

Формулы Фармации. 2022. Т. 4, № 1. С. 70-75

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Обзорная статья

УДК 579.63

DOI: <https://doi.org/10.17816/phf108741>

# Микробиологический анализ качества водопроводной и фильтрованной воды г. Санкт-Петербурга с учетом современных требований

© 2022. О. Ю. Богданова<sup>1</sup>, Т. Ф. Черных<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку:  
Богданова Ольга Юрьевна, [olga.bogdanova@pharminnotech.com](mailto:olga.bogdanova@pharminnotech.com)

**АННОТАЦИЯ.** В статье приведены новые требования к санитарно-микробиологическому качеству питьевой воды с обоснованием введенных показателей качества. Приведены современные требования основного нормативно-технического документа, регламентирующего качество воды – СанПиН и разъяснены возможности трактовки микробиологических показателей качества питьевой воды. Проведено исследование проб водопроводной воды по районам г. Санкт-Петербурга и питьевой водопроводной воды, дополнительно профильтрованной с помощью фильтров разной конструкции. Показано, микробиологический мониторинг питьевой воды крайне важен для оценки ее санитарно-гигиенического благополучия, поскольку микроорганизмы являются точным индикатором загрязнения среды и санитарно-эпидемиологического ее благополучия. Также с помощью микробиологического анализа было подтверждено высокое качество очистки, дезинфекции и водоподготовки питьевой воды в городе Санкт-Петербурге. Отмечено также, что использование стационарного фильтра снижает численность микроорганизмов, использование фильтра-кувшина не рекомендуется вследствие создания внутри устройства благоприятных условий для развития микроорганизмов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** питьевая вода; водопроводная вода; фильтрованная вода; микробиологическая оценка; общее микробное число; санитарно-показательные микроорганизмы

## СОКРАЩЕНИЯ:

КОЕ – колониеобразующие единицы;  
МАФАНМ – мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы;  
МПА – мясопептонном агаре;  
ОМЧ – общее микробное число воды;  
СанПиН – санитарные правила и нормы;  
СПМО – выявление санитарно-показательных микроорганизмов;  
СРК – сульфитредуцирующие кластридии.

## ВВЕДЕНИЕ

Вода для живого населения планеты имеет жизненно важное значение, поскольку она необходима для нормального протекания биохимических и физиологических процессов в клетках и организмах. Одной из актуальных задач государства и здравоохранения во всем мире является обеспечение населения чистой доброкачественной питьевой водой, биологическая безопасность которой для потребителя является фундаментом здоровья и долголетия населения [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, с употреблением человеком воды неудовлетворительного качества связано до 80% заболеваний. При этом около 2 миллиардов человек на планете не имеют возможности воспользоваться чистой, безопасной для жизни и здоровья водой [2]. При том, что в Российской Федерации не отмечается дефицита водоемких пресной воды, по официальным данным, порядка 50% населения вынуждено использовать для питьевых целей воду, не соответствующую гигиеническим требованиям [3]. Важно отметить, что соблюдение санитарно-гигиенических требований при организации водозабора, водоснабжения и водоотведения играет в обеспечении питьевой водой населения основную роль [4].

Мониторинг качества питьевой воды может различаться по масштабу, задачам и направлениям и, как правило, охватывает широкий диапазон параметров качества воды. Оценка качества воды в настоящее время в условиях тотального загрязнения окружающей среды отражает качество оказываемых услуг питьевого водоснабжения и обеспечения безопасности воды для населения [5]. Учитывая то, что природная пресная вода является естественной средой обитания для разнообразных групп микроорганизмов, важной частью мониторинга питьевой воды является микробиологическое исследование ее качества.

Микробиологические требования к санитарному состоянию объектов окружающей среды, в том числе воды питьевой, приведены в санитарных правилах и нормах СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (введены в действие с 01.03.2021) [6].

Для хозяйственно-бытовых нужд чаще всего используют воду систем централизованного питьевого водоснабжения. Население обычно подвергает водопроводную воду кипячению и/или дополнительному фильтрованию с помощью различных фильтров.

В СанПиН перечислены требования к качеству питьевой воды, в числе которых содержатся требования по микробиологическим показателям:

1. Определение общего микробного числа (ОМЧ) воды.
2. Выявление санитарно-показательных микроорганизмов (СПМО).

ОМЧ питьевой воды – это количество мезофильных аэробных факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ), способных к образованию колониеобразующих единиц (КОЕ) на мясопептонном агаре (МПА) при  $37 \pm 1$  °C за 24 ч при посеве 1 мл питьевой воды (требования допускают присутствие в 1 мл не более 50 КОЕ).

КОЕ – единица измерения количества микроорганизмов, показатель, характеризующий микробиологическую чистоту; оценивается по числу живых микробных клеток, содержащихся в определенном количестве (массе, объеме) исследуемой пробы по проросшим единичным колониям на плотных питательных средах. Для определения ОМЧ питьевой воды используют метод глубинного посева.

СПМО являются основными показателями качества воды систем централизованного питьевого водоснабжения, среди них по разным причинам и для определения различных пространственно-временных параметров загрязнения воды выделены следующие показатели:

Обобщенные колиформные бактерии (ОКБ) – должны отсутствовать в 100 мл воды. ОКБ – это представители порядка *Enterobacteriales* – граммотрицательные факультативно-анаэробные неспорообразующие палочковидные бактерии. К этой группе относятся представители родов *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus* и др., способные вызвать кишечные инфекции. В практике санитарно-микробиологического контроля данный показатель даёт возможность своевременно выявлять фекальное загрязнение воды, представляющее эпидемическую опасность. Кроме того, ОКБ могут рассматриваться и как индикатор герметичности и чистоты водоразводящей системы.

Бактерии *Escherichia coli* (кишечная палочка) – должны отсутствовать в 100 мл воды. Эти легко идентифицируемые в бактериологической практике бактерии выделяются из кишечника человека и животных в наибольших количествах и являются достоверным доказательством свежего фекального загрязнения воды, указывают на потенциальную эпидемическую угрозу, что требует срочно принятия противоэпидемических мер.

Энтерококки (*Enterococcus* spp.) – должны отсутствовать в 100 мл воды. Энтерококки – грамположительные, не образующие каталазу кокки немного овоидной формы, располагающиеся чаще всего в виде диплококков или коротких цепочек. В отличие от показателя ОКБ, они гораздо менее изменчивы в окружающей среде и также достоверно свидетельствуют о свежем фекальном загрязнении воды.

Эндоспоры сульфитредуцирующих клостридий (СРК) – должны отсутствовать в 20 мл воды. СРК включают *Clostridium perfringens* и *Clostridium sporogenes*, это грамположительные спорообразующие облигатно анаэробные палочковидные бактерии, способные восстанавливать сульфит натрия до сульфида, что позволяет дифференцировать этих обитателей кишечных трактов теплокровных от клостридий – естественных обитателей воды и грунтов природных водоемов. Вследствие наличия эндоспор эти бактерии значительно дольше сохраняются в окружающей среде, чем другие патогены, а при наличии в окружающей среде большого количества лабильного органического вещества способны размножаться вне макроорганизма. Определение спор СРК проводится для оценки эффективности технологии обработки питьевой воды. Обнаружение их в воде при отсутствии ОКБ указывает на давность фекального загрязнения воды.

Колифаги – бактериофаги, специфичные к *E. coli*. Они считаются индикаторами загрязнения питьевой воды

сточными водами и попадания в воду (в определённой степени) вирусов, вызывающих заболевания человека с фекально-оральным механизмом передачи. Обнаружение колифагов в воде при отсутствии ОКБ также указывает на давность фекального загрязнения воды. Колифаги должны отсутствовать в 100 мл воды.

Цисты и ооцисты патогенных простейших – должны отсутствовать в 50 л воды. Этот показатель используется для оценки степени загрязнения питьевой воды простейшими, вызывающими кишечные инфекции. К нормальной микрофлоре тела человека или теплокровных животных они не относятся, однако других естественных мест обитания, кроме кишечника, не имеют. Являются показателем эпидемического неблагополучия водоемисточника.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование водопроводной питьевой воды на соответствие СанПиН, проводили согласно нормативному документу – Методические указания 4.2.1018-01.4.2. «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды».

Объектом исследования являлись пробы воды (водопроводной и фильтрованной). Предметом исследования являлись микробиологические показатели качества воды. Отбор проб водопроводной воды проводили в жилых квартирах пяти районов города Санкт-Петербурга в течение 2021–2022 года по сезонам года. Отбор проб фильтрованной воды проводили два раза. Исследовали воду из двух фильтров: первый фильтр кувшинного типа, второй фильтр стационарного вида, подключенный к водопроводным трубам в квартире.

Пробу воды из водопровода и воду после фильтрации отбирали в стерильные емкости с соблюдением асептических условий. Отобранную пробу маркировали и сопровождали в лабораторию с указанием места, даты, времени забора, фамилии, отбравшего пробу, и другой информации. При соблюдении всех условий срок начала исследований от момента отбора проб составлял не более 2 часов.

Для санитарно-микробиологических исследований использовали стандартизованные сухие питательные среды промышленного производства.

Определение ОМЧ проводили методом глубинного посева на МПА, посева инкубировали при температуре

37 °С в течение 24 часов. После инкубации фиксировали колонии, видимые с увеличением в 2 раза. Результаты суммировали, приводили к среднему значению.

Определение СПМО проводили методом мембранной фильтрации, основанном на фильтрации установленного объема воды через мембранные фильтры, выращивании посевов на селективной питательной среде с лактозой и последующей идентификации колоний по культуральным и биохимическим свойствам. Анализ на наличие цист простейших не проводили. Посевы на ОКБ, энтерококки, кишечную палочку и колифаги инкубировали при температуре 37 °С в течение 18–24 часов. Посевы для определения СРК инкубировали при температуре 44 °С в течение 16–18 часов. Для определения колифагов использовали музейный штамм *E. coli*, который рассеивали по поверхности агаризованной среды, после инкубирования фиксировали наличие зон лизиса (бляшки) на газоне, на питательном агаре.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работе оценивали качество питьевой водопроводной воды в пяти точках отбора проб – из квартир разных районов города Санкт-Петербурга:

- Фрунзенский район – точка № 1;
- Московский район – точка № 2;
- Приморский район – точка № 3;
- Невский район – точка № 4;
- Калининский район – точка № 5.

Результаты микробиологического контроля водопроводной воды исследуемых точек представлены в табл. 1.

В пробах водопроводной воды показатель ОМЧ находился в пределах нормы, не превышая установленных границ. Поскольку по результатам микробиологических исследований СПМО не было обнаружено ни в одной из проб, можно утвердительно свидетельствовать о высоком качестве очистных мероприятий и качестве питьевой водопроводной воды города Санкт-Петербурга в целом.

Таким образом, показано, что питьевая водопроводная вода в исследуемых точках отбора, соответствует гигиеническим нормативам. Качество водопроводной питьевой воды можно считать удовлетворительным.

В работе была исследована вода двух фильтров, проведена санитарно-гигиеническая оценка качества воды по микробиологическим показателям.

Результаты микробиологического исследования водопроводной воды  
Results of microbiological examination of tap water

Табл. 1.  
Table 1.

Показатели	Норматив	Результат анализа по точкам отбора проб				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
ОМЧ	Не более 50 КОЕ в 1 мл	23±3	19±2	21±2	39±4	17±1
ОКБ	Отсутствие в 100 мл	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i>	Отсутствие в 100 мл	-	-	-	-	-
Энтерококки	Отсутствие в 100 мл	-	-	-	-	-
СРК	Отсутствие в 20 мл	-	-	-	-	-
Колифаги	Отсутствие в 100 мл	-	-	-	-	-

Примечание: прочерк означает – «не обнаружено».  
Note: the dash means “not detected”.

Микробиологические показатели фильтрованной воды  
Microbiological parameters of filtered water

Табл. 2.  
Table 2.

Показатели	Результат анализа по точкам отбора проб							
	Фильтр № 1				Фильтр № 2			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
ОКБ	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Энтерококки	-	-	-	-	-	-	-	-
СРК	-	-	-	-	-	-	-	-
Колифаги	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: прочерк означает – «не обнаружено».  
Note: the dash means “not detected”.

Результаты исследования фильтрованной воды на показатели СПМО показаны в табл. 2.

Таким образом, качество фильтрованной воды соответствовало нормам по показателю СПМО во все периоды года.

Результаты определения в фильтрованной воде ОМЧ представлены на рис. 1, из которого видно, что по показателю ОМЧ фильтрованная вода, полученная с помощью фильтров обоих типов, соответствовала требованиям СанПиН, однако было отмечено, что количество микроорганизмов в весенний сезон было выше, чем зимой и в летне-осенний период, что может быть обусловлено более высокой бактериальной нагрузкой и естественным увеличением микробного количества в заборной воде природного водоисточника.

Также показано, что в воде, профильтрованной с помощью стационарного фильтра, количество микроорганизмов существенно ниже, чем в воде, профильтрованной с помощью фильтра-кувшина. Полученные результаты могут быть объяснены различиями устройства фильтров. В фильтре-кувшине могут создаваться благоприятные условия для формирования бактериальных пленок, что может вызывать повышение показателя ОМЧ, поэтому использование такого типа фильтра не рекомендуется.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании проведенного анализа можно отметить, что проведение лабораторного анализа питьевой воды крайне важно для оценки ее санитарно-гигиенического благополучия, поскольку микроорганизмы являются точным индикатором загрязнения среды. Также с помощью микробиологического показателя

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Ластков Д. О. Состояние здоровья: экологические аспекты / Д. О. Ластков, А. В. Дубовая // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2020. – № 1 (17). – С. 25–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-zdorovya-ekologicheskie-aspekty> (дата обращения: 09.06.2022).

2. Не оставляя никого в стороне: Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных

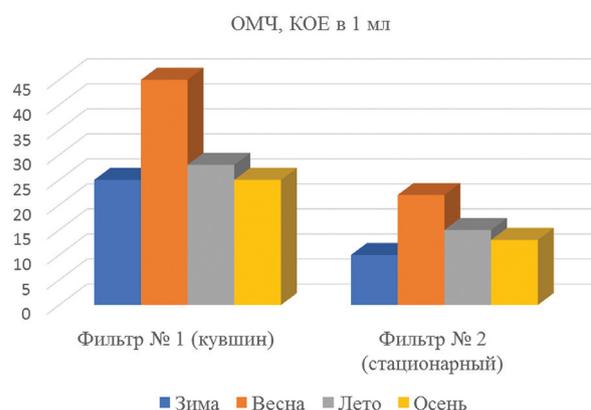


Рис. 1. ОМЧ (КОЕ/1 мл) в фильтрованной воде  
Fig. 1. TMC (CFU/ 1 mL) in filtered water

было подтверждено высокое качество очистки, дезинфекции и водоподготовки воды в городе Санкт-Петербурге. Отмечено также высокое качество воды, полученной с помощью стационарного фильтра.

Необходимо отметить, что повышение числа бактерий в воде в весенний период может быть связано с попаданием большего количества бактерий в паводковый период. Основными причинами неоднородного качества воды по районам Санкт-Петербурга можно считать интенсивное загрязнение источников питьевого водоснабжения и вторичное загрязнение воды в изношенных водоразводящих сетях. В этой связи следует отметить, что независимый мониторинг водопроводной воды необходимо проводить регулярно для своевременной фиксации любой неблагоприятной ситуации.

ресурсов, 2019 г. // UNESDOC. Цифровая библиотека: сайт. – URL: <https://gcedclearinghouse.org/sites/default/files/resources/190083rus.pdf> (дата обращения: 09.06.2022).

3. Никонова Р. А. Проблема загрязнения и качества питьевой воды / Р. А. Никонова, Д. Р. Дрягина // Вестник магистратуры. – 2018. – № 5–4 (80). – С. 21–22. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-zagryazneniya-i-kachestva-pitievoy-vody> (дата обращения: 09.06.2022).

4. Соколов Ю. И. Риски самого ценного ресурса планеты / Ю. И. Соколов // Проблемы анализа риска. – 2020. – № 1. – С. 10–23. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-samogo-tsenogo-resursa-planety> (дата обращения: 09.06.2022).

5. Рахманин Ю. А. Сравнительная оценка санитарно-эпидемиологической оценки показателей колиформных показателей качества питьевой воды / Ю. А. Рахманин, Л. В. Иванова, Т. З. Артемова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – № 3. – С. 237–248. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-sanitarno-epidemicheskoy>

znachimosti-indikatornyh-koliformnyh-pokazateley-kachestva-pitievoy-vody-1 (дата обращения: 09.06.2022).

6. 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-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий».

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Богданова Ольга Юрьевна** – канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры микробиологии Санкт-Петербургского химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, [olga.bogdanova@pharminnotech.com](mailto:olga.bogdanova@pharminnotech.com)

**Черных Татьяна Федоровна** – д-р фармацевт. наук, профессор, профессор кафедры микробиологии Санкт-Петербургского химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, [odeggova.t@yandex.ru](mailto:odeggova.t@yandex.ru)

**Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.**

Статья поступила в редакцию 10.04.2022 г., одобрена после рецензирования 25.04.2022 г., принята к публикации 30.04.2022 г.

Pharmacy Formulas. 2022. Vol. 4, no. 1. P. 70-75

BIOLOGICAL SCIENCES

Review article

## Microbiological analysis of tap and filtered water quality in Saint Petersburg, taking into account modern requirements

© 2022. Olga Yu. Bogdanova<sup>1</sup>, Tatiana F. Chernykh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author: Olga Yu. Bogdanova, [olga.bogdanova@pharminnotech.com](mailto:olga.bogdanova@pharminnotech.com)

**ABSTRACT.** The article presents new requirements for the sanitary and microbiological quality of drinking water with the justification of the introduced quality indicators. The modern requirements of the main regulatory and technical document regulating water quality – SanPiN were given and the possibilities of interpretation of microbiological indicators of drinking water quality were explained. The study of samples of tap water in the districts of Saint Petersburg and drinking water, additionally filtered with filters of different designs, has been carried out. It has been shown that microbiological monitoring of drinking water is extremely important for assessing its sanitary and hygienic well-being, since microorganisms are an accurate indicator of environmental pollution. Also, with the help of microbiological analysis, the high quality of purification, disinfection and water treatment of drinking water in Saint Petersburg has been confirmed. The high quality of the water obtained with the help of a stationary filter has also been noted.

**KEYWORDS:** drinking water; tap water; filtered water; microbiological assessment; total microbial number; sanitary-indicative microorganisms.

## REFERENCES

1. Lastkov D. O., Dubovaya A. V. State of health: ecological aspects. *Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoy kul'tury i sporta = Human health, theory and methodology of physical culture and sports*. 2020;1(17):25-31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-zdorovya-ekologicheskie-aspekty>. (In Russ.).
2. Leaving no one aside: The United Nations World Report on the State of Water Resources, 2019. UNESCO. Digital library. URL: <https://gcedclearinghouse.org/sites/default/files/resources/190083rus.pdf>. (In Russ.).
3. Nikonova R. A., Dryagina D. R. The problem of pollution and quality of drinking water. *Vestnik magistratury = Bulletin of the Magistracy*. 2018;5-4(80):21-22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-zagryazneniya-i-kachestva-pitievoy-vody>.
4. Sokolov Yu. I. Risks of the most valuable resource of the planet. *Problemy analiza riska = Problems of risk analysis*. 2020;1:10-23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-samogo-tsennogo-resursa-planety>. (In Russ.).
5. Rakhmanin Yu. A., Ivanova L. V., Artemova T. Z., et al. Comparative assessment of sanitary and epidemiological indicators of coliform indicators of drinking water quality. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and sanitation*. 2019;3:237-248. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-otsenka-sanitarno-epidemicheskoy-znachimosti-indikatornyh-koliformnyh-pokazateley-kachestva-pitievoy-vody-1>. (In Russ.).
6. SanPiN 2.1.3684-21 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k sodержaniyu territoriy gorodskikh i sel'skikh poseleniy, k vodnym ob'ektam, pit'evoy vode i pit'evomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozdukhу, pochvam, zhi-lym pomeshcheniyam, ekspluatatsii proizvodstvennykh, obshchestvennykh pomeshcheniy, organizatsii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatiy". (In Russ.).

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Olga Yu. Bogdanova** – Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Microbiology, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia, [olga.bogdanova@pharminnotech.com](mailto:olga.bogdanova@pharminnotech.com)

**Tatiana F. Chernykh** – D.Sc. in Pharmaceutical Sciences, Professor, Professor of the Department of Microbiology, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia, [odegova.t@yandex.ru](mailto:odegova.t@yandex.ru)

**The authors declare no conflicts of interests.**

The article was submitted April 10, 2022; approved after reviewing April 25, 2022; accepted for publication April 30, 2022.