привкуса превышали гигиеническую норму и достигали 3 баллов, при этом доли таких проб составили 0,5%, 0,9% и 0,1% соответственно. Только в 0,03% проб цветность воды в контрольных точках водораспределительной сети превышала норму. В то же время мутность воды не отвечала гигиеническим требованиям в 2,2% проб и достигала максимального значения 16,4 мг/л по каолину.

Следует отметить, что в 2018 г. средние значения запаха (при 20 °С/60 °С) и привкуса питьевой воды, составлявшие $0,70 \pm 0,05/0,67 \pm 0,06$ баллов и $0,68 \pm 0,06$ баллов соответственно, были ниже, чем в остальные годы в 1,9–2,3 раза ($p < 0,05$). В то же время наибольшие средние значения цветности и мутности, зарегистрированные в 2017 г., составляли $7,25 \pm 0,07^e$ и $0,95$ мг/л соответственно и были достоверно выше, чем в другие годы рассматриваемого периода ($p < 0,05$).

Средние значения всех органолептических показателей в рассматриваемые годы соответствовали требованиям СанПиН 1.2.3685-21, однако в 2020 г. в отдельных точках водораспределительной сети были зарегистрированы показатели запаха (при 20 °С и 60 °С) и привкуса, не соответствовавшие гигиеническим нормативам — в 3,5%, 6,3% и 0,7% проб соответственно. В 2022 г. цветность 0,5% проб питьевой воды не соответствовала гигиеническому нормативу. В то же время ежегодно регистрировались пробы питьевой воды, не отвечающей требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по мутности, при этом наибольшая доля была зарегистрирована в 2019 г.

Таблица 1. Органолептические показатели качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения г. Рязани в среднем за 2017–2022 гг.

Показатель	Ед. изм.	Число проб	Среднее \pm 95%-й ДИ	Максимальное значение (характеристика)	Норматив	% проб выше гигиенического норматива
Запах (20 °С)	баллы	3408	$1,35 \pm 0,03$	3,00 (рыбный)	2	0,5
Запах (60 °С)	баллы	3408	$1,24 \pm 0,03$	3,00 (рыбный)	2	0,9
Привкус	баллы	3407	$1,29 \pm 0,03$	3,00 (рыбный)	2	0,1
Цветность	кшц*	3407	$6,56 \pm 0,07$	23	20	0,03
Мутность	мг/л (по каолину)	3406	$0,84 \pm 0,02$	16,4	1,5	2,2

Примечание: *кшц — кобальтовая шкала цветности.

Таблица 2. Органолептические показатели качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения г. Рязани в среднем по сезонам за 2017–2022 гг.

Показатель	Ед. изм.	Зима	Весна	Лето	Осень	Критерий Фишера (F)	P
Запах (20 °С)	баллы	1,62 ± 0,07	1,32 ± 0,04	1,17 ± 0,06	1,40 ± 0,06	32,47	< 0,001
Запах (60 °С)	баллы	1,52 ± 0,08	1,23 ± 0,05	1,02 ± 0,07	1,27 ± 0,07	30,33	< 0,001
Привкус	баллы	1,56 ± 0,07	1,27 ± 0,05	1,08 ± 0,06	1,35 ± 0,07	33,88	< 0,001
Цветность	кшц*	7,00 ± 0,16	6,44 ± 0,10	6,47 ± 0,15	6,57 ± 0,15	11,84	< 0,001
Мутность	мг/л (по каолину)	0,92 ± 0,05	0,83 ± 0,03	0,85 ± 0,04	0,82 ± 0,04	3,89	0,009

Примечание: *кшц — кобальтовая шкала цветности.

и составила 3,0%, а наименьшая была зарегистрирована в 2021 г. (1,1%).

В пределах изучаемого периода среднесезонные значения всех органолептических показателей соответствовали гигиенической норме (табл. 2). Было выявлено существенное влияние сезона года на средние сезонные значения органолептических показателей, при этом наибольшие значения всех органолептических показателей были характерны для зимнего периода, тогда как наименьшие наблюдались в разные сезоны года: запаха и привкуса — в летний период, цветности — весной ($p < 0,001$), мутности — осенью ($p = 0,009$).

Пробы питьевой воды, запах и привкус которых не соответствовали гигиеническим нормативам, регистрировали только в зимний и весенний периоды (рис. 1), при этом зимой их доли составляли 2,4% и 0,2% соответственно и существенно превышали аналогичные показатели для весны. Следует отметить, что сверхнормативная цветность питьевой воды была зарегистрирована только летом в 0,1% проб, тогда как повышенную мутность обнаруживали во все сезоны года. Чаще всего нарушения качества питьевой воды по мутности обнаруживали зимой (в 3,5% проб), а реже всего весной и летом (в 1,8% проб).

В контрольных точках коммунального водопровода жилых районов Солотча, Дягилево и Московский средние многолетние значения запаха не превышали 1-го балла, тогда как в остальных районах его значения были существенно выше и находились в пределах 1,17–1,48 балла (табл. 3; $p < 0,05$). Пробы питьевой воды, не отвечающие требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по запаху при 20 °С, были зарегистрированы только в микрорайонах Октябрьский, Советский и Дашково-Песочня, при этом их доли от общего количества выполненных исследований составляли 0,23%,

0,87% и 1,24% соответственно. Исследование запаха воды при 60 °С выявило больший процент ненормативных проб в большем количестве районов города. В районе Дашково-Песочня доля таких проб составила 1,98% и была наибольшей, далее в порядке убывания следовали районы Советский (1,22%), Канищево (0,75%), Октябрьский (0,45%) и Железнодорожный (0,37%).

Распределение районов г. Рязани по средним значениям привкуса питьевой воды имело те же особенности, что и распределение по запаху. При этом в Солотче, Московском и Дягилево его средние значения находились в пределах 0,77–0,92 балла и были существенно ниже, чем в остальных районах (1,25–1,43 балла) ($p < 0,05$). Следует отметить, что только в Советском районе и Дашково-Песочне были зарегистрированы пробы питьевой воды, привкус которых не соответствовал гигиенической норме, при этом их доли составили 0,17% и 0,25% соответственно.

Средние многолетние значения цветности и мутности питьевой воды в отдельных районах г. Рязани не превышали гигиеническую норму (табл. 4). При этом в Солотче значения вышеназванных показателей были существенно выше, чем на большинстве сравниваемых территорий, за исключением района Строитель. Они составили $7,39 \pm 0,49$ и $1,34 \pm 0,14$ мг/л соответственно ($p < 0,05$). На территории района Строитель средняя мутность питьевой воды составила $1,01 \pm 0,11$ мг/л, она была в 1,3 раза ниже, чем в Солотче, и в 1,2–1,3 раза выше, чем в большинстве остальных районов ($p < 0,05$).

В рассматриваемый период сверхнормативные показатели цветности питьевой воды были зарегистрированы только в районе Солотча — в 1,56% проб. Наибольшая доля проб воды, не соответствовавших требованиям СанПиН

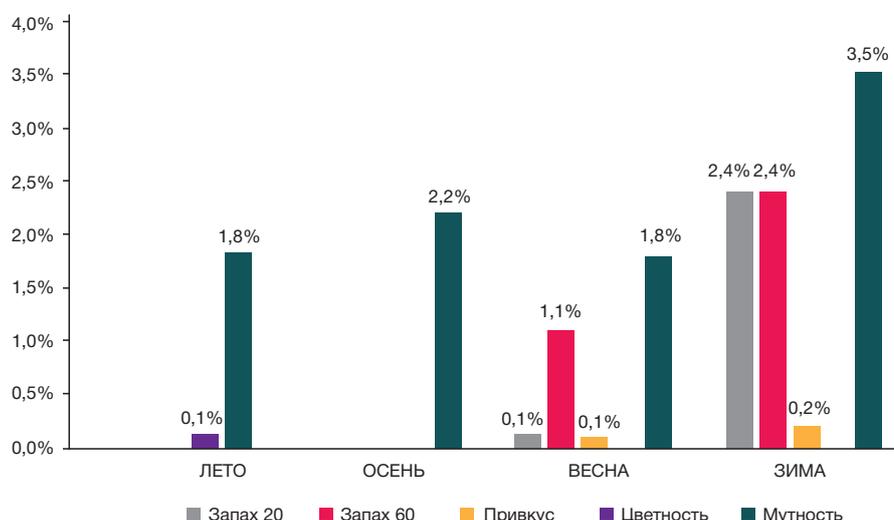


Рис. Частота несоответствия органолептических показателей гигиеническим нормативам в пробах питьевой воды по сезонам года (%)

Таблица 3. Запах питьевой воды централизованной системы водоснабжения в отдельных районах г. Рязани в среднем за 2017–2022 гг.

Район	Кол-во наблюдений, 20 °С	Среднее значение, балл		Проб > ПДК, % [95%-й ДИ]	
		20 °С	60 °С	20 °С	60 °С
Солотча	65	0,85 ± 0,20	0,68 ± 0,23	0	0
Канищево	398	1,33 ± 0,08	1,20 ± 0,09	0	0,75 [0,26–2,19]
Октябрьский	443	1,40 ± 0,08	1,24 ± 0,09	0,23 [0,04–1,24]	0,45 [0,12–1,63]
Дяги́лево	93	0,86 ± 0,17	0,67 ± 0,19	0	0
Московский	237	1,00 ± 0,11	0,82 ± 0,12	0	0
Дашково-Песочня	404	1,41 ± 0,08	1,32 ± 0,09	1,24 [0,53–2,86]	1,98 [1,01–3,86]
Железнодорожный	538	1,35 ± 0,07	1,24 ± 0,08	0	0,37 [0,10–1,35]
Советский	1147	1,48 ± 0,05	1,41 ± 0,05	0,87 [0,47–1,60]	1,22 [0,73–2,04]
Строитель	115	1,30 ± 0,15	1,17 ± 0,17	0	н.о.

1.2.3685-21, в которых мутность составляла 10,94% и вдвое превышала аналогичный показатель в районе Строитель, была характерна для этого же района, тогда как на остальных городских территориях она находилась в пределах от 0,75% (Канищево) до 3,23% (Дяги́лево).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исходя из того что в рамках рассматриваемого шестилетнего периода нарушения качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения по запаху и привкусу были зарегистрированы только в 2020 г., они могут быть обусловлены определенным сочетанием факторов. К таким факторам можно отнести ухудшение исходного качества воды в источнике водоснабжения в результате бурного развития фитопланктона в теплый период с последующим его массовым отмиранием зимой [17, 18]. В пользу этого предположения свидетельствует преимущественное ухудшение качества питьевой воды в зимний период, а также наибольшие доли проб, не отвечающих гигиеническим нормативам в Дашково-Песочне и Советском районе, которые получают воду преимущественно из Окского водозабора, расположенного в Дятковском затоне, склонном к эвтрофикации [19]. Определенный вклад в ухудшение органолептических свойств питьевой воды может вносить снижение эффективности водоподготовки в этих условиях [19]. При этом нельзя исключить вторичное ухудшение качества воды в системе водоснабжения, обусловленное выраженным износом сетей и аварийными ситуациями [20]. Во многом последнее предположение объясняет регулярную регистрацию проб питьевой воды, в которых мутность не соответствует гигиеническому нормативу. В то же время преобладание таких проб в жилых

районах Солотча и Строитель может быть обусловлено особенностями питания водопровода, где преобладает артезианская вода, характеризующаяся более высоким содержанием солей жесткости и железа (2⁺) [20]. Сверхнормативное увеличение цветности питьевой воды в Солотче в летний период было единичным и также могло быть обусловлено высоким содержанием железа или сбоем в работе станции обезжелезивания [20].

ВЫВОДЫ

Средние многолетние значения органолептических показателей качества питьевой воды в г. Рязани соответствовали требованиям СанПиН 1.2.3685-21, однако в незначительном количестве проб были зарегистрированы запах, привкус и цветность, превышающие гигиеническую норму.

Наиболее проблемным показателем качества исследуемой питьевой воды следует считать мутность, которая не соответствовала гигиеническим требованиям в 2,2% проб, и достигала максимального значения 16,4 мг/л по каолину.

При относительно стабильном качестве питьевой воды в 2020 г. в отдельных точках водораспределительной сети были зарегистрированы показатели запаха (при 20 °С и 60 °С) и привкуса, не соответствовавшие гигиеническим нормативам — в 3,5%, 6,3% и 0,7% проб соответственно.

Пробы воды с избыточной мутностью были зарегистрированы во всех районах города, чаще всего в районах Солотча и Строитель (в 10,94% и 5,43% проб соответственно), что было связано с дополнительным питанием централизованного водопровода артезианской водой. Сверхнормативное увеличение цветности питьевой воды носило единичный характер и могло быть обусловлено случайными факторами.

Таблица 4. Цветность и мутность питьевой воды централизованной системы водоснабжения в отдельных районах г. Рязани в среднем за 2017–2022 гг.

Район	Число наблюдений, 20 °С	Среднее значение		Проб > ПДК, % [95%-й ДИ]	
		Цветность, °	Мутность, мг/л	Цветность, °	Мутность, мг/л
Солотча	64	7,39 ± 0,49	1,34 ± 0,14	1,56 [0,28–8,33]	10,94 [5,40–20,90]
Канищево	398	6,56 ± 0,20	0,79 ± 0,06	0	0,75 [0,26–2,19]
Октябрьский	443	6,52 ± 0,19	0,83 ± 0,05	0	2,26 [1,23–4,10]
Дяги́лево	93	6,39 ± 0,41	0,82 ± 0,12	0	3,23 [1,10–9,06]
Московский	236	6,28 ± 0,26	0,82 ± 0,12	0	3,81 [2,02–7,09]
Дашково-Песочня	404	6,38 ± 0,20	0,86 ± 0,06	0	1,24 [0,53–2,86]
Железнодорожный	538	6,60 ± 0,17	0,83 ± 0,05	0	2,60 [1,56–4,32]
Советский	1147	6,64 ± 0,12	0,84 ± 0,03	0	1,48 [0,93–2,36]
Строитель	115	6,81 ± 0,37	1,01 ± 0,11	0	5,22 [2,41–10,92]

Литература

- Горбанев С. А., Еремин Г. Б., Новикова Ю. А., Выучейская Д. С. Федеральный проект «Чистая вода». Первые итоги. Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2019; 14 (1): 252–9.
- Валеев Т. К., Сулейманов Р. А., Бакиров А. Б., Рахматуллин Н. Р., Рахматуллина Л. Р., Бактыбаева З. Б. и др. ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» в реализации федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух» в Республике Башкортостан. Медицина труда и экология человека. 2021; (4): 231–48.
- Литвинова А. А., Дементьев А. А., Цурган А. М., Коршунова Е. П., Булычева Г. Н. Сравнительная гигиеническая оценка качественного состава питьевой воды централизованной системы водоснабжения в отдельных районах г. Рязани. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2023; 11 (4): 505–18. DOI: 10.23888/HMJ2023114505-518.
- Хецуриани Е. Д., Хецуриани Т. Е., Чаплыгина Е. В., Жукова Т. В. Значение органолептических показателей питьевой воды Ростовской области как факторов эпидемической безопасности здоровья населения. Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2019; 2 (26): 24–34.
- Скрябин А. Ю., Поповьян Г. В., Тронь И. А. Микроводоросли как фактор, влияющий на органолептические свойства воды реки Дон. Водоснабжение и санитарная техника. 2015; (8): 38–41.
- Продоус О. А., Шлычков Д. И., Спицов Д. В. Предотвращение вторичного загрязнения питьевой воды в металлических сетях водоснабжения. Строительство: наука и образование. 2022; 12 (2): 62–71. DOI: 10.22227/2305-5502.2022.2.5.
- Вождаева М. Ю., Холова А. Р., Труханова Н. В., Мельнички И. А., Кантор Е. А., Белоплицев И. И. Оценка изменчивости химического состава питьевой воды, транспортируемой по водораспределительным сетям. Водоснабжение и санитарная техника. 2020; (6): 4–13. DOI: 10.35776/MNP.2020.06.01.
- Клейн С. В., Вековщина С. А. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения. Анализ риска здоровью. 2020; (3): 49–60. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.06.
- Богданова В. Д., Кику П. Ф., Кислицына Л. В. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения острова Русский. Анализ риска здоровью. 2020; (2): 28–37. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.03.
- Айдинов Г. Т., Соловьев М. Ю., Зыкова Т. А., Говорухина М. В., Михеева И. В., Гордеев-Гавриков В. К. и др. Снижение мутности питьевой воды как фактор повышения барьерной роли водоочистных сооружений по отношению вирусных загрязнений. Гигиена и санитария. 2005; (3): 55–7.
- Землянова М. А., Кольдибекова Ю. В. Изменения биохимических показателей нейротрансферации у детей с повышенной концентрацией алюминия в моче. Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2018; (3): 308–12. DOI: 10.17072/1994-9952-2018-3-308-312.
- Жданова-Заглесвичко И. Г., Землянова М. А., Кольдибекова Ю. В. Биомаркеры неканцерогенных негативных эффектов со стороны центральной нервной системы у детей в зоне влияния источников выбросов алюминиевого производства. Гигиена и санитария. 2018; 97 (5): 461–9. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-5-461-469.
- Зайцева Н. В., Сбоев А. С., Клейн С. В., Вековщина С. А. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. Анализ риска здоровью. 2019; (2): 44–55. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05.
- Приказ Главного управления «Региональной энергетической комиссии» Рязанской области от 29 ноября 2018 года № 9-ип «О внесении изменения в приказ ГУ РЭК Рязанской области от 25 ноября 2016 г. № 2-ип «Об утверждении инвестиционной программы муниципального предприятия «Водоканал города Рязани» в сфере холодного водоснабжения и водоотведения города Рязани на период с 01.01.2017 по 31.12.2019». URL: <https://docs.cntd.ru/document/550253907>.
- СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
- Говорова Ж. М., Говоров О. Б. Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 1. Сантехника, отопление, кондиционирование. 2019; 2 (206): 32–5.
- Анциферова Г. А., Шевырев С. Л., Кульнев В. В., Русова Н. И., Галкина Е. С. Эколого-санитарное состояние Воронежского водохранилища в условиях «цветения» вод по материалам 2016–2022 годов. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2023; 23 (3): 147–54. DOI: 10.18500/1819-7663-2023-23-3-147-154.
- Литвинова А. А., Дементьев А. А., Ляпкало А. А., Коршунова Е. П. Сравнительная характеристика показателей качества воды реки Оки в местах водозаборов хозяйственно-питьевой системы водоснабжения города Рязани. Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2022; 30 (4): 481–8. DOI: 10.17816/PAVLOVJ89568.
- Лонзингер Т. М., Брюхов М. Н., Ульрих Д. В., Денисов С. Е. Оптимизация процесса очистки питьевой воды в период цветения. Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2023; 2 (55): 64–72. DOI: 10.24866/2227-6858/2023-2/64-72.
- Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Рязанской области на 15.03.2021. [Интернет]. Январь 2021 г. URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/7626d1ecc0aa452bd9c3e63c6face5f0.pdf>.

References

- Gorbanev SA, Eremin GB, Novikova JuA, Vyuchejskaja DS. Federal'nyj proekt "Chistaja voda". Pervye itogi. Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potenciala: problemy i puti ih reshenija. 2019; 14 (1): 252–9 (in Rus.).
- Valeev TK, Sulejmanov RA, Bakirov AB, Rahmatullin NR, Rahmatullina LR, Baktybaeva ZB, et al. FBUN "Ufimskij NIi mediciny truda i jekologii cheloveka" v realizacii federal'nyh proektov "Chistaja voda" i "Chistyj vozduh" v Respublike Bashkortostan. Medicina truda i jekologija cheloveka. 2021; (4): 231–48 (in Rus.).
- Litvinova AA, Dementev AA, Curgan AM, Korshunova EP, Bulycheva GN. Sravnitel'naja gigienicheskaja ocenka kachestvennogo sostava pit'evoj vody centralizovannoj sistemy vodosnabzhenija v otdel'nyh rajonah g. Rjazani. Nauka molodyh (Eruditio Juvenium). 2023; 11 (4): 505–18 (in Rus.). DOI: 10.23888/HMJ2023114505-518.
- Hechuriani ED, Hechuriani TE, Chaplygina EV, Zhukova TV. Znachenie organolepticheskikh pokazatelej pit'evoj vody Rostovskoj oblasti kak faktorov jepidemicheskoy bezopasnosti zdorov'ja naselenija. Biosfernaja sovmestimost': chelovek, region, tehnologii. 2019; 2 (26): 24–34 (in Rus.).
- Skryabin AJu, Popovjan GV, Tron IA. Mikrovodorosli kak faktor, vlijajushhij na organolepticheskie svojstva vody reki Don. Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika. 2015; (8): 38–41 (in Rus.).
- Prodous OA, Shlychikov DI, Spicov DV. Predotvrashhenie vtorichnogo zagrjaznenija pit'evoj vody v metallicheskih setjah vodosnabzhenija. Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie. 2022; 12 (2): 62–71 (in Rus.). DOI: 10.22227/2305-5502.2022.2.5.
- Vozhdaeva MJu, Holova AR, Truhanova NV, Melnickij IA, Kantor EA, Beloplicev II. Ocenka izmenchivosti himicheskogo sostava

- pit'evoy vody, transportiruemoy po vodoraspredelitel'nym setjam. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnika. 2020; (6): 4–13 (in Rus.). DOI: 10.35776/MNP.2020.06.01.
8. Klejn SV, Vekovshinina SA. Prioritetnye faktory riska pit'evoy vody sistem centralizovannogo pit'evogo vodosnabzheniya, formirujushhie negativnye tendencii v sostojanii zdorov'ja naselenija. Analiz riska zdorov'ju. 2020; (3): 49–60 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.06.
 9. Bogdanova VD, Kiku PF, Kislicyna LV. Gigienicheskaja ocenka pit'evoy vody iz podzemnyh istochnikov centralizovannyh sistem vodosnabzhenija ostrova Russkij. Analiz riska zdorov'ju. 2020; (2): 28–37 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.03.
 10. Ajdinov GT, Solovjev MJu, Zykova TA, Govoruhina MV, Miheeva IV, Gordeev-Gavrikov VK, et al. Snizhenie mutnosti pit'evoy vody kak faktor povyshenija bar'ernoj roli vodoochistnyh sooruzhenij po otnosheniju virusnyh zagrjaznenij. Gigiena i sanitarija. 2005; (3): 55–7 (in Rus.).
 11. Zemljanova MA, Koldibekova JuV. Izmenenija biohimicheskikh pokazatelej nejroperedachi u detej s povyshennoj koncentraciej aljuminija v moche. Vestnik Permskogo universiteta. Ser. Biologija. 2018; (3): 308–12 (in Rus.). DOI: 10.17072/1994-9952-2018-3-308-312.
 12. Zhdanova-Zaplesvichko IG, Zemljanova MA, Koldibekova JuV. Biomarkery nekancerogennyh negativnyh jeffektov so storony central'noj nervnoj sistemy u detej v zone vlijanija istochnikov vybrosov aljuminievogo proizvodstva. Gigiena i sanitarija. 2018; 97 (5): 461–9 (in Rus.). DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-5-461-469.
 13. Zajceva NV, Sboev AS, Klejn SV, Vekovshinina SA. Kachestvo pit'evoy vody: faktory riska dlja zdorov'ja naselenija i jeffektivnost' kontrol'no-nadzornoj dejatel'nosti Rospotrebnadzora. Analiz riska zdorov'ju. 2019; (2): 44–55 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05.
 14. Prikaz Glavnogo upravlenija "Regional'noj jenergeticheskoy komissii" Rjazanskoj oblasti ot 29 nojabrja 2018 goda № 9-ip "O vnesenii izmenenija v prikaz GU RJeK Rjazanskoj oblasti ot 25 nojabrja 2016 g. № 2-ip "Ob utverzhenii investicionnoj programmy municipal'nogo predprijatija "Vodokanal goroda Rjazani" v sfere holodnogo vodosnabzhenija i vodootvedenija goroda Rjazani na period s 01.01.2017 po 31.12.2019" (in Rus.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/550253907>.
 15. SanPIN 2.1.3684-21 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k soderzhaniyu territorij gorodskih i sel'skih poselenij, k vodnym ob'ektam, pit'evoy vode i pit'evomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozduhu, pochvam, zhilym pomeshcheniyam, ekspluatacii proizvodstvennyh, obshchestvennyh pomeshchenij, organizacii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatij". (In Rus.).
 16. Govorova ZhM, Govorov OB. Vlijanie fitoplanktona na formirovanie kachestva vody i metody ego udalenija. Chast' 1. Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie. 2019; 2 (206): 32–5 (in Rus.).
 17. Anciferova GA, Shevyrev SL, Kulnev VV, Rusova NI, Galkina ES. Jekologo-sanitarnoe sostojanie Voronezhskogo vodohranilishha v uslovijah «cvetenija» vod po materialam 2016–2022 godov. Izvestija Saratovskogo universiteta. Novaja serija. Serija: Nauki o Zemle. 2023; 23 (3): 147–54 (in Rus.). DOI: 10.18500/1819-7663-2023-23-3-147-154.
 18. Litvinova AA, Dementev AA, Ljapkalo AA, Korshunova EP. Sravnitel'naja harakteristika pokazatelej kachestva vody reki Oki v mestah vodozaborov hozjajstvenno-pit'evoy sistemy vodosnabzhenija goroda Rjazani. Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I. P. Pavlova. 2022; 30 (4): 481–8 (in Rus.). DOI: 10.17816/PAVLOVJ89568.
 19. Lonzinger TM, Brjuhov MN, Ulrih DV, Denisov SE. Optimizacija processa ochistki pit'evoy vody v period cvetenija. Vestnik Inzhenernoj shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. 2023; 2 (55): 64–72 (in Rus.). DOI: <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2023-2/64-72>.
 20. Spravka o sostojanii i perspektivah ispol'zovanija mineral'no-syr'evoy bazy Rjazanskoj oblasti na 15.03.2021. [Internet]. Jan 2021. (In Rus.) URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/7626d1ecc0aa452bd9c3e63c6face5f0.pdf>.