

© Коллектив авторов, 2025
УДК 628.1.033:578.8(470+571)



Изучение многолетней динамики контаминации воды *Enterovirus* в Российской Федерации

Г.Г. Бадамшина^{1,2}, Л.Ф. Гафарова^{1,3}, Г.М. Трухина⁴, Е.А. Попцова⁵,
А.В. Гончарова¹, Н.Н. Зайцева⁶, А.В. Полянина⁶

¹ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» Роспотребнадзора,
ул. Сеченова, д. 13а, г. Казань, 420061, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Бутлерова, д. 49,
г. Казань, 420012, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Российская Федерация

⁴ ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
ул. Семашко, д. 2, 141014, г. Мытищи, Российская Федерация

⁵ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Марий Эл» Роспотребнадзора,
ул. Машиностроителей, д. 121, г. Йошкар-Ола, 424007, Российская Федерация

⁶ ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика
И.Н. Блохиной» Роспотребнадзора, ул. Малая Ямская, д. 71, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

Резюме

Введение. Заболеваемость энтеровирусной инфекцией в РФ в последние годы имеет тенденцию к росту. Эффективное выявление *Enterovirus* в воде различных источников, как фактора риска передачи инфекции, является важной мерой по контролю за заболеваемостью и эпидемиологическим неблагополучием по энтеровирусной инфекции.

Цель исследования: изучение контаминации воды различных водных объектов *Enterovirus* как фактора риска заболеваемости энтеровирусной инфекцией.

Материалы и методы. В течение 2014–2023 гг. учреждениями Роспотребнадзора отобраны пробы воды ($n = 295630$) различных водных объектов (централизованного водоснабжения, нецентрализованного водоснабжения, поверхностных водных источников, сточная вода). Пробы воды на предмет контаминации энтеровирусами были исследованы культуральным и методом амплификации нуклеиновых кислот. Статистическая обработка результатов проведена с применением программного обеспечения R.

Результаты. Обнаружена статистически значимая тенденция к снижению показателя контаминации *Enterovirus* поверхностных водных объектов ($r = -0,86$, $p = 0,002$) и сточной воды ($r = -0,91$, $p < 0,001$). Однофакторный линейный регрессионный анализ не выявил статистически значимого влияния факторов «контаминация воды централизованного водоснабжения», «контаминация воды нецентрализованного водоснабжения», «контаминация воды поверхностных водных источников», «контаминация сточной воды» на показатели заболеваемости энтеровирусной инфекцией.

Заключение. Снижение уровня контаминации *Enterovirus* в питьевой воде свидетельствует об эффективности проводимых в Российской Федерации профилактических мероприятий в рамках надзора за энтеровирусной инфекцией и о необходимости дальнейшего изучения инфекционной заболеваемости и проведения вирусологического мониторинга за безопасностью различных водных объектов.

Ключевые слова: микрофлора воды, вирусы, контаминация, эпидемиологическое неблагополучие, *Enterovirus*, факторы риска, энтеровирусная инфекция.

Для цитирования: Бадамшина Г.Г., Гафарова Л.Ф., Трухина Г.М., Попцова Е.А., Гончарова А.В., Зайцева Н.Н., Полянина А.В. Изучение многолетней динамики контаминации воды *Enterovirus* в Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. 2025. Т. 33. № 11. С. 40–50. doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-11-40-50

Long-Term Dynamics of *Enterovirus* Contamination of Water Environment in the Russian Federation

Gulnara G. Badamshina,^{1,2} Lyaysan F. Gafarova,^{1,3} Galina M. Trukhina,⁴ Elena A. Poptsova,⁵
Anna V. Goncharova,¹ Natalya N. Zaitseva,⁶ Anastasia V. Polyamina⁶

¹ Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Tatarstan, 13a Sechenov Street, Kazan, 420061, Russian Federation

² Kazan State Medical University, 49 Butlerov Street, Kazan, 420012, Russian Federation

³ Kazan (Volga Region) Federal University, 18 Kremlevskaya Street, Kazan, 420008, Russian Federation

⁴ F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, 2 Semashko Street, Mytishchi, 141014, Russian Federation

⁵ Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Mari El,
121 Mashinostroiteley Street, Yoshkar-Ola, 424007, Russian Federation

⁶ Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology,
71 Malaya Yamskaya Street, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

Summary

Introduction: The incidence of enterovirus infections in the Russian Federation has been increasing recently. Effective detection of enteric viruses in water from various sources as a risk factor for disease transmission is important for its control.

Objective: To study *Enterovirus* contamination of water environment as a risk factor for enteric diseases.

Materials and methods: In 2014–2023, institutions of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor) collected 295,630 water samples from centralized and decentralized water supply systems, surface water sources, and wastewater. The samples were tested for enteric viruses using the culture method and nucleic acid amplification. The results were statistically analyzed using the R software.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-11-40-50>
Original Research Article

Results: We observed a statistically significant trend toward a decrease in the *Enterovirus* contamination rate of surface water bodies ($r = -0.86$, $p = 0.002$) and wastewater ($r = -0.91$, $p < 0.001$). A univariate linear regression analysis did not reveal a statistical effect of such factors as contamination of centralized water supply, decentralized water supply, surface water sources, and wastewater on the incidence of enteric infections.

Conclusions: The decrease in the level of drinking water contamination with enteroviruses demonstrates the effectiveness of preventive measures taken in the Russian Federation as part of the enteric disease surveillance and the relevance of further studies of infectious disease rates and continuous monitoring of biosafety of various water bodies.

Keywords: water microbiota, viruses, contamination, biological safety, *Enterovirus*, risk factors, enteric diseases.

Cite as: Badamshina GG, Gafarova LF, Trukhina GM, Poptsova EA, Goncharova AV, Zaitseva NN, Polyana AV. Long-term dynamics of *Enterovirus* contamination of water environment in the Russian Federation. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2025;33(11):40–50. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-11-40-50

Введение. Энтеровирусы – вирусы семейства пикорновирусов III–IV группы патогенности¹, возбудители энтеровирусных инфекций (ЭВИ), острых инфекционных заболеваний, которые могут поражать детей и взрослых [1]. Существует 15 видов и более 100 типов *Enterovirus*, из которых наиболее известны вирусы полиомиелита, Коксаки, ЕСНО и риновирусы, реализующие в основном фекально-оральный и контактный механизм передачи [2]. Полиомиелит является наиболее опасным заболеванием, вызываемым *Enterovirus C* (Poliovirus тип 1, тип 2 и тип 3) характеризующимся поражением нервной системы и параличом² [1].

Сегодня полиомиелит в основном поражает детей младше 5 лет в странах с неудовлетворительной инфраструктурой водоснабжения, гигиены и санитарией^{2,3} [3]. Полиомиелит представляет опасность и для населения с низким уровнем вакцинации, в том числе в промышленно развитых странах [4].

В 1988 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) приняла резолюцию, ознаменовав начало Глобальной инициативы по ликвидации полиомиелита^{2,3} [2, 5], что к 2024 г. позволило более чем на 99,0 % снизить показатели заболеваемости данной инфекцией² [2]. Однако, несмотря на достигнутый прогресс начатых под руководством ВОЗ мероприятий по ликвидации полиомиелита³ [5], включающих проведение вакцинации, мониторинга за contamination системы водоснабжения и другие, в настоящее время сохраняется эндемичная передача дикого полиовируса (ДПВ) I типа в двух странах: Афганистане и Пакистане^{2,3,4} [2, 5, 6]. По данным ВОЗ в 2024 г., на этих территориях наблюдается ухудшение эпидемиологической ситуации, что создает риски международного распространения ДПВ². Так, 24 декабря 2024 г. региональная референс-лаборатория по искоренению полиомиелита

при Национальном институте здравоохранения сообщила о выявлении в Пакистане 65 случаев заражения ДПВ I типа⁵.

Несмотря на то что искоренение полиомиелита является огромным достижением мирового здравоохранения, одной из значимых проблем на завершающем этапе ликвидации полиомиелита является циркуляция полиовирусов (ПВ) вакцинного происхождения³. Полиовирусы вакцинного происхождения (ПВВП) возвращаются к нейровирулентности и трансмиссивности дикого типа или могут рекомбинировать, вызывая заболевание [3]. Так, в 2022 г. центр по контролю и профилактике заболеваний (CDC) в США был уведомлен о случае заболевания полиомиелитом у невакцинированного человека, вызванным ПВВП II типа [1].

В Российской Федерации с 2002 г. по настоящее время поддерживается статус страны, свободной от полиомиелита, РФ в составе Европейского региона получила сертификат ВОЗ о ликвидации полиомиелита³. Несмотря на элиминацию *Poliovirus*, в РФ имеют место ЭВИ, вызванные другими видами и типами *Enterovirus*. По данным государственного доклада «О санитарно-эпидемиологическом благополучии...»⁶, в РФ в 2024 г. наблюдается превышение среднесного показателя заболеваемости неполио ЭВИ в 1,5 раза (СМП 14,7 против 9,5 на 100 тысяч населения за предшествующий период), а очаги ЭВИ занимают 2-е место в общей структуре – 24,9 % (178 очагов), в 2 раза превысив уровень прошлого года (13,1 %, 80 очагов) и в 3 раза – СМП (8,7 %; 55,3 очага)⁶.

В США ежегодно происходит от 10 до 15 миллионов заражений различными типами энтеровирусов, не относящимися к полиовирусам⁷. В разные годы вирусом Коксаки были обусловлены вспышки конъюнктивита, ящура, вирусного менингита

¹ СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 626 с.

² World Health Organization. Poliomyelitis (polio). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.who.int/health-topics/poliomyelitis#tab=tab_1 (дата обращения: July 14, 2025).

³ ФБУЗ «Центр гигиенического образования населения» Роспотребнадзора. Полиомиелит. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cgon.rosпотребнадзор.ru/naseleniyu/infektsionnye-i-parazitarnye-zabolevaniya/infektsii-ot-a-do-ya/poliomielit/> (дата обращения: 15.07.2025).

⁴ Центр по контролю и профилактике инфекционных заболеваний. Достижения в борьбе с полиомиелитом – Афганистан, январь 2022 г. – июль 2023 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.7fadf532-6876717c-db472fae-74722d776562/https/www.cdc.gov/mmwr/volumes/72/wr/mm7238a1.htm (дата обращения: 15.07.2025).

⁵ Портал информационной системы Координационно-аналитического центра по обеспечению химической и биологической безопасности. В Пакистане в 2024 году зарегистрировано 65 случаев полиомиелита, вызванного диким полиовирусом 1-го типа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cbs.minzdrav.gov.ru/public/news/417/view> (дата обращения: 15.07.2025).

⁶ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025. 424 с.

⁷ Центр по контролю и профилактике инфекционных заболеваний. Вспышки энтеровируса, не связанного с полиомиелитом. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cdc.gov/non-polio-enterovirus/outbreak-surveillance/index.html> (дата обращения: 14.07.2025).

и респираторных заболеваний, а также описаны случаи неврологических заболеваний, связанных с инфицированием энтеровирусом А71 7.

В стратегическом плане по искоренению полиомиелита ВОЗ определила мониторинг полиовируса в окружающей среде как одно из важнейших мероприятий по надзору за полиомиелитом [4]. Отбор образцов сточных вод для мониторинга ПВ позволяет изучать неполиовирусы (НПЭВ), имеющие широкое распространение и циркулирующие среди исследуемой популяции [4].

В Российской Федерации эпидемиологический надзор за ЭВИ осуществляется в рамках реализации Плана действий по поддержанию статуса страны, свободной от полиомиелита. Работа по профилактике и эпидемиологическому надзору за ЭВИ в 2024 г. проводится в соответствии с ведомственной Программой «Эпидемиологический надзор и профилактика ЭВИ на 2023–2027 гг.»⁸. Эффективное выявление *Enterovirus* в воде различных источников как фактор риска передачи инфекции, является важной мерой по контролю за заболеваемостью ЭВИ.

В связи с указанным, целью исследования явилось изучение контаминации воды различных водных объектов *Enterovirus*, как факторов риска заболеваемости энтеровирусной инфекцией.

Материалы и методы. В течение 2014–2023 гг. учреждениями Роспотребнадзора в соответствии с действующими методическими документами^{9,10},

Программой мониторинга объектов окружающей среды, а также в рамках программы производственного контроля были отобраны пробы воды различных водных сред ($n = 295\ 630$). Объем количества исследований по методам в зависимости от видов водных сред представлен в таблице 1. Исследования проб воды были проведены в 89 субъектах Российской Федерации в аккредитованных в Национальной системе аккредитации лабораториях Центров гигиены и эпидемиологии в субъектах РФ. Вода отобранных проб доставлена с соблюдением требований по доставке; в лабораториях проведено предварительное концентрирование вирусов в соответствии с действующими методиками¹¹.

Пробы воды были исследованы согласно действующим документам^{12,13} классическими методами вирусологии на наличие энтеровирусов (*Enterovirus*); молекулярно-генетическими методами (методом амплификации нуклеиновых кислот (МАНК) на наличие РНК *Enterovirus*. Для проведения МАНК использованы тест-системы преимущественно производства ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора («АмплиСенс® Enterovirus-FL»), среды ООО «БиолоТ» (питательная среда «Игла MEM» с использованием клеточных культур, чувствительных к вирусам полиомиелита). Аналитическая чувствительность наборов реагентов на основе МАНК составляла от 5×10^3 геномных эквивалентов на миллилитр. Результаты исследований учтены в форме Федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном

Таблица 1. Объем исследованных проб воды различных водных объектов в РФ за 2014–2023 гг.

Table 1. The number of tested water samples taken from various water bodies of the Russian Federation in 2014–2023

Годы/ Years	Централизованное водоснабжение / Centralized water supply		Нецентрализованное водоснабжение / Decentralized water supply		Поверхностные водные источники / Surface water sources		Сточная вода / Wastewater		Итого / Total	
	МАНК / NAAT	Культура / Culture	МАНК / NAAT	Культура / Culture	МАНК / NAAT	Культура / Culture	МАНК / NAAT	Культура / Culture	МАНК / NAAT	Культура / Culture
2014	5341	1431	570	83	5499	1129	9386	9870	20796	12513
2015	6629	1440	510	84	7132	1416	11731	9546	26002	12486
2016	7783	1867	455	34	8049	1855	13341	12012	29628	15768
2017	8813	2297	496	20	8216	1550	13404	12217	30929	16084
2018	8632	1398	245	3	9673	1281	14453	13346	33003	16028
2019	10216	1115	529	44	8478	1371	16459	12365	35682	14895
2020	4586	852	253	27	6361	806	11720	11453	22920	13138
2021	6768	1119	233	3	6501	1219	11687	13531	25189	15872
2022	8589	825	426	2	8769	564	13630	14520	31414	15911
2023	10427	1385	740	14	10599	1176	18301	16512	40067	19087
Итого / Total	77784	13729	4457	314	79277	12367	134112	125372	295630	151782

Abbreviation for tables and figures: NAAT, nucleic acid amplification test.

⁸ ФБУЗ «Центр гигиенического образования населения» Роспотребнадзора. Полиомиелит. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cgon.rospotrebnadzor.ru/naseleniyu/infektsionnye-i-parazitarnye-zabolevaniya/infektsii-ot-a-do-ya/poliomielit/> (дата обращения: 15.07.2025).

⁹ МУК 4.2.2029–05 «Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-вирусологический контроль водных объектов». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 38 с.

¹⁰ МУК 4.2.2746–10 «Порядок применения молекулярно-генетических методов при обследовании очагов острых кишечных инфекций с групповой заболеваемостью». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 16 с.

¹¹ СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 626 с.

¹² World Health Organization. Poliomyelitis (polio). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.who.int/health-topics/poliomyelitis#tab=tab_1 (дата обращения: July 14, 2025).

¹³ ФБУЗ «Центр гигиенического образования населения» Роспотребнадзора. Полиомиелит. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cgon.rospotrebnadzor.ru/naseleniyu/infektsionnye-i-parazitarnye-zabolevaniya/infektsii-ot-a-do-ya/poliomielit/> (дата обращения: 15.07.2025).

https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-11-40-50
Original Research Article

состоянии субъекта Российской Федерации». Пробы воды, не соответствующие санитарно-гигиеническим нормативам по наличию вирусов, обозначены как «нестандартные пробы» (н/с)¹⁴. После обнаружения нестандартных проб проведены соответствующие санитарно-противоэпидемиологические мероприятия.

Результаты исследований учтены в форме Федерального статистического наблюдения по РФ № 2.23 «Сведения о деятельности лабораторий санитарно-гигиенического, микробиологического и паразитологического профиля федеральных бюджетных учреждений здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии». Первичные данные были собраны и получены на базе ФБУЗ «ФЦГиЭ» Роспотребнадзора, а также на базе Центров гигиены и эпидемиологии отдельных субъектов Российской Федерации.

Обработка полученных результатов проведена с использованием Microsoft Office v. 2016 и программного обеспечения R, 95 % ДИ для доли обнаруживаемых нестандартных проб рассчитывали с помощью функции *VinomCI* по методу Уилсона с использованием пакета библиотек *DescTools*. При отсутствии действия закона нормальности распределения статистическую значимость контаминации проб, обнаруженных при проведении МАНК и культурального метода, определяли с помощью точного критерия Фишера (*F*-тест). Оценку значимости тренда к снижению (увеличению) доли проб воды проводили с использованием метода Манна – Кендалла с использованием функции *Mann – Kendall* программного обеспечения R. Тренд считался значимым при уровне значимости $p < 0,05$.

Для оценки возможной взаимосвязи между переменными использован линейный регрессионный анализ. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Показатели заболеваемости учитывали исходя из данных, представленных в государственном докладе «О санитарно-эпидемиологическом благо-

получии...»¹⁵. В многофакторные модели вводились как отдельные переменные (контаминация воды централизованного водоснабжения (ЦВ), контаминация воды нецентрализованного водоснабжения (НЦВ), контаминация воды поверхностных водных источников (ПВИ) или поверхностных водных объектов (ПВО), контаминация сточной воды (СВ)), так и их попарные взаимодействия.

Результаты. Результаты исследований, проведенных разными методами, воды различных водных объектов представлены в таблицах 2–5.

Медиана удельного веса проб воды, контаминированной *Enterovirus* по результатам исследования МАНК для воды централизованного водоснабжения за период 2014–2023 гг. составила 0,10 % проб (Q_1 – Q_3 : 0,05–0,20), по результатам исследования культуральным методом – 0,06 % проб (Q_1 – Q_3 : 0,00–0,34) (табл. 2).

Медиана удельного веса проб воды, контаминированной *Enterovirus* по результатам исследования МАНК для воды нецентрализованного водоснабжения за период 2014–2023 гг. составила 0,10 % проб (Q_1 – Q_3 : 0,00–0,34) (табл. 3).

Медиана удельного веса проб воды, контаминированной *Enterovirus* по результатам исследования МАНК для воды поверхностных водных объектов за период 2014–2023 гг. составила 0,36 % проб (Q_1 – Q_3 : 0,12–0,84), по результатам исследования культуральным методом – 0,30 % проб (Q_1 – Q_3 : 0,02–0,52) (табл. 4).

Показатели контаминации сточной воды *Enterovirus* были выше по данным МАНК по сравнению с данными культурального метода (табл. 5).

Обнаружена статистически значимая тенденция к снижению показателя выявленной МАНК контаминации *Enterovirus* ПВИ ($r = -0,86$, $p = 0,002$), СВ ($r = -0,91$, $p < 0,001$). Между контаминацией воды поверхностных водных объектов и сточной водой обнаружена сильная прямая корреляционная связь ($r = -0,92$, $p < 0,001$). Показатели проб воды ЦВ

Таблица 2. Показатели контаминации воды централизованного водоснабжения по наличию *Enterovirus* за 2014–2023 гг.

Table 2. *Enterovirus* contamination of centralized water supply in 2014–2023

Годы/ Years	МАНК / NAAT									Культуральный метод / Culture method		
	положительные пробы / positive samples			из них полиовирусы / of which polioviruses			из них неполовиоэнттеровирусы / of which non-polio enteroviruses			положительные пробы / positive samples		
	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI
2014	212	3,97	3,46–4,53	1	0,02	0,00–0,10	211	3,95	3,44–4,51	6	0,42	0,15–0,91
2015	14	0,21	0,12–0,35	0	0,00	0,00–0,06	14	0,21	0,12–0,35	1	0,07	0,00–0,39
2016	17	0,22	0,13–0,35	0	0,00	0,00–0,05	17	0,22	0,13–0,35	73	3,91	3,08–4,89
2017	9	0,10	0,05–0,19	0	0,00	0,00–0,04	9	0,10	0,05–0,19	1	0,04	0,00–0,24
2018	15	0,17	0,10–0,29	9	0,10	0,05–0,20	6	0,07	0,03–0,15	0	0,00	0,00–0,26
2019	8	0,08	0,03–0,15	0	0,00	0,03–0,15	8	0,08	0,03–0,15	1	0,09	0,00–0,50
2020	0	0,00	0,00–0,08	0	0,00	0,00–0,08	0	0,00	0,00–0,08	0	0,00	0,00–0,43
2021	3	0,04	0,01–0,13	0	0,00	0,00–0,05	3	0,04	0,01–0,13	0	0,00	0,00–0,33
2022	8	0,09	0,04–0,18	0	0,00	0,00–0,04	8	0,09	0,04–0,18	0	0,00	0,00–0,45
2023	3	0,03	0,01–0,08	0	0,00	0,00–0,04	3	0,03	0,01–0,08	15	1,08	0,61–1,78

¹⁴ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2022. 668 с.

¹⁵ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025. 424 с.

Таблица 3. Показатели контаминации воды децентрализованного водоснабжения по наличию *Enterovirus* за 2014–2023 гг.**Table 3. *Enterovirus* contamination of decentralized water supply in 2014–2023**

Годы / Years	МАНК / NAAT									Культуральный метод / Culture method		
	положительные пробы / positive samples			из них полиовирусы / of which polioviruses			из них непوليوэнттеровирусы / of which non-polio enteroviruses			положительные пробы / positive samples		
	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI
2014	0	0,00	0,00–0,65	0	0,00	0,00–0,65	0	0,00	0,00–0,65	0	0,00	0,00–4,35
2015	1	0,20	0,00–1,09	0	0,00	0,00–0,72	1	0,20	0,00–1,09	0	0,00	0,00–4,30
2016	26	5,71	3,77–8,26	0	0,00	0,00–0,81	26	5,71	3,77–8,26	0	0,00	0,00–10,28
2017	1	0,20	0,01–1,12	0	0,00	0,00–0,74	1	0,20	0,01–1,12	0	0,00	0,00–16,84
2018	1	0,41	0,01–2,25	1	0,41	0,01–2,25	0	0,00	0,00–1,49	0	0,00	0,00–70,76
2019	2	0,38	0,05–1,36	0	0,00	0,00–0,69	2	0,38	0,05–1,36	0	0,00	0,00–8,04
2020	0	0,00	0,00–1,45	0	0,00	0,00–1,45	0	0,00	0,00–1,45	0	0,00	0,00–12,77
2021	0	0,00	0,00–1,57	0	0,00	0,00–1,57	0	0,00	0,00–1,57	0	0,00	0,00–70,76
2022	0	0,00	0,00–0,86	0	0,00	0,00–0,86	0	0,00	0,00–0,86	0	0,00	0,00–84,19
2023	0	0,00	0,00–0,50	0	0,00	0,00–0,50	0	0,00	0,00–0,50	0	0,00	0,00–23,16

Таблица 4. Показатели контаминации воды поверхностных водных объектов по наличию *Enterovirus* за 2014–2023 гг.**Table 4. *Enterovirus* contamination of surface water bodies in 2014–2023**

Годы / Years	МАНК / NAAT									Культуральный метод / Culture method		
	положительные пробы / positive samples			из них полиовирусы / of which polioviruses			из них непوليوэнттеровирусы / of which non-polio enteroviruses			положительные пробы / positive samples		
	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI
2014	46	0,84	0,61–1,11	2	0,036	0,00–0,13	44	0,80	0,58–1,07	23	2,04	1,30–3,04
2015	63	0,88	0,68–1,13	1	0,014	0,00–0,08	62	0,87	0,67–1,11	19	1,34	0,81–2,09
2016	67	0,83	0,65–1,06	4	0,050	0,01–1,13	63	0,78	0,60–1,00	10	0,54	0,26–0,99
2017	42	0,51	0,37–0,69	1	0,012	0,00–0,07	41	0,50	0,36–0,68	6	0,39	0,14–0,84
2018	86	0,89	0,71–1,10	2	0,021	0,00–0,07	84	0,87	0,69–1,07	6	0,47	0,17–1,02
2019	19	0,22	0,14–0,35	0	0,000	0,00–0,04	19	0,22	0,14–0,35	3	0,22	0,04–0,64
2020	1	0,02	0,00–0,09	0	0,000	0,00–0,06	1	0,02	0,00–0,09	0	0,00	0,00–0,46
2021	7	0,11	0,04–0,22	0	0,000	0,00–0,06	7	0,11	0,04–0,22	1	0,08	0,00–0,46
2022	6	0,07	0,02–0,15	0	0,000	0,00–0,04	6	0,07	0,02–0,15	0	0,00	0,00–0,65
2023	18	0,17	0,10–0,27	0	0,000	0,00–0,03	18	0,17	0,10–0,27	0	0,00	0,00–0,31

Таблица 5. Показатели контаминации сточной воды по наличию *Enterovirus* за 2014–2023 гг.**Table 5. *Enterovirus* contamination of wastewater in 2014–2023**

Годы / Years	МАНК / NAAT									Культуральный метод / Culture method		
	положительные пробы / positive samples			из них полиовирусы / of which polioviruses			из них непوليوэнттеровирусы / of which non-polio enteroviruses			положительные пробы / positive samples		
	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI	<i>n</i>	%	95 % ДИ / 95 % CI
2014	1927	20,53	19,72–21,36	247	2,63	2,32–2,98	1680	17,90	17,13–18,69	1235	12,51	11,87–13,18
2015	2026	17,27	16,59–17,97	259	2,21	1,95–2,49	1767	15,06	14,42–15,72	1030	10,79	10,17–11,43
2016	2781	20,85	20,16–21,55	244	1,83	1,61–2,07	2537	19,02	18,35–19,69	1408	11,72	8,23–9,24
2017	2013	15,018	14,42–15,63	226	1,69	1,47–1,92	1787	13,33	12,76–13,92	1266	10,36	9,83–10,92
2018	2739	18,95	18,32–19,60	299	2,07	1,81–2,31	2440	16,89	16,27–17,50	1442	10,81	10,14–11,19
2019	2527	15,35	14,81–15,91	211	1,28	1,12–1,47	2316	14,07	13,54–14,61	1277	10,328	9,80–10,88
2020	1100	9,39	8,86–9,93	87	0,74	0,59–0,91	1013	8,64	8,14–9,17	556	4,86	4,47–5,26
2021	1144	9,79	9,26–10,34	187	1,60	1,38–1,84	957	8,19	7,70–8,70	600	4,43	4,09–4,79
2022	1184	8,69	8,22–9,17	91	0,67	0,54–0,82	1093	8,02	7,57–8,49	714	4,9	4,57–5,28
2023	1397	7,63	7,25–8,03	127	0,69	0,58–0,83	1270	6,94	6,58–7,32	862	5,22	4,89–5,57

https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-11-40-50
Original Research Article

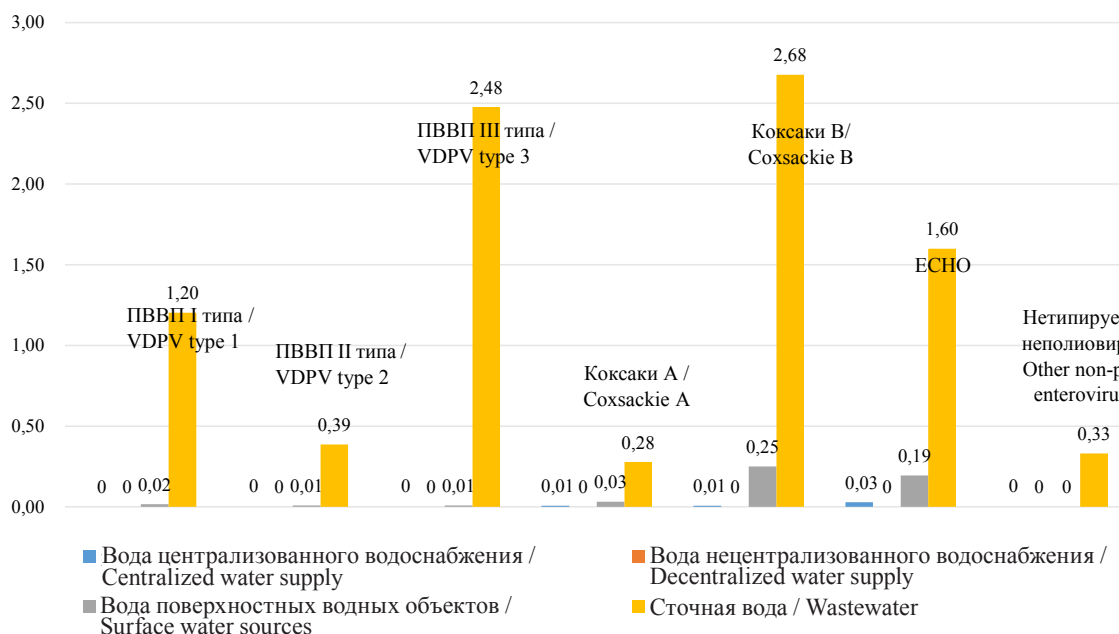
и НЦВ были сопоставимы и статистически значимо не отличались, что требует дальнейшего изучения.

Анализ структуры выявленных вирусов показал, что в структуре энтеровирусов, контаминирующих водные объекты, преобладали неполиовирусы, доля которых в воде ЦВ составила 96,5 % (95 % ДИ 93,73–98,33), в воде НЦВ – 96,8 % (95 % ДИ 83,30–99,92), в воде ПВИ – 97,2 % (95 % ДИ 94,88–98,64). Доля неполиовирусов в структуре выделенных энтеровирусов, была несколько ниже в сточной воде – 89,5 % (95 % ДИ 89,05–89,93). Распространенность различных энтеровирусов в воде представлена на рис. 1.

Наиболее разнообразный видовой состав энтеровирусов обнаруживался в СВ, из которой

в 0,39–2,48 % проб выделялись ПВВП I–III типа; в 0,28 % – 2,68 % проб энтеровирусы Коксаки А, В, ЕСНО, в 1,24 % проб – прочие нетипируемые ЦПА энтеровирусы. Вода ПВИ была контаминирована ПВВП I–III типа в 0,01–0,02 % проб, вирусами Коксаки А, В, ЕСНО – в 0,03–0,25 % проб; вода ЦВ вирусами Коксаки А, В, ЕСНО – в 0,01–0,03 % проб.

Результаты регрессионного анализа, представленные в таблице 6 свидетельствуют об отсутствии статистически значимого влияния факторов «контаминация воды централизованного водоснабжения», «контаминация воды нецентрализованного водоснабжения», «контаминация воды поверхностных водных источников», «контаминация сточной воды» на показатели заболеваемости ЭВИ.



Сокращение: ПВВП – полиовирусы вакцинного происхождения.

Abbreviation: VDPV, vaccine-derived poliovirus.

Рис. 1. Показатели распространенности энтеровирусов по типам в воде различных водных объектов в Российской Федерации в 2014–2023 гг.

Fig. 1. Type-specific prevalence of enteric viruses in various water bodies of the Russian Federation in 2014–2023

Таблица 6. Параметры однофакторных линейных регрессионных моделей развития ЭВИ от факторов риска контаминации

Table 6. Parameters of univariate linear regression models of enterovirus disease development from contamination risk factors

Фактор / Factor	b_0	b_1	R^2	F	p
<i>Контаминация воды централизованного водоснабжения / Contamination of centralized water supply</i>					
МАНК / NAAT	8,84	–0,60	0,03	130,8	0,66
Культуральный метод / Culture method	8,20	0,65	0,03	123,8	0,64
<i>Контаминация воды нецентрализованного водоснабжения / Contamination of decentralized water supply</i>					
МАНК / NAAT	8,29	0,36	0,02	125,3	0,70
Культуральный метод / Culture method	–	–	–	–	–
<i>Контаминацией воды поверхностных водных источников / Contamination of surface water sources</i>					
МАНК / NAAT	7,68	1,90	0,02	119,3	0,67
Культуральный метод / Culture method	8,76	–0,45	0,004	132,2	0,86
<i>Контаминация сточной воды / Contamination of wastewater</i>					
МАНК / NAAT	6,27	0,16	0,03	118,9	0,63
Культуральный метод / Culture method	4,22	0,53	0,13	105,2	0,31

Статистически значимого влияния заболеваемости ЭВИ на контаминацию сточных вод также обнаружено не было (рис. 2).

Обсуждение результатов. Изучению контаминации воды различных водных объектов и сточной воды посвящен ряд исследований [5–15]. В литературе в основном описана контаминация воды ПВО [8, 10, 12, 14, 15] и СВ [7, 8]. Исследованию контаминации питьевой воды отведено меньшее внимание исследователей [6, 11].

В отдельные годы в отдельных регионах РФ¹⁶ [6] в основном в рамках производственного контроля до проведения профилактических, санитарно-противоэпидемических мероприятий в питьевой воде обнаруживались неполиоэнтеровирусы. Исследование региональной структуры выявляемости энтеровирусов требует изучения с учетом санитарно-технического состояния скважин, санитарно-эпидемиологического состояния поверхностных водных источников и особенностей климатических условий, характерных для субъектов РФ.

По данным Бобун И.И. и соавторов (2016), результаты исследования проб водопроводной воды Архангельской области на энтеровирусы за 2006–2014 гг. показали, что *Enterovirus* обнаруживался в 0,4 % проб по данным культурального метода, в 1,3 % проб согласно данным МАНК [6], что несколько выше по сравнению с данными, полученными в ходе настоящего исследования что, вероятно, связано с увеличением эффективности проведения профилактических мероприятий в РФ в рамках предусмотренного законодательством мониторинга.

Отсутствие эффективности профилактических мероприятий, вероятно, приводило бы к высокой контаминации возбудителями ЭВИ различных

водных объектах и как следствие к высоким показателям заболеваемости ЭВИ. Так, в Пакистане исследованиями показано, что РНК *Enterovirus* были обнаружены 43 % в образцах водопроводной воды (г. Карачи, Пакистан) [11]. Высокий удельный вес проб, контаминированных *Enterovirus* обуславливает высокие показатели заболеваемости ЭВИ в Пакистане, о чем свидетельствуют сообщения официальных организаций 2.3.

Частота обнаружения энтеровирусов в воде поверхностных водных объектов, по данным авторов, варьировала от 0,8 %, до 25,0 % исследованных проб [8, 10, 12, 14, 15], что более чем в 1,8 раза выше частоты контаминации, полученной в ходе настоящего исследования Низкая/незначительная контаминация *Enterovirus* воды поверхностных водных объектов в РФ, по мнению авторов настоящего исследования, является следствием эффективной реализации учреждениями Роспотребнадзора и других ведомств Национального Плана действий по поддержанию свободного от полиомиелита статуса Российской Федерации. При выявлении эпидемиологических рисков, указывающих на возможное осложнение ситуации по энтеровирусной инфекции, в стране предусмотрена система санитарно-противоэпидемических мероприятий. В отдельных водоемах Российской Федерации в течение года обнаруживаются возбудители ЭВИ [8], однако в соответствии с действующим законодательством в целях предупреждения возникновения и распространения ЭВИ обеспечивается санитарно-эпидемиологическое благополучие. Об отсутствии влияния водного фактора на формирование заболеваемости ЭВИ в РФ свидетельствуют результаты регрессионного анализа, показывающие несостоятельность воздействия факторов «конта-

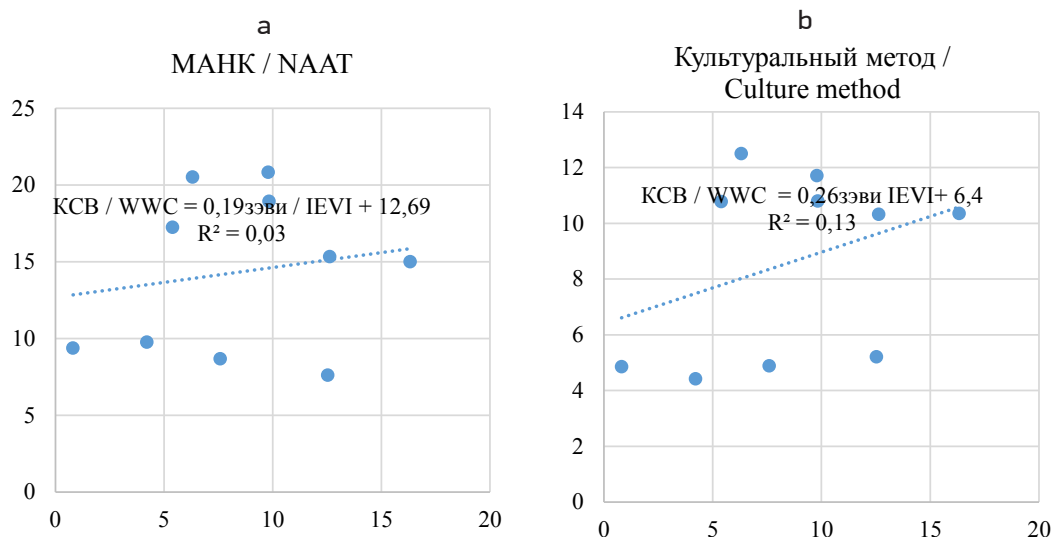


Рис. 2. Параметры однофакторных линейных регрессионных моделей контаминации сточной воды (KCB) (обнаруженной МАНК методом (а); культуральным методом (б) в зависимости от показателя заболеваемости ЭВИ (ЗЭВИ)

Fig. 2. Parameters of univariate linear regression models of wastewater contamination (WVC) (detected using NAAT (a) and the culture method (b), depending on the incidence of enterovirus infections (IEVI)

¹⁶ Управление Роспотребнадзора по Чеченской Республике. О мерах профилактики энтеровирусной инфекции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rospotrebnadzor95.ru/article/2479> (дата обращения: 06.10.2025).

минация воды централизованного водоснабжения», «контаминация воды нецентрализованного водоснабжения», «контаминация воды поверхностных водных объектов», «контаминация сточной воды» на показатели заболеваемости ЭВИ. Отсутствие корреляционных связей указанных факторов с показателями заболеваемости ЭВИ также может быть обусловлено особенностями регистрации стертых форм и носительства возбудителей ЭВИ некоторых типов. По мнению некоторых авторов, присутствие отдельных типов *Enterovirus* в пробах сточной воды на фоне отсутствия официально зарегистрированных случаев заболеваний ЭВИ может быть связано с наличием бессимптомного носительства на территории [9]. Отсутствие влияния контаминации воды на формирование показателей заболеваемости ЭВИ, наряду с проведением эффективных профилактических мероприятий, может свидетельствовать о наличии других факторов риска заболеваний ЭВИ.

Об эффективности мероприятий, проводимых в рамках Глобальной инициативы по ликвидации полиомиелита, также свидетельствуют результаты, полученные учеными других стран. Так, в Таиланде (г. Чангмай) в одном из шести из исследованных поверхностных водных объектов зимой обнаруживались энтеровирусы в 0,8 % исследованных проб, а в структуре выявленной контаминации различными кишечными вирусами энтеровирусам была отведена самая незначительная роль [10]. Эффективность профилактических мероприятий в отношении энтеровирусов также может быть обозначена на основании данных, полученных в Сербии в водах реки Дунай и в Бразилии в реке Рио-дус-Синос, в которых *Enterovirus* не был обнаружен ни в одном из проанализированных образцов рекреационной воды (90 проб) или был обнаружен в единичном случае соответственно [14, 15].

Увеличение показателей контаминации *Enterovirus* воды поверхностных водных объектов в рамках мониторинга способствует быстрому реагированию противэпидемических служб в различных странах международного сообщества. Например, приоритетным при оценке безопасности воды озера и реки Кореи (Соян и Джуам, Кым, Хан, г.г. Тэджон и Сеул) в структуре контаминирующих были энтеровирусы (на уровне 12,0 %), что потребовало не только создания систем биологического, но и химического мониторинга за вирусами, передающимися через воду [12].

Отмеченная разница в степени контаминации воды поверхностных водных объектов в зависимости от сезона, погодных условий (температуры, pH, влажности воздуха в зоне водоема), географического положения [15, 16], содержания химических соединений (нитрит) [15] требует дальнейшего изучения. Контаминация поверхностных водных объектов вирусами свидетельствует о наличии эпидемиологической опасности возникновения спорадической и вспышечной заболеваемости населения ЭВИ, использующего воду в хозяй-

ственно-бытовых, рекреационных и прочих целях, а также необходимости продолжения обязательного проведения санитарно-вирусологического контроля сточных вод, сбрасываемых в водоемы.

Контаминация речной воды *Enterovirus* также зависит от объема и санитарно-эпидемиологического состояния сточных вод, сбрасываемых в воду поверхностных водных объектов, о чем свидетельствует обнаруженная в ходе настоящего исследования сильная обратная корреляционная связь ($r = -0,92$, $p < 0,001$) между контаминацией воды поверхностных водных объектов и сточной водой. Предусмотренная в РФ система контроля за сточными водами¹⁷, сбрасываемыми в воду поверхностных водных объектов, обеспечивает определенную степень эффективности, о чем свидетельствуют сравнительно более низкие показатели контаминации сточных вод в РФ, полученные в ходе данного исследования, по сравнению с данными, полученными в других странах. В сточных водах Сингапура энтеровирусы были обнаружены в 94,0 % проб, а также в 89,0 % проб вторичных сточных вод, соответственно, с преобладанием вируса Коксаки А, в т. ч. А24 [13]. Частота обнаружения энтеровирусов в сточных водах Белоруссии составляла до 26,0 % проб [7, 9]. Частота обнаружения *Enterovirus* в пробах сточных вод в Королевстве Бахрейн (в заливе Тубли, куда сбрасывались очищенные сточные воды), по данным некоторых исследователей, составила 100,0 % [17]; в Республике Молдова по данным наблюдений за 2002–2019 гг. в 53,0 % положительных проб были обнаружены ПВВП, среди энтеровирусов также доминировали ЕСНО 30, 11, Е6 и Коксаки В1-6 [5]. В Италии, в г. Милане в 80,0 % проб сточных вод ($n = 321$) были обнаружены *Enterovirus* В, наиболее распространенными были Коксаки В4, Коксаки В5 и ЕСНО 6 [4].

В отдельных регионах РФ энтеровирусы в сточной воде, поступающей на очистные сооружения, обнаруживались с сопоставимой с другими странами частотой (43,0–66,7 % проб), однако после проведения УФ-обеззараживания доля проб значительно снижалась [8, 18]. В 2004–2017 гг. сточные воды, отобранные в окрестностях Москвы до очистки и содержащие вакцинные штаммы полиовирусов, были выделены в 43,0 % случаев (обнаружены типы ЕСНО 7, 11, 6, Коксаки В5, ЕСНО 3 и 19) [18], однако своевременное проведение профилактических мероприятий способствовало предотвращению развития вспышек инфекций.

Полученные в работе результаты указывают на важность регулярного мониторинга сточных вод в отношении возбудителей различных вирусных инфекций, создающих риск развития эпидемиологического неблагополучия [9, 19].

Следует отметить, что разными исследователями отмечена идентификация широкого спектра энтеровирусов в водных объектах [4, 5, 9, 18, 20]. Так, в ретроспективном исследовании, проведенном в США в 2010–2011 гг., были идентифицированы

¹⁷ Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 9 ноября 2020 г. № 903 №06 утверждения Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества» (с изменениями и дополнениями).

вирусы Коксаки А1, Коксаки 6, Коксаки 19, Коксаки В3, Коксаки 5, ЕСНО 9, ЕСНО 97 [18]. Научные исследования, проводимые в Белоруссии, свидетельствуют о разной частоте контаминации муниципальных и госпитальных сточных вод с преобладанием вирусной концентрации (Коксаки В3, Коксаки В5, ЕСНО 13, ЕСНО 30) в муниципальных водах (7,3 % против 3,1 %, $p < 0,05$) [9].

Учитывая вышесказанное, оперативный мониторинг, анализ и прогнозирование эпидемиологической ситуации должны проводиться с учетом особенностей коммунально-бытовых объектов, размещенных на территории и сбрасывающих сточные воды в поверхностные водные объекты, а также возможной контаминации последних всеми существующими типами энтеровирусов, реализующих соответствующие механизмы передачи инфекции.

Отсутствие прямой связи между контаминацией воды и заболеваемостью ЭВИ свидетельствует об эффективности роли водоподготовки и очистки сточных вод, а также вероятно, косвенно может свидетельствовать о приоритетной роли других путей передачи в распространении ЭВИ в РФ.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о циркуляции *Enterovirus* в водных экосистемах, что подтверждает необходимость дальнейшего изучения заболеваемости энтеровирусной инфекции с учетом факторов риска развития инфекции и проведения вирусологического мониторинга различных водных объектов. в т. ч. с обязательной идентификацией неполиовирусных *Enterovirus*. Снижение показателей контаминации питьевой воды *Enterovirus* свидетельствует об эффективности проводимых в Российской Федерации профилактических мероприятий в рамках надзора за энтеровирусной инфекцией. Отсутствие значимости между показателями контаминации воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения требует дальнейшего изучения с учетом типа водоисточников (подземные или поверхностные), подаваемых в распределительную сеть; региональных климато-географических особенностей в различных субъектах РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Centers for Disease Control and Prevention. Polio: Clinical overview. Accessed July 14, 2025. <https://www.cdc.gov/polio/hcp/clinical-overview/index.html>
- Tiwari S, Dhole TN. Assessment of enteroviruses from sewage water and clinical samples during eradication phase of polio in North India. *Viral J.* 2018;15(1):157. doi: 10.1186/s12985-018-1075-7
- Wolbert JG, Rajnik M, Swinkels HM, Higginbotham K. *Poliomyelitis*. StatPearls: Treasure Island, FL, USA; 2025.
- Pellegrinelli L, Binda S, Chiaramonte I, et al. Detection and distribution of culturable human enteroviruses through environmental surveillance in Milan, Italy. *J Appl Microbiol.* 2013;115(5):1231-1239. doi: 10.1111/jam.12321
- Apostol M, Ghidirim V, Spinu C. Monitoring and assessment of enterovirus circulation in the human population and the environment in the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the Conference of the Polio Laboratory Network, National Poliovirus Containment Coordinators, National Authorities for Containment*. Copenhagen, Denmark; 2019:24-26.
- Бобун И.И., Бузинов Р.В., Шишко Л.А., Болтенков В.П., Моргунов Б.А., Гудков А.Б. Особенности вирусного загрязнения питьевой воды в Архангельской области // *Экология человека*. 2016. № 2. С. 3-7.
- Амвросьева Т.В., Поклонская Н.В., Бельская И.В., Колтунова Ю.Б., Шилова Ю.А. Мониторинг доминирующих кишечных вирусов в сточной воде как возможность повышения эффективности эпидемиологического надзора за вирусными острыми кишечными инфекциями // *Гепатология и гастроэнтерология*. 2020. Т. 4. № 2. С. 201-206.
- Дмитриева Р.А., Доскина Т.В., Загайнова А.В., Недачин А.Е., Абрамов И.А., Булатова К.В. Изучение циркуляции вирусов в воде поверхностных водоемов и в сточных водах // *Гигиена и санитария*. 2019. Т. 98. № 11. С. 1201-1205.
- Поклонская Н.В., Амвросьева Т.В., Колтунова Ю.Б., Шилова Ю.А., Бельская И.В. Слежение за циркуляцией вирусов на основе мониторинга сточных вод – как эффективный инструмент контроля за инфекциями и профилактики биологических угроз // *Новости медуико-биологических наук*. 2022. Т. 22. № 2. С. 104-111.
- Kumthip K, Khamrin P, Ushijima H, Maneekarn N. Detection of six different human enteric viruses contaminating environmental water in Chiang Mai, Thailand. *Microbiol Spectr.* 2023;11(1):e0351222. doi: 10.1128/spectrum.03512-22
- Rashid M, Khan MN, Jalbani N. Detection of human adenovirus, rotavirus, and enterovirus in tap water and their association with the overall quality of water in Karachi, Pakistan. *Food Environ Virol.* 2021;13(1):44-52. doi: 10.1007/s12560-020-09448-8
- Bahk YY, Kim MH, Kim TS, et al. Occurrence of four waterborne viruses at five typical raw water resources in the Republic of Korea during August 2013 to February 2019. *J Microbiol.* 2020;58(11):915-925. doi: 10.1007/s12275-020-0231-0
- Aw TG, Gin KY. Environmental surveillance and molecular characterization of human enteric viruses in tropical urban wastewaters. *J Appl Microbiol.* 2010;109(2):716-730. doi: 10.1111/j.1365-2672.2010.04701.x
- Bergamaschi B, Rodrigues MT, Silva JVS, et al. Moving beyond classical markers of water quality: Detection of enteric viruses and genotoxicity in water of the Sinos River. *Braz J Biol.* 2015;75(2 Suppl):63-67. doi: 10.1590/1519-6984.1713
- Jovanović Galović A, Bijelović S, Milošević V, et al. Testing for viral material in water of public bathing areas of the Danube during summer, Vojvodina, Serbia, 2014. *Euro Surveill.* 2016;21(15). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.15.30196
- Marcheggiani S, D'Ugo E, Puccinelli C, et al. Detection of emerging and re-emerging pathogens in surface waters close to an urban area. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(5):5505-5527. doi: 10.3390/ijerph120505505
- Janahi EM, Mustafa S, Parkar SFD, Naser HA, Eisa ZM. Detection of enteric viruses and bacterial indicators in a sewage treatment center and shallow water bay. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(18):6483. doi: 10.3390/ijerph17186483
- Иванова О.Е., Ярмольская М.С., Еремеева Т.П. и др. Экологический надзор за полиовирусом и другими энтеровирусами: многолетний опыт в Москве, Российская Федерация, 2004–2017 гг. // *Вирусы*. 2019;11:424. doi: 10.3390/v11050424
- Bubba L, Benschop KSM, Blomqvist S, et al. Wastewater surveillance in Europe for non-polio enteroviruses and beyond. *Microorganisms.* 2023;11(10):2496. doi: 10.3390/microorganisms11102496

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-11-40-50>
Original Research Article

20. Brinkman NE, Fout GS, Keely SP. Retrospective surveillance of wastewater to examine seasonal dynamics of enterovirus infections. *mSphere*. 2017;2(3):e00099-17. doi: 10.1128/mSphere.00099-17

REFERENCES

- Centers for Disease Control and Prevention. Polio: Clinical overview. Accessed July 14, 2025. <https://www.cdc.gov/polio/hcp/clinical-overview/index.html>
- Tiwari S, Dhole TN. Assessment of enteroviruses from sewage water and clinical samples during eradication phase of polio in North India. *Viol J*. 2018;15(1):157. doi: 10.1186/s12985-018-1075-7
- Wolbert JG, Rajnik M, Swinkels HM, Higginbotham K. *Poliomyelitis*. StatPearls: Treasure Island, FL, USA; 2025.
- Pellegrinelli L, Binda S, Chiaramonte I, et al. Detection and distribution of culturable human enteroviruses through environmental surveillance in Milan, Italy. *J Appl Microbiol*. 2013;115(5):1231-1239. doi: 10.1111/jam.12321
- Apostol M, Ghidirim V, Spinu C. Monitoring and assessment of enterovirus circulation in the human population and the environment in the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the Conference of the Polio Laboratory Network, National Poliovirus Containment Coordinators, National Authorities for Containment*. Copenhagen, Denmark; 2019:24-26.
- Bobun II, Buzinov RV, Shishko LA, Boltenkov VP, Morgunov BA, Gudkov AB. Features of viral contamination of drinking water in Arkhangelsk Region. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2016;(2):3-7. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2016-2-3-7
- Amvrosiova TV, Paklonskaya NV, Belskaya IV, Koltunova YB, Shilova YA. The monitoring of dominant enteric viruses in wastewater as an opportunity to improve the efficiency of epidemiological surveillance of acute viral intestinal infections. *Gepatologiya i Gastroenterologiya*. 2020;4(2):201-206. (In Russ.) doi: 10.25298/2616-5546-2020-4-2-201-206
- Dmitrieva RA, Doskina TV, Zagainova AV, Nedachin AE, Abramov IA, Bulatova KV. The study of circulation of viruses in surface waters and in wastewater. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(11):1201-1205. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1201-1205
- Poklonskaya NV, Amvrosiova TV, Kaltunova YuB, Shilova YuA, Belskaya IV. Wastewater based epidemiology as an effective tool for infection surveillance and biological hazards prevention. *Novosti Mediko-Biologicheskikh Nauk*. 2022;22(2):104-111. (In Russ.)
- Kumthip K, Khamrin P, Ushijima H, Maneekarn N. Detection of six different human enteric viruses conta-

minating environmental water in Chiang Mai, Thailand. *Microbiol Spectr*. 2023;11(1):e0351222. doi: 10.1128/spectrum.03512-22

- Rashid M, Khan MN, Jalbani N. Detection of human adenovirus, rotavirus, and enterovirus in tap water and their association with the overall quality of water in Karachi, Pakistan. *Food Environ Virol*. 2021;13(1):44-52. doi: 10.1007/s12560-020-09448-8
- Bahk YY, Kim MH, Kim TS, et al. Occurrence of four waterborne viruses at five typical raw water resources in the Republic of Korea during August 2013 to February 2019. *J Microbiol*. 2020;58(11):915-925. doi: 10.1007/s12275-020-0231-0
- Aw TG, Gin KY. Environmental surveillance and molecular characterization of human enteric viruses in tropical urban wastewaters. *J Appl Microbiol*. 2010;109(2):716-730. doi: 10.1111/j.1365-2672.2010.04701.x
- Bergamaschi B, Rodrigues MT, Silva JVS, et al. Moving beyond classical markers of water quality: Detection of enteric viruses and genotoxicity in water of the Sinos River. *Braz J Biol*. 2015;75(2 Suppl):63-67. doi: 10.1590/1519-6984.1713
- Jovanović Galović A, Bijelović S, Milošević V, et al. Testing for viral material in water of public bathing areas of the Danube during summer, Vojvodina, Serbia, 2014. *Euro Surveill*. 2016;21(15). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.15.30196
- Marcheggiani S, D'Ugo E, Puccinelli C, et al. Detection of emerging and re-emerging pathogens in surface waters close to an urban area. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(5):5505-5527. doi: 10.3390/ijerph120505505
- Janahi EM, Mustafa S, Parkar SFD, Naser HA, Eisa ZM. Detection of enteric viruses and bacterial indicators in a sewage treatment center and shallow water bay. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(18):6483. doi: 10.3390/ijerph17186483
- Ivanova OE, Yarmolskaya MS, Eremeeva TP, et al. Environmental surveillance for poliovirus and other enteroviruses: Long-term experience in Moscow, Russian Federation, 2004–2017. *Viruses*. 2019;11(5):424. (In Russ.) doi: 10.3390/v11050424
- Bubba L, Benschop KSM, Blomqvist S, et al. Wastewater surveillance in Europe for non-polio enteroviruses and beyond. *Microorganisms*. 2023;11(10):2496. doi: 10.3390/microorganisms11102496
- Brinkman NE, Fout GS, Keely SP. Retrospective surveillance of wastewater to examine seasonal dynamics of enterovirus infections. *mSphere*. 2017;2(3):e00099-17. doi: 10.1128/mSphere.00099-17

Сведения об авторах:

✉ **Бадамшина** Гульнара Галимяновна – д.м.н., заведующий отделом микробиологических исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» Роспотребнадзора; доцент кафедры гигиены, медицины труда ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; e-mail: ggbadamshina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0088-6422>.

Гафарова Ляйсан Фаридовна – заведующий лабораторией бактериологических исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» Роспотребнадзора; аспирант кафедры микробиологии Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета; e-mail: gafarova.lf@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1754-0452>.

Трухина Галина Михайловна – д.м.н., профессор, заведующий отделом микробиологических методов исследования факторов окружающей среды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: trukhina@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9955-7447>.

Попцова Елена Анатольевна – главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Марий Эл» Роспотребнадзора; e-mail: e-poptsova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3542-008X>.

Гончарова Анна Валерьевна – заведующий лабораторией диагностики особо опасных инфекций и вирусных инфекций ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» Роспотребнадзора; e-mail: goncharova.av@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4368-8495>.

Зайцева Наталья Николаевна – д.м.н., директор ФБУН «ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной» Роспотребнадзора; e-mail: vtashca@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5370-4026>.

Полянина Анастасия Викторовна – к.м.н., заместитель директора по научной работе, ведущий научный сотрудник – заведующий лабораторией эпидемиологии вирусных гепатитов ФБУН «ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной» Роспотребнадзора; e-mail: polyanina.anastasia@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1258-5467>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Бадамшина Г.Г.*, сбор данных: *Бадамшина Г.Г.*, *Гафарова Л.Ф.*, *Попцова Е.А.*, *Гончарова А.В.*; анализ и интерпретация результатов: *Бадамшина Г.Г.*, *Трухина Г.М.*, *Зайцева Н.Н.*, *Полянина А.В.*; литературный обзор: *Бадамшина Г.Г.*, *Гафарова Л.Ф.*, *Гончарова А.В.*; подготовка рукописи: *Бадамшина Г.Г.*, *Гафарова Л.Ф.*, *Гончарова А.В.*, *Зайцева Н.Н.*, *Полянина А.В.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике, так как не содержит результаты клинических исследований (испытаний) с участием людей или животных в качестве испытуемых.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: соавтор статьи Трухина Г.М. является членом редакционной коллегии журнала «Здоровье населения и среда обитания», остальные соавторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 03.09.25 / Принята к публикации: 06.11.25 / Опубликовано: 28.11.25

Author information:

✉ Gulnara G. **Badamshina**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Microbiology, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Tatarstan; Associate Professor, Department of Hygiene and Occupational Medicine, Kazan State Medical University; e-mail: ggbadamshina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0088-6422>.

Lyaysan F. **Gafarova**, Head of the Bacteriology Laboratory, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Tatarstan; Postgraduate student, Department of Microbiology, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan (Volga Region) Federal University; e-mail: gafarova.lf@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1754-0452>.

Galina M. **Trukhina**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of the Department of Microbiological Methods of Testing of Environmental Factors, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: trukhina@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9955-7447>.

Elena A. **Poptsova**, Head Doctor of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Mari El; e-mail: e-poptsova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3542-008X>.

Anna V. **Goncharova**, Head of the Laboratory for Diagnosis of Quarantinable Diseases and Viral Infections, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Tatarstan; e-mail: goncharova.av@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4368-8495>.

Natalya N. **Zaitseva**, Dr. Sci. (Med.), Director, Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology; e-mail: vtashca@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5370-4026>.

Anastasia V. **Polyanina**, Cand. Sci. (Med.), Deputy Director for Research, Leading Researcher, Head of the Laboratory of Epidemiology of Viral Hepatitis, Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology; e-mail: polyanina.anastasia@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1258-5467>.

Author contributions: study conception and design: *Badamshina G.G.*; data collection: *Badamshina G.G.*, *Gafarova L.F.*, *Poptsova E.A.*, *Goncharova A.V.*; analysis and interpretation of results: *Badamshina G.G.*, *Trukhina G.M.*, *Zaitseva N.N.*, *Polyanina A.V.*; bibliography compilation and referencing: *Badamshina G.G.*, *Gafarova L.F.*, *Goncharova A.V.*; draft manuscript preparation: *Badamshina G.G.*, *Gafarova L.F.*, *Goncharova A.V.*, *Zaitseva N.N.*, *Polyanina A.V.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: Prof. Trukhina is a member of the editorial board of the journal *Public Health and Life Environment*; other authors have no conflicts of interest to declare.

Received: September 3, 2025 / Accepted: November 6, 2025 / Published: November 28, 2025