

УДК 579.63: 628.1

**БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ФЕКАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ,
ВЫДЕЛЕННЫЕ В РОДНИКАХ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ****Зубцов Всеволод Сергеевич,**младший научный сотрудник, ФБУН Ростовский научно-исследовательский институт
микробиологии и паразитологии Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону, vszubcov@mail.ru**Шадрин Филипп Станиславович,**младший научный сотрудник, ФБУН Ростовский научно-исследовательский институт
микробиологии и паразитологии Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону,
filipp.shadrin@yandex.ru**Аннотация**

Вода из родников и других источников нецентрализованного водоснабжения активно используется населением для питьевых и рекреационных целей, однако её микробиологическая безопасность не всегда гарантирована. Фекальное загрязнение таких вод представляет серьёзную эпидемиологическую угрозу, особенно в условиях расширения мегаполисов и нехватки качественной питьевой воды. В рамках исследования изучались родники, расположенные на территории города Ростова-на-Дону. Микробиологические показатели (*E. coli*, энтерококки, споры сульфитредуцирующих клостридий) анализировались с применением стандартных микробиологических методов и масс-спектрометрии MALDI TOF. Установлено, что 45,4% исследованных родников (10 из 22) соответствуют гигиеническим требованиям по трем микробиологическим показателям. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что фекальное загрязнение родниковой воды в значительной степени обусловлено местоположением источника и наиболее выражено в районах, не оборудованных централизованной системой канализации.

Ключевые слова: бактериальные индикаторы, фекальное загрязнение, родники, *Escherichia coli*, энтерококки, сульфитредуцирующие клостридии, нецентрализованное водоснабжение.

**BACTERIAL INDICATORS OF FECAL CONTAMINATION ISOLATED IN
ROSTOV-ON-DON SPRINGS****Zubtsov V. S.,**Junior Researcher, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, Rostov-on-Don,
vszubcov@mail.ru**Shadrin F. S.,**Junior Researcher, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, Rostov-on-Don,
filipp.shadrin@yandex.ru

ABSTRACT

Water from springs and other decentralized water sources is widely used by the population for drinking and recreational purposes, but its microbiological safety is not always guaranteed. Fecal contamination of such water poses a serious epidemiological threat, especially in the context of expanding megacities and a shortage of high-quality drinking water. This study examined springs located in the city of Rostov-on-Don. Microbiological parameters (*E. coli*, enterococci, spores of sulfite-reducing clostridia) were analyzed using standard microbiological methods and MALDI-TOF mass spectrometry. It was found that 45.4% of the springs studied (10 out of 22) met hygiene requirements for three microbiological parameters. Analysis of the obtained data indicates that fecal contamination of spring water is largely determined by the location of the source and is most pronounced in areas without a centralized sewer system.

Keywords: bacterial indicators, faecal contamination, springs, *Escherichia coli*, enterococci, sulfite-reducing clostridia, decentralized water supply.

Введение

Водообеспечение населения - комплексная проблема, требующая серьёзных усилий. Ростовская область находится в числе регионов с дефицитом водных ресурсов, а качественной питьевой водой, по официальным данным из централизованного водопровода обеспечено около 78,3% населения [1]. Нижний Дон является крупнейшей водной артерией и основным источником водоснабжения (как питьевого, так и хозяйственного) для всего юга России, включая Ростовскую область и город Ростов-на-Дону. [2]. Ситуация с качеством речной воды регулярно характеризуется как напряженная. Основной водоток для хозяйственно-питьевого водоснабжения Ростовской области испытывает серьезную антропогенную нагрузку из-за сбросов сточных вод, воздействием климатических и гидрологических факторов, включающих как аномально жаркие летние периоды, так осолонение и обмеление реки, что приводит к периодическим спорадическим превышениям по микробиологическим и гидрохимическим показателям [3]. Несмотря на реализацию национального проекта «Экология» и регионального проекта «Сохранение уникальных водных объектов в Ростовской области» направленных по углубление и экологическую реабилитацию участков малых рек Ростова-на-Дону, таких как Темерник и Кизитеринка проблема микробиологической безопасности и качества речной воды становится все более острой. Эти водотоки продолжают аккумулировать антропогенные отходы и выступают прямым каналом поступления поллютантов и патогенных энтеробактерий в реку Дон [4]. Следует отметить, что эпидемическая опасность воды Нижнего Дона подтверждается постоянным обнаружением сальмонелл, клебсиелл и синегнойных палочек [5]. Основными факторами негативного влияния остаются значительное бактериальное загрязнение в зонах водозабора. В частности, содержание патогенных энтеробактерий, санитарно-показательных и потенциально патогенных микроорганизмов. Риск развития острых кишечных инфекций у населения оценивается от высокого до среднего. Общая экологическая обстановка остается напряженной [6]. Однако необходимо отметить положительную динамику микробиологического качества и безопасности водопроводной воды в городах Цимлянск, Азов, Зерноград и Ростов-на-Дону, чему способствует значительный вклад водоочистных сооружений [7-9].

В условиях сохраняющихся проблем с качеством водопроводной воды родники остаются для ростовчан одним из немногих доступных естественных источников

подземного водоснабжения. Население часто склонно употреблять воду из данных источников без каких-либо процедур предварительной очистки. Также родники часто оборудуются купальнями, которые граждане используют в рекреационных целях. В этой связи регулярный контроль санитарного состояния воды источников нецентрализованного снабжения обладает высокой значимостью в вопросе обеспечения здоровья населения.

Одними из основных показателей, влияющих на риски здоровья человека при использовании источников нецентрализованного водоснабжения, являются показатели бактериального загрязнения. Фекальное загрязнение напрямую коррелирует с уровнем антропогенной нагрузкой на регион [10]. Источником фекального загрязнения подземных вод являются неочищенные бытовые стоки, проникшие в слой грунтовых вод [11]. Подобное происходит при отсутствии или недостаточной эффективности работы канализационных систем.

На территории г. Ростова-на-Дону расположены 234 родника [12]. Среди них выделяют несколько наиболее значимых в качестве альтернативных источников водоснабжения населения. Данные родники расположены в различных частях города и подвержены не равномерной антропогенной нагрузке.

Общепринятым индикатором недавнего (свежего) фекального загрязнения служат кишечные палочки (*E. coli*) и энтерококки (*E. faecalis*, *E. faecium*), поэтому их концентрации была выбрана в качестве маркерных показателей. Данные виды микроорганизмов являются частью нормальной микрофлоры кишечника человека, однако они же способны вызывать различного типа инфекции при попадании в другие органы или полости человеческого тела. При этом энтерококки способны гораздо дольше сохранять жизнедеятельность в водной среде [13]. Следовательно, их наличие при отсутствии кишечной палочки указывает на более давнее фекальное загрязнение, в то время как обнаружение кишечной палочки является признаком недавнего загрязнения. Обнаружение сульфит-редуцирующих клостридий (СРК) также указывает на фекальное загрязнение, поскольку данным биохимическим признаком обладают только споровые анаэробы, имеющие кишечное происхождение [14]. Обнаружение спорных форм свидетельствует о давнем фекальном загрязнении.

Материалы и методы

Исследование проводилось в период 2024-2026 гг. на базе ФБУН Ростовского научно-исследовательского института микробиологии и паразитологии Роспотребнадзора в рамках темы НИР «Совершенствование информационно-аналитического обеспечения санитарно-бактериологического мониторинга водных объектов с применением геоинформационных систем с целью анализа и прогнозирования рисков здоровью человека».

Отбор, хранение, транспортировка проб и их микробиологический анализ выполнялись в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Основой служили МУК 4.2.3963-23 «Бактериологические методы исследования воды», а также серия ГОСТов: Р 56237 (Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах), Р 59024 (Вода. Общие требования к отбору проб), 31942 (Отбор проб для микробиологического анализа) и 34786—2021 (Методы определения колиформных бактерий, *Escherichia coli*, и энтерококков). Оценка полученных данных проводилась по нормативам СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Исследование воды на содержание санитарно-показательных микроорганизмов выполнялось методом титрации с применением ряда жидких сред (лактозо-пептонная, магниевая, Мюллер-Кауфмана от ФБУН ГНЦ ПМБ, энтерококковая от НИЦФ, бульон

Хоттингера от HiMediaLab) и последующим высевом на дифференциально-диагностические и хромогенные агары. Учету подлежали исключительно колонии с типичной для конкретного рода или вида морфологией. Для дифференциации микроорганизмов служили селективные среды: Эндо и Chromocult Coliform Agar (для E. coli и ОКБ), желчно-эскулиновый агар и энтерококкагар (для энтерококков) и сульфитный агар (для сульфитредуцирующих клостридий). Завершающим этапом стала видовая идентификация изолятов на масс-спектрометре Autoflex speed III (Bruker Daltonics) с пакетом Biotyper, работающим по принципу MALDI-TOF.

Результаты и обсуждение

В результате исследования были получены значения микробиологических показателей фекального загрязнения 22 родников на территории г. Ростова-на-Дону, представленные в таблице 1.

Таблица 1 Значения показателей фекального загрязнения исследованных родников (2025-2026 гг.).

№ Родника	Название родника	Микробиологические показатели		
		E.coli	Энтерококки	Клостридии
		КОЕ/100 см3	КОЕ/ 100 см3	Наличие в 20 см3
		Норматив: Отсутствие		
Кировский район				
1	Родник "Городищенский"	0	0	н/о
2	Парамоновский родник №1	267,7	447,7	н/о
Ленинский район				
3	Родник Сохумский	1,9	0,05	н/о
Пролетарский район				
4	Родник Александровский	0	0	н/о
5	Родник Степная арфа	0	0	н/о
Железнодорожный район				
6	Родник Гремучий	0	0	0
7	Родник НЖД-37	23,3	39,7	Обнаружены
8	Родник у храма Преполовения Пятидесятницы	0	0	0
9	Источник на пер. Урицкого	419,3	51,7	Обнаружены
10	Родник Серафима Саровского	0,3	1,15	н/о
Советский район				
11	Серебряный источник	9,9	1,8	н/о
12	Родник в балке Рябина №8	0	0	н/о
Октябрьский район				
13	Родник Водопадный	90	0	н/о
14	Родник Природный	0	0	н/о
15	Родник при Свято-Иверском женском монастыре	0	0,05	н/о
16	Родник "Куликовский-4"	2,3	0,6	Обнаружены
Ворошиловский район				
17	Родник "Сурб-Хач"	2,3	0	н/о

18	Всехсвятский Источник	2,3	0	Обнаружены
19	Родник в парке "Дружба" №12	240	0	Обнаружены
Первомайский район				
20	Можайский родник №1	0	0	н/о
21	Родник "1179-го стрелкового полка"	700	14	н/о
Акса́й				
22	Родник в Мухиной балке	0	0	н/о

Полученные данные выявили резкую дифференциацию родников по степени фекального загрязнения, что позволяет условно разделить все источники на три группы: наиболее чистые, подверженные эпизодическому фекальному загрязнению и родники с постоянным поступлением фекального загрязнения. Среди исследованных показателей признаком свежего фекального загрязнения является *E. coli*. Энтерококки также свидетельствуют о фекальном загрязнении, однако их выживаемость в водной среде значительно выше, поэтому выделение данных микроорганизмов характерно также и при относительно недавнем поступлении загрязнения. Обнаружение споровых форм СРК свидетельствует о давнем фекальном загрязнении. Выявления превышения по всем трём показателям свидетельствует о постоянном поступлении фекального загрязнения. Распределение исследованных родников по описанным микробиологическим показателям приведется в таблице 2.

Таблица 2 Распределение исследованных родников по классам в зависимости от характера фекального загрязнения (ФЗ).

Отсутствие превышения по микробиологическим показателям ФЗ	Подверженные эпизодическому ФЗ	Подверженные постоянному поступлению ФЗ
- Родник Гремучий - Родник у храма Преполовения Пятидесятницы - Родник в балке Рябина №8 - Родник Природный - Родник "Сурб-Хач" - Родник "Городищенский" - Родник Александровский - Родник Степная арфа - Родник в Мухиной балке - Можайский родник №1	- Серебряный источник - Родник Серафима Саровского - Родник Водопадный - Родник при Свято-Иверском женском монастыре - Всехсвятский Источник - Родник в парке "Дружба" №12 - Родник Сохумский - Парамоновский родник №1 - Родник "1179-го стрелкового полка"	- Родник НЖД-37 - Источник на пер. Урицкого - Родник "Куликовский-4"

Исходя из полученных данных следует, что только 45,4 % исследованных родников (10 из 22) соответствуют нормативам по трем микробиологическим показателям. В 54,5% (12 из 22) обнаружена кишечная палочка. Контаминация энтерококками была выявлена в 9 из 22 исследованных родников. Споры СРК обнаружены в 5 из 22 источников. Наибольшая степень загрязнения была выявлена в 4-х родниках (Родники № 2, 9, 19 и 21). Данное наблюдение объясняется близостью этих родников к частным секторам или старым

городским застройкам, которые по большей части состоят из домохозяйств, не подключенных к системе городской канализации. Как следствие, стоки из данных источников попадают в грунтовый слой и загрязняют родниковые воды. В случае родников № 21, 2 и 9 влияние приведённого фактора усиливается расположением самих родников в низине, в то время как обширные жилые кварталы города находятся на возвышенности, что обеспечивает большую диффузию стоков в родники. Обнаружение кишечной палочки в воде родника №19 объясняется удалённостью истоков родника от купальни и протоком воды сквозь длинный участок почвенного русла, а также отсутствием каптажа.

Следует отметить, что факторы расположения относительно жилых кварталов не всегда обуславливают загрязнение. Так, например, родники № 1, 4, 5, 6 и 8 также находятся ниже уровня жилой застройки. Однако в случае родников №6 и 8 чистота воды обусловлена глубиной каптажа. Чистота же родников № 1, 4 и 5 обусловлена тем, что выше их расположена зоны многоэтажной жилой застройки, которые обеспечены доступом к системе городской канализации. При этом расположение последних двух родников в зоне частного сектора не оказывает влияния, поскольку ближайшие частные домохозяйства расположены на удалении от источников и не столь многочисленны.

Закключение

В результате исследования установлено, что только 45,4 % исследованных родников не превышают нормативов по трем микробиологическим показателям фекального загрязнения. При этом 9 из исследованных родников характеризовались периодическим фекальным загрязнением, а постоянное фекальное загрязнение было выявлено у 3-х родников. Основным фактором, определяющим интенсивность ФЗ, является расположение родника относительно жилых массивов, не включённых в систему центральной канализации. Однако следует учесть, что наличие качественного и глубокого каптажа может нивелировать данный фактор. Полученные данные свидетельствуют о неблагоприятном санитарно-микробиологическом состоянии родников Ростова-на-Дону, что требует усиления контроля за источниками нецентрализованного водоснабжения и принятия мер по их защите от антропогенного загрязнения.

Список литературы:

1. В Ростовской области 78,31% населения обеспечены качественной питьевой водой // Деловая газета Юг. - 1.10.2025 - URL: <https://www.dg-yug.ru/news/20201319.html> (дата обращения: 21.07.2026) - Текст: электронный.
2. Ростовский Водоканал разработал эффективную защиту питьевой воды от донских водорослей // АО «Ростовводоканал». - 03.06.2016 - URL: <https://vodokanalrnd.ru/press-tsentr/news/rostovskiy-vodokanal-razrabotal-effektivnuyu-zashchitu-pitevoy-vody-ot-donskikh-vodorosley/> (дата обращения: 21.07.2026) - Текст: электронный.
3. Зубцов В. С. Проблемы химического и микробиологического загрязнения воды устьевой области р. Дон в 2010-2023 гг. // Общество. Среда. Развитие. 2024. № 4. С. 117-123. DOI: M10.53115/19975996_2024_04_117_123
4. Шадрин Ф. С., Зубцов В. С., Сухаренко С. А. Бактериальное загрязнение устья реки Темерник // Наукосфера. 2024. № 12-1. С. 1-6. DOI: 10.5281/zenodo.14524337
5. Внедрение ГИС-технологий в санитарно-бактериологический мониторинг водных объектов Ростовской области / М. А. Морозова, А. С. Калюжин, Н. Н. Баранникова, Г. К. Франгулов // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. - 2025. - № 2. - С. 15-36. - DOI 10.55186/2658-3569-2025-2-15-36. - EDN NUGDEO.

6. Иванов Ф.Д. Оценка микробного риска в возникновении эпидемической опасности при питьевом водопользовании (обзор) // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены», г. Пермь 13-14 мая 2026 г. Том 1. С.51-54.
7. Калюжин А.С. Гигиеническая оценка показателей водных объектов. Водоснабжение и здоровье населения в г. Зернограде за 2016–2019 гг. – ФГБОУ ДПО «Институт развития дополнительного профессионального образования», 2021. – С. 123–125.
8. Калюжин А.С., Морозова М.А., Шадрин Ф.С. Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путём (на примере г. Ростова-на-Дону за период 2022-2023 гг.) // Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными заболеваниями на юге России. Ермолевские чтения: Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции и конференции молодых ученых. – Ростов-на-Дону, 2024. – С. 120–123.
9. Морозова М.А. Гигиенические аспекты загрязнения *Klebsiella pneumoniae* воды, используемой для нужд населения городов Ростов-на-Дону и Азов // Оригинальные исследования. – 2025. – Т. 15, № 8. – С. 110–118.
10. Подлесная Г.В., Галачянц А.Д., Штыкова Ю.Р., Суслова М.Ю., Зименс Е.А., Макаров М.М., Тимошкин О.А., Белых О.И. Санитарно-микробиологическая оценка вод // География и природные ресурсы. – 2022. – №. 5. – С. 163-169. DOI: 10.15372/GIPR20220517
11. Димакова Н. А., Шарапов Р. В. Проблема загрязнения подземных вод // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №. 2. – С. 79-82.
12. Донские экологи поставили на учет родники Ростовской области // Газета «Новое время». - 17.02.2023 - URL: <https://www.nvgazeta.ru/news/14488/615369/> (дата обращения: 29.06.2026) - Текст: электронный.
13. Калина Г. Г. Сравнительная выживаемость в воде энтерококков, кишечных палочек и сальмонелл // Гигиена и санитария. – 1974. – №. 5. – С. 102-104.
14. Белова Е. А., Колесник И. М., Пучко К. Оценка качества родниковых вод в г. Гродно по физико-химическим и микробиологическим показателям // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника. – 2020. – Т. 10. – №. 2. – С. 104-117.

References:

1. In the Rostov Region, 78.31% of the population is provided with high-quality drinking water // Delovaia Gazeta Yug. - 1.10.2025 - URL: <https://www.dg-yug.ru/news/20201319.html> (date accessed: 21.07.2026) - Text: electronic.
2. Rostov Vodokanal has developed an effective protection of drinking water from Don algae // JSC Rostovvodokanal. - 03.06.2016 - URL: <https://vodokanalrnd.ru/press-tsentr/news/rostovskiy-vodokanal-razrabotal-effektivnuyu-zashchitu-pitevoy-vody-ot-donskikh-vodorosley/> (date accessed: 21.07.2026) - Text: electronic.

3. Zubtsov V. S. Problems of chemical and microbiological pollution of water in the estuary area of the Don River in 2010-2023 // Terra Humana. 2024. No. 4. pp. 117-123. DOI: M10.53115/19975996_2024_04_117_123
4. Shadrin F. S., Zubtsov V. S., Sukharenko S. A. Bacterial pollution of the Temernik River mouth // Naukosfera. 2024. No. 12-1. pp. 1-6. DOI: 10.5281/zenodo.14524337
5. Implementation of GIS technologies in sanitary and bacteriological monitoring of water bodies in the Rostov region / M. A. Morozova, A. S. Kalyuzhin, N. N. Barannikova, G. K. Frangulov // International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral". – 2025. – No. 2. – pp. 15-36. – DOI 10.55186/2658-3569-2025-2-15-36. – EDN NUGDEO.
6. Ivanov F.D. Assessment of microbial risk in the emergence of an epidemic hazard during drinking water use (review) // XVIII All-Russian scientific and practical conference of young scientists and specialists of Rospotrebnadzor "Modern problems of epidemiology, microbiology and hygiene", Perm, May 13-14, 2026. Vol. 1. Pp. 51-54.
7. Kalyuzhin A.S. Hygienic assessment of water body indicators. Water supply and population health in Zernograd for 2016-2019. – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Institute for the Development of Continuing Professional Education", 2021. – Pp. 123-125.
8. Kalyuzhin A.S., Morozova M.A., Shadrin F.S. Comprehensive assessment of the risk of bacterial intestinal infections transmitted by water (using Rostov-on-Don as an example for the period 2022-2023) // Current issues of epidemiological surveillance of infectious and parasitic diseases in the south of Russia. Ermoliev readings: Collection of materials from the interregional scientific and practical conference and conference of young scientists. – Rostov-on-Don, 2024. – Pp. 120-123.
9. Morozova M.A. Hygienic aspects of Klebsiella pneumoniae contamination of water used for the needs of the population of the cities of Rostov-on-Don and Azov // Original Research. – 2025. – Vol. 15, No. 8. – Pp. 110-118.
10. Podlesnaya G.V., Galachyants A.D., Shtykova Yu.R., Suslova M.Yu., Zimens E.A., Makarov M.M., Timoshkin O.A., Belykh O.I. Sanitary and microbiological assessment of waters // Geography and natural resources. – 2022. – No. 5. – P. 163-169. DOI: 10.15372/GIPR20220517
11. Dimakova N. A., Sharapov R. V. The problem of groundwater pollution // Modern High Technologies. – 2013. – No. 2. – P. 79-82.
12. Don ecologists have registered springs in the Rostov Region // Novoye Vremya newspaper. – 17.02.2023 – URL: <https://www.nvgazeta.ru/news/14488/615369/> (date of access: 06.29.2026) – Text: electronic.
13. Kalina G. G. Comparative survival rate of enterococci, E. coli and salmonella in water // Hygiene and Sanitation. – 1974. – No. 5. – P. 102-104.
14. Belova E. A., Kolesnik I. M., Puchko K. Assessment of the quality of spring waters in Grodno by physicochemical and microbiological indicators // Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 6. Technology. – 2020. – T. 10. – No. 2. – pp. 104-117.