

Анализ динамики выделения и особенностей биологических свойств штаммов *Vibrio cholerae*, изолированных в ходе мониторинга водных объектов окружающей среды г. Ростова-на-Дону в 2024 г.

Л.А.Егиазарян, Е.А.Меньшикова, М.И.Ежова, О.А.Подойницына, В.С.Казьмина,
В.Д.Кругликов, Н.Е.Гаевская, Е.Д.Теплякова

ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону,
Российская Федерация

При проведении планового мониторинга холеры поверхностных водоемов в 2024 г. в г. Ростове-на-Дону были выделены токсигенные и нетоксигенные вибрионы серогрупп O1 и неO1/неO139.

Цель исследования: анализ динамики выделения и биологических свойств штаммов *Vibrio cholerae*, изолированных в ходе мониторинговых исследований водных объектов окружающей среды г. Ростова-на-Дону на наличие холерных вибрионов в 2024 г. из стационарных точек отбора проб.

Материалы и методы. Отбор проб проводили еженедельно из стационарных точек, закрепленных за ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора. Организацию и проведение исследований осуществляли в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Удельный вес выделенных штаммов холерных вибрионов серогрупп O1 и неO1/неO139 считали от общего числа изолированных штаммов в период мониторинговых исследований поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону.

Результаты и обсуждение. Всего за анализируемый период было исследовано 233 пробы из водных объектов окружающей среды (ООС) г. Ростова-на-Дону. Изолировано и идентифицировано 184 штамма холерных вибрионов, из них 8 штаммов *V. cholerae* O1 (4,4%), два из которых являлись эпидемически значимыми (токсигенными), и 176 штаммов *V. cholerae* неO1/неO139 (95,6%). На территории г. Ростова-на-Дону из поверхностных водоемов регистрируют единичные случаи выделения токсигенных штаммов холерных вибрионов, вероятно связанные с неустановленными завозами.

Заключение. В 2024 г. продолжалось выделение нетоксигенных и единичных токсигенных штаммов холерных вибрионов O1 из ООС на фоне эпидемического благополучия по холере. Кроме того, по сравнению с 2023 г. отмечалось нарастание с апреля по октябрь числа штаммов холерных вибрионов серогрупп неO1/неO139. Водные ООС могут служить фактором распространения инфекции в случае завоза холеры, что свидетельствует о целесообразности мониторинговых исследований.

Ключевые слова: холера, мониторинг, объекты окружающей среды, штаммы *Vibrio cholerae* серогрупп O1 и неO1/неO139, токсигенный, нетоксигенный

Для цитирования: Егиазарян Л.А., Меньшикова Е.А., Ежова М.И., Подойницына О.А., Казьмина В.С., Кругликов В.Д., Гаевская Н.Е., Теплякова Е.Д. Анализ динамики выделения и особенностей биологических свойств штаммов *Vibrio cholerae*, изолированных в ходе мониторинга водных объектов окружающей среды г. Ростова-на-Дону в 2024 г. Бактериология. 2026; 11(1): 13–18. DOI: 10.20953/2500-1027-2026-1-13-18

Analysis of the isolation dynamics and biological properties of *Vibrio cholerae* strains isolated during monitoring of environmental water objects in Rostov-on-Don in 2024

L.A.Egiazaryan, E.A.Menshikova, M.I.Ezhova, O.A.Podoinitsyna, V.S.Kazmina,
V.D.Kruglikov, N.E.Gaevskaya, E.D.Teplyakova

Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор, Rostov-on-Don, Russian Federation

Для корреспонденции:

Егиазарян Лиана Альбертовна, младший научный сотрудник отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора

Адрес: 344002, Ростов-на-Дону, ул. М.Горького, 117/40

Телефон: (863) 240-9133

E-mail: egiazaryan_la@antiplague.ru

ORCID: 0000-0001-6350-065X

Статья поступила 29.08.2025, принята к печати 30.03.2026

For correspondence:

Liana A. Eghiazaryan, Junior Researcher at the Department of Microbiology of Cholera and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор

Address: 117/40 M.Gorky str., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation

Phone: (863) 240-9133

E-mail: egiazaryan_la@antiplague.ru

ORCID: 0000-0001-6350-065X

The article was received 29.08.2025, accepted for publication 30.03.2026

During the planned monitoring of cholera in surface reservoirs in 2024, toxigenic and non-toxic vibriions of the O1 and neO1/neO139 serogroups were isolated in Rostov-on-Don.

The purpose of the study: to analyze the results of the dynamics of isolation and biological properties of *Vibrio cholerae* strains isolated during monitoring studies of environmental water bodies in Rostov-on-Don for the presence of vibrio cholerae in 2024 from stationary sampling points.

Materials and methods. Sampling was carried out weekly from stationary points assigned to the Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor. The organization and conduct of research was carried out in accordance with the current regulatory and methodological documents. The specific gravity of isolated strains of cholera vibriions O1 and neO1/neO139 serogroups was calculated from the total number of isolated strains during monitoring studies of surface reservoirs in Rostov-on-Don.

Results and discussion. In total, 233 samples from water bodies of the environment (environmental protection) were examined during the analyzed period. Rostov-on-Don. 184 strains of vibrio cholerae were isolated and identified, including eight strains of *V. cholerae* O1 (4.3%), two of which were epidemiologically significant (toxigenic) and 176 strains of *V. cholerae* nonO1/nonO139 (95.6%). In the territory of Rostov-on-Don, isolated cases of release of toxigenic strains of cholera vibriions from surface reservoirs are recorded, probably related to unidentified shipments.

Conclusions. In 2024, the isolation of non-toxic and single toxic strains of vibrio cholerae O1 from the environmental protection System continued against the background of epidemic cholera well-being. In addition, there was an annual (compared to 2023) quantitative increase in the number of neO1/neO139 serogroup cholera vibrio strains from April to October. Aquatic environmental management systems can serve as a factor in the spread of infection in the case of cholera importation, which indicates the expediency of monitoring studies.

Key words: cholera, monitoring, environmental objects, *Vibrio cholerae* strains of O1 and nonO1/nonO139 serogroups, toxic, non-toxic

For citation: Egiazaryan L.A., Menshikova E.A., Ezhova M.I., Podoinitsyna O.A., Kazmina V.S., Kruglikov V.D., Gaevsкая N.E., Teplyakova E.D. Analysis of the isolation dynamics and biological properties of *Vibrio cholerae* strains isolated during monitoring of environmental water objects in Rostov-on-Don in 2024. Bacteriology. 2026; 11(1): 13–18. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2026-1-13-18

Нетоксигенные штаммы холерных вибрионов серогруппы O1 выделяются из водных объектов на территории Российской Федерации (РФ) практически ежегодно. Это свидетельствует о том, что в воде поверхностных водоемов имеются благоприятные условия для циркуляции холерных вибрионов, а значит, есть возможность реализации риска распространения инфекции водным путем в случае контаминации водных экосистем эпидемически значимым штаммом *Vibrio cholerae* O1. Обнаружение таких штаммов на фоне эпидемического благополучия по холере можно расценивать как неустановленный завод из одной из азиатских стран, где такие штаммы циркулируют [1].

В рамках эпидемиологического надзора за холерой на территории РФ одним из приоритетных направлений является информационный анализ распространения возбудителя в объектах окружающей среды (ООС) на различных территориях страны для оценки эпидемиологической ситуации по данной инфекции, а также выявление внутренних и внешних рисков развития осложнений эпидемиологического характера [2].

Ростов-на-Дону относится к территориям I типа по эпидемическим проявлениям холеры. В подавляющем числе случаев ведущую роль в распространении холеры играет водный фактор передачи [3]. При эпидемиологической оценке условий водоснабжения и водопользования на таких территориях устанавливается высокая или повышенная степень потенциальной опасности водного пути распространения возбудителя холеры. Ежегодно в поверхностных водоемах г. Ростова-на-Дону выделяются холерные вибрионы серогруппы O1, также регистрируются единичные случаи обнаружения токсигенных штаммов. Кроме того, в период мониторинговых исследований на холеру (с апреля по октябрь) выделяются холерные вибрионы серогрупп neO1/neO139, которые являются обитателями водных объектов, способными вызывать у людей спорадические слу-

чай и локальные вспышки острых кишечных инфекций различной степени тяжести и заболевания с внекишечной локализацией [4].

Санитарно-гигиенические условия, выраженные миграционные процессы, наличие зон отдыха, транспортные связи с зарубежными странами способствуют сохранению высокой степени опасности завоза, возникновения вспышек и распространения холеры на территориях РФ, в т.ч. в г. Ростове-на-Дону.

Вышеперечисленные обстоятельства свидетельствуют о необходимости анализа и оценки результатов мониторинга холеры водных экосистем [5].

Цель исследования: анализ динамики выделения и биологических свойств штаммов *V. cholerae*, изолированных в ходе мониторинговых исследований водных объектов окружающей среды г. Ростова-на-Дону на наличие холерных вибрионов в 2024 г. из стационарных точек отбора проб.

Материалы и методы

Исследования проводили на основании действующих нормативных документов [3, 6, 7].

Пробы воды поверхностных водоемов отбирали еженедельно с апреля по октябрь включительно, что было обусловлено неблагоприятной эпидемической ситуацией по холере в мире и, следовательно, повышенными рисками завоза холеры, в т.ч. на территорию Ростовской области. Отбор проб осуществляли в стационарных точках отбора, закрепленных за ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора. За анализируемый период исследования проводились по 6 стационарным точкам (р. Темерник, р. Дон). Кроме того, по эпидпоказаниям проводились исследования проб из дополнительных точек.

Удельный вес штаммов холерных вибрионов и выделенных *V. cholerae* O1 и *V. cholerae* neO1/neO139 рассчитывали

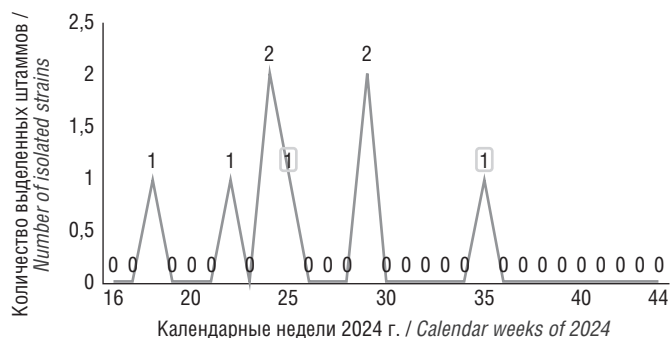


Рис. 1. Динамика выделения токсигенных (обозначены красным) и нетоксигенных (обозначены черным) штаммов *V. cholerae* O1 в г. Ростове-на-Дону по календарным неделям в 2024 г.

Fig. 1. The dynamics of the release of toxigenic (indicated in red) and non-toxic (indicated in black) strains of *V. cholerae* O1 in Rostov-on-Don by calendar weeks in 2024.

от общего числа изолированных штаммов в период мониторинговых исследований поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону.

Выделение и идентификацию холерных вибрионов проводили с использованием бактериологических, серологических и молекулярно-биологических методов исследований. Секвенирование изолированных штаммов проводили на платформе MiSeq (Illumina) [8].

Результаты

Всего за анализируемый период было исследовано 233 пробы из водных ООС г. Ростова-на-Дону. Изолировано и идентифицировано 184 штамма холерных вибрионов. Из них – 8 штаммов *V. cholerae* O1 (4,4%), два из которых являлись эпидемически значимыми (токсигенными). Кроме того, было изолировано 176 (95,6%) штаммов *V. cholerae* неO1/неO139 (рис. 1).

Большинство штаммов *V. cholerae* O1 выделено из реки Темерник – 7 штаммов *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa: 2 штамма – (*ctxA*⁺*tcpA*⁺); 5 штаммов – (*ctxA*⁻*tcpA*⁺).

Из реки Дон – 1 штамм *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa (*ctxA*⁻*tcpA*⁺).

Первый штамм *V. cholerae* O1 El Tor был выделен 02.05.2024 при температуре воды водоема 14°C, последний – токсигенный штамм *V. cholerae* O1 El Tor – выделен 29.08.2024 при температуре воды 19°C Референс-центром по мониторингу за холерой (ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора).

При мониторинговых исследованиях проб из ООС с апреля по октябрь включительно наибольшее количество штаммов *V. cholerae* O1 было выделено в июне – 3 штамма: 2 нетоксигенных (25,0% от общего количества изолированных штаммов *V. cholerae* O1) и 1 токсигенный (12,5%). По 2 штамма было выделено в мае (25,0%) и в июле (25,0%) соответственно, в августе – 1 (12,5%) токсигенный штамм (рис. 2).

Все изолированные штаммы *V. cholerae* O1 были типичны по родовым и видовым свойствам и принадлежали к биовару Эль Тор, серовару Огава. Холерные вибрионы серогруппы O139 и R-варианта за изучаемый период из исследуемых точек выделены не были.

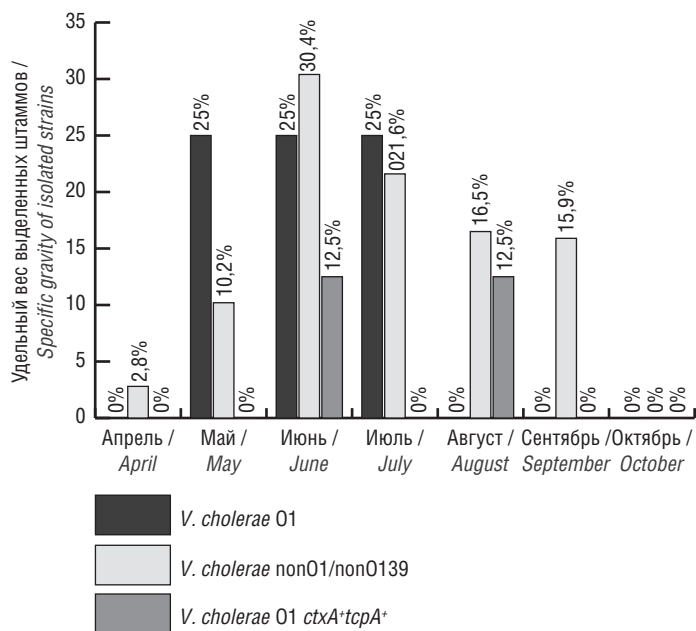


Рис. 2. Сезонность выделения и удельный вес холерных вибрионов серогрупп O1 и неO1/неO139, изолированных из водных объектов в г. Ростове-на-Дону в 2024 г.

Fig. 2. The seasonality of the release and specific gravity of cholera vibriions O1 and nonO1/nonO139 serogroups isolated from water bodies in Rostov-on-Don in 2024.

Токсигенные штаммы холерных вибрионов (2 штамма), выделенные в г. Ростове-на-Дону из реки Темерник (стационарная точка №4 – устье впадения в р. Дон), по данным филогенетического анализа образовали отдельный клональный комплекс с водными изолятами, которые были выделены из этой точки ранее, и имели генотип *ctxB1* (classical) *tcpA* El Tor *rtxA1* (prototype), интактные острова пандемичности VSP-I и VSP-II без делеций. В настоящее время они обладают невысоким эпидемическим потенциалом [9].

В ходе мониторинга поверхностных водоемов на фоне эпидемического благополучия регистрировали единичные случаи выделения токсигенных холерных вибрионов, которые не сопровождалось распространением инфекции. Их происхождение может быть связано как с сохранением в водоемах, так и с новыми завозами.

Что касается водных *ctxA*-штаммов, то анализ показал, что они не являются завозными, эпидемически значимыми. Вместе с тем такие штаммы могут вызывать спорадические случаи заболевания с клиническими проявлениями гастроэнтерита за счет экспрессии генетических детерминант целого ряда факторов патогенности [10–12].

Принадлежность к определенному фаготипу (11-й фаготип) удалось установить у 4 штаммов *V. cholerae* O1 (50,0% от общего числа штаммов O1), выделенных из ООС. Остальные штаммы не типировались.

Анализ фагочувствительности/фагорезистентности свидетельствовал о том, что 8 штаммов *V. cholerae* O1 (100,0%) были чувствительными к фагу Эльтор и резистентными к классическому фагу.

За 2024 г. каких-либо индивидуальных особенностей и тенденции к нарастанию антибиотикорезистентности среди

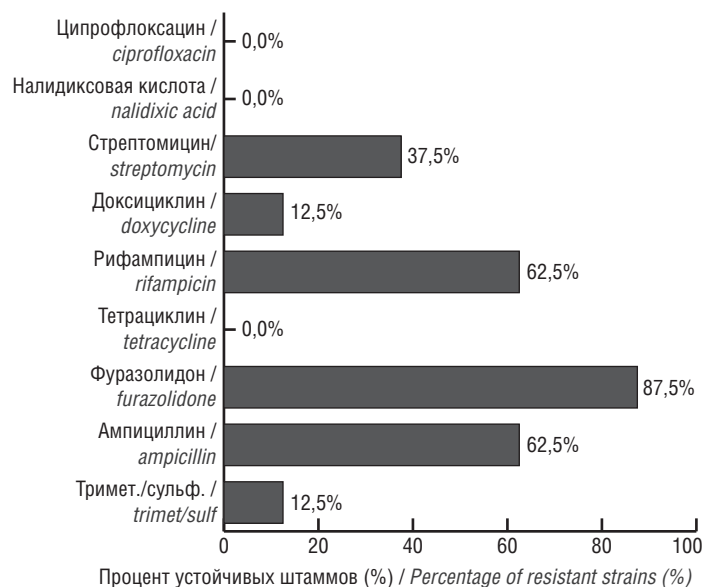


Рис. 3. Антибиотикорезистентность холерных вибрионов серогруппы O1, выделенных из ООС в г. Ростове-на-Дону в 2024 г.
 Fig. 3. Antibiotic resistance of cholera vibrios of serogroup O1 isolated from the hazardous waste disposal facility in Rostov-on-Don in 2024.

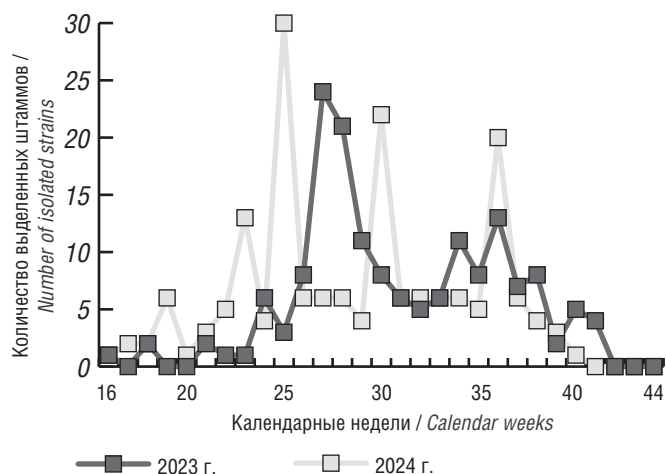


Рис. 4. Динамика выделения токсигенных и нетоксигенных штаммов *V. cholerae* неO1/неO139 в г. Ростове-на-Дону по календарным неделям за 2023–2024 гг.
 Fig. 4. Dynamics of the isolation of toxigenic and non-toxicogenic strains of *V. cholerae* non O1/non O139 in Rostov-on-Don by calendar weeks for 2023–2024.

клинических штаммов серогрупп O1, неO1/неO139 и водных штаммов O1 выявлено не было.

Антибиотикограмма водных изолятов *V. cholerae* O1 EI Tor показала наличие устойчивости к триметоприм/сульфаметоксазолу (12,5%), ампициллину (62,5%), фуразолидону (87,5%), рифампицину (62,5%), доксициклину (12,5%), стрептомицину (37,5%) (рис. 3).

Штаммов, резистентных к ципрофлоксацину, налидиксовой кислоте и тетрациклинам, выявлено не было.

Кроме того, следует отметить ежегодное количественное нарастание с апреля по сентябрь числа штаммов возбудителя холеры серогруппы неO1/неO139. Так, в 2023 г. из поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону было выделено 157 (93,4%) штаммов *V. cholerae* неO1/неO139, тогда как в 2024 г. за этот же период было изолировано 176 (95,6%)

штаммов при температурах ниже оптимальных для роста и размножения возбудителя [13].

Наибольшее количество данных штаммов за изучаемый период было обнаружено в пробах из рек Дон и Темерник: в июне – 62 штамма (35,0% от общего числа вибрионов неO1/неO139) при температуре воды 23°C и в июле – 44 (25,0%) штамма при температуре 24°C. Все штаммы были нетоксигенными (в полимеразной цепной реакции не содержали генов *ctxA* и *tcpA*) (рис. 4).

Заключение

Обнаружение холерных вибрионов серогруппы O1 при температуре воды ниже 15°C обуславливает целесообразность более раннего начала мониторинга холеры (апрель) и более позднего его окончания (октябрь-ноябрь).

Нетоксигенные штаммы холерных вибрионов серогруппы O1 выделяются из водных объектов города практически ежегодно. Это свидетельствует о том, что в воде поверхностных водоемов имеются благоприятные условия для циркуляции холерных вибрионов. Обнаружение токсигенных штаммов холерных вибрионов в водных объектах на фоне эпидемического благополучия по холере можно расценивать как неуставленные завозы. Приведенные данные свидетельствуют о возможности реализации риска распространения инфекции водным путем в случае контаминации водных экосистем.

Вибрионы серогруппы неO1/неO139 вызывают вспышки кишечных инфекций и играют роль в этиологии острых кишечных инфекций во всем мире, представляют потенциальную угрозу здоровью населения нашего региона.

Водные ООС г. Ростова-на-Дону могут служить фактором распространения инфекции в случае завоза холеры, что свидетельствует о целесообразности мониторинговых исследований.

Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

Financial support

No financial support has been provided for this work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

Вклад авторов

Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Author contribution

All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Литература

1. Попова АЮ, Носков АК, Ежлова ЕБ, Кругликов ВД, Миронова ЛВ, Монахова ЕВ, и др. Ретроспективный анализ эпидемиологической ситуации по холере в

- Донбасском регионе, Запорожской и Херсонской областях. Здоровье населения и среда обитания – ЗНИСО. 2023;31(11):82-93. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-82-93
- Ежова МИ, Могиленко ВС, Дегтерева ОН, Меньшикова ЕА, Дуванова ОН, Егиазарян ЛА, и др. Динамика контаминации холерными вибрионами водных объектов окружающей среды г. Ростова-на-Дону и характеристика биологических свойств выделенных штаммов. Медицинский вестник Юга России. 2025;16(1):81-88. DOI: 10.21886/2219-8075-2025-16-1-81-88
 - МУК 4.2.3746-22 Организация и проведение лабораторной диагностики холеры в лабораториях различного уровня (с Изменением №1) – docs.cntd.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/350414419> (дата обращения: 23.01.2026).
 - Монахова ЕВ, Архангельская ИВ. Холерные вибрионы неО1/неО139 серогрупп в этиологии острых кишечных инфекций: современная ситуация в России и в мире. Проблемы особо опасных инфекций. 2016;2:14-23. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-2-14-23
 - Эпидемический надзор за холерой в СССР. Мединский ГМ, Наркевич МИ, Сергиев ВП, Адамов НК. М.: Медицина, 1989.
 - СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней».
 - МУК 4.2.3745-22. Методы лабораторной диагностики холеры (с Изменением №1) – docs.cntd.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/350413501> (дата обращения: 23.01.2026).
 - Bankevich A, Nurk S, Antipov D, Gurevich AA, Dvorkin M, Kulikov AS, et al. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. J Comput Biol. 2012 May;19(5):455-77. DOI: 10.1089/cmb.2012.0021
 - Крицкий АА, Смирнова НИ, Каляева ТБ, Оброткина НФ, Грачева ИВ, Катышев АД, и др. Сравнительный анализ молекулярно-генетических свойств нетоксигенных штаммов *Vibrio cholerae* O1 биовара Эль Тор, изолированных в России и на эндемичных по холере территориях. Проблемы особо опасных инфекций. 2021;3:72-82. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-3-72-82
 - Миронова ЛВ, Бочалгин НО, Гладких АС, Феранчук СИ, Пономарева АС, Балахонов СВ. Филогенетическое положение и особенности структуры геномов ctxAB–tcpA+ *Vibrio cholerae* из поверхностных водоемов на неэндемичной по холере территории. Проблемы особо опасных инфекций. 2020;1:115-123. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-115-123
 - Esteves K, Mosser T, Aujoulat F, Hervio-Heath D, Monfort P, Jumas-Bilak E. Highly diverse recombining populations of *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* in French Mediterranean coastal lagoons. Front Microbiol. 2015 Jul 16;6:708. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00708
 - Kirchberger PC, Orata FD, Barlow EJ, Kauffman KM, Case RJ, Polz MF, et al. A Small Number of Phylogenetically Distinct Clonal Complexes Dominate a Coastal *Vibrio cholerae* Population. Appl Environ Microbiol. 2016 Aug 30;82(18):5576-86. DOI: 10.1128/AEM.01177-16
 - Меньшикова ЕА, Архангельская ИВ, Левченко ДА, Курбатова ЕМ, Кругликов ВД, Титова СВ. Влияние температурных флуктуаций воды поверхностных водоемов города Ростова-на-Дону на циркуляцию холерных вибрионов. Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А.Овчинникова. 2014;14(4):14-20.
 - properties of isolated strains. Medical Herald of the South of Russia. 2025;16(1):81-88. DOI: 10.21886/2219-8075-2025-16-1-81-88 (In Russian).
 - МУК 4.2.3746-22 Organization and implementation of laboratory diagnostics of cholera in laboratories of various levels (with Amendment No 1) – docs.cntd.ru [Electronic resource]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/350414419> (accessed 23.01.2026). (In Russian).
 - Monakhova EV, Arkhangelskaya IV. Cholera vibrios of non-O1/non-O139 serogroups in the etiology of acute intestinal infections: the current situation in Russia and in the world. Probl. Especially Dangerous Inf. 2016;2:14-23. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-2-14-23 (In Russian).
 - Epidemiological surveillance of cholera in the USSR. Medinsky GM, Narkevich MI, Sergiev VP, Adamov NK. M.: Medicine, 1989. (In Russian).
 - SanPiN 3.3686-21 "Sanitary and epidemiological requirements for the prevention of infectious diseases". (In Russian).
 - МУК 4.2.3745-22 Methods of laboratory diagnostics of cholera (with Amendment No 1) – docs.cntd.ru [Electronic resource]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/350413501> (accessed 23.01.2026). (In Russian).
 - Bankevich A, Nurk S, Antipov D, Gurevich AA, Dvorkin M, Kulikov AS, et al. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. J Comput Biol. 2012 May;19(5):455-77. DOI: 10.1089/cmb.2012.0021
 - Kritsky AA, Smirnova NI, Kalyaeva TB, Obrotkina NF, Gracheva IV, Katshev AD, et al. Comparative analysis of molecular genetic properties of non-toxicogenic strains of *Vibrio cholerae* O1 biovar El Tor isolated in Russia and in cholera-endemic areas. Problems of Especially Dangerous Infections. 2021;3:72-82. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-3-72-82 (In Russian).
 - Mironova LV, Bochalgin NO, Gladkikh AS, Feranchuk SI, Ponomareva AS, Balakhonov SV. Phylogenetic position and structural features of ctxAB–tcpA+ *Vibrio cholerae* genomes from surface water bodies in a non-endemic cholera area. Problems of Especially Dangerous Infections. 2020;1:115-123. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-115-123 (In Russian).
 - Esteves K, Mosser T, Aujoulat F, Hervio-Heath D, Monfort P, Jumas-Bilak E. Highly diverse recombining populations of *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* in French Mediterranean coastal lagoons. Front Microbiol. 2015 Jul 16;6:708. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00708
 - Kirchberger PC, Orata FD, Barlow EJ, Kauffman KM, Case RJ, Polz MF, et al. A Small Number of Phylogenetically Distinct Clonal Complexes Dominate a Coastal *Vibrio cholerae* Population. Appl Environ Microbiol. 2016 Aug 30;82(18):5576-86. DOI: 10.1128/AEM.01177-16
 - Menshikova EA, Arkhangelskaya IV, Levchenko DA, Kurbatova EM, Kruglikov VD, Titova SV. Influence of temperature fluctuations of water in surface reservoirs of the city of Rostov-on-Don on the circulation of cholera vibrios. Bulletin of Biotechnology and Physico-Chemical Biology n.a. Yu.A.Ovchinnikov. 2014;14(4):14-20. (In Russian).
-
- Информация о соавторах:**
Меньшикова Елена Аркадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора
ORCID: 0000-0002-5814-2947
Ежова Мария Ивановна, научный сотрудник отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора
ORCID: 0000-0003-4254-3313
Подойницына Оксана Андреевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора
ORCID: 0000-0002-9996-4189
Казьмина Виктория Сергеевна, лаборант отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора
ORCID: 0009-0007-0942-8918

References

- Popova AYU, Noskov AK, Ezhlova EB, Kruglikov VD, Mironova LV, Monakhova EV, et al. Retrospective analysis of the cholera situation in the Donbass Region, Zaporozhye and Kherson Regions. Public Health and Life Environment – PH&LE. 2023;31(11):82-93. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-82-93 (In Russian).
- Ezhova MI, Mogilenko VS, Degtyareva ON, Menshikova EA, Duванова OV, Yeghiazaryan LA, et al. Dynamics of contamination by *Vibrio cholerae* of water bodies of the Rostov-on-Don environment and characteristics of biological

Кругликов Владимир Дмитриевич, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, Врио начальника отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора
ORCID: 0000-0002-6540-2778

Гаевская Наталья Евгеньевна, кандидат медицинских наук, директор ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора
ORCID: 0000-0002-0762-3628

Теплякова Елена Дмитриевна, доктор медицинских наук, первый заместитель министра здравоохранения Ростовской области, Министерство здравоохранения Ростовской области.

Information about co-authors:

Elena A. Menshikova, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Microbiology of Cholera and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор
ORCID: 0000-0002-5814-2947

Maria I. Ezhova, Research Fellow, Department of Cholera Microbiology and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор
ORCID: 0000-0003-4254-3313

Oksana A. Podoinitsyna, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Microbiology of Cholera and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор
ORCID: 0000-0002-9996-4189

Victoria S. Kazmina, laboratory assistant, Department of Microbiology of Cholera and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор
ORCID: 0009-0007-0942-8918

Vladimir D. Kruglikov, MD, PhD, DSc, Chief Researcher, Acting Head of the Department of Microbiology of Cholera and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор
ORCID: 0000-0002-6540-2778

Natalia E. Gaevskaya, PhD, MD, Director of the Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор
ORCID: 0000-0002-0762-3628

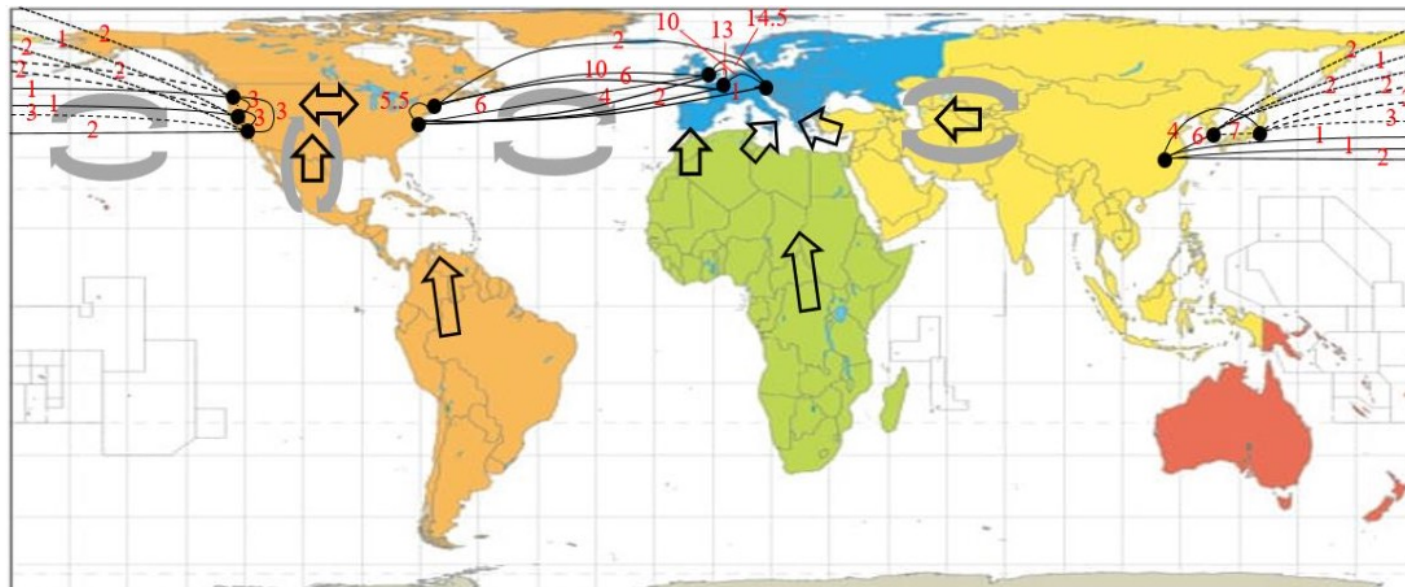
Elena D. Teplyakova, MD, PhD, DSc, First Deputy Minister of Health of the Rostov Region, Ministry of Health of the Rostov Region.

НОВОСТИ НАУКИ

Математическое моделирование распространения COVID-19

В настоящей публикации рассматривается распространение COVID-19 с глобальной точки зрения, используя математический аппарат.

С момента первоначальной вспышки в Ухане, Китай, применяются методы теории графов и матричной алгебры для анализа. Анализ выявил аэропорты Сеула и Лондона как ключевые узлы, требующие усиленного скрининга пассажиров для минимизации риска глобального распространения инфекционных заболеваний посредством воздушных перевозок.



Следует отметить, что след матрицы смежности, характеризующей сеть авиарейсов, прямо пропорционален уровню риска заражения в данной сети.

Исследование демонстрирует, что незначительные модификации структуры сети могут привести к существенному снижению риска заражения при минимальном сокращении пассажиропотока.

Оценка риска заражения, связанного с миграцией населения, представляет собой более сложную задачу по сравнению с оценкой риска, связанного с авиоперевозками, хотя оба фактора взаимосвязаны.

Теория хаоса указывает на то, что при инфекционности заболевания (характеризуемой базовым числом воспроизводства) выше определенного порога (примерно 4), предсказание будущего объема активных случаев становится затруднительным. Это явление обусловлено экстремальной чувствительностью к начальным условиям, что означает, что отдельные случаи могут оказывать значительное влияние на траекторию пандемии, делая точные долгосрочные прогнозы невозможными.