

DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88

УДК 616.932:614.4(470)

А.Ю. Попова<sup>1,2</sup>, А.К. Носков<sup>3</sup>, Е.Б. Ежлова<sup>1</sup>, В.Д. Кругликов<sup>3</sup>, Е.В. Монахова<sup>3</sup>, О.С. Чемисова<sup>3</sup>,  
А.А. Лопатин<sup>4</sup>, С.М. Иванова<sup>4</sup>, О.А. Подойницына<sup>3</sup>, А.С. Водопьянов<sup>3</sup>, Д.А. Левченко<sup>3</sup>, И.В. Савина<sup>3</sup>

### Эпидемиологическая ситуация по холере в Российской Федерации в 2023 г. и прогноз на 2024 г.

<sup>1</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Российская Федерация;  
<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Москва, Российская Федерация;  
<sup>3</sup>ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт», Ростов-на-Дону, Российская Федерация;  
<sup>4</sup>ФКУЗ «Противочумный центр», Москва, Российская Федерация

Представлены анализ и оценка рисков осложнения эпидемиологической ситуации по холере в Российской Федерации и прогноз на 2024 г. Дана краткая характеристика эпидемиологической ситуации по холере в мире в течение десятилетнего периода (2013–2022 гг.). Прогноз завоза холеры в РФ, обусловленный активностью эпидемического процесса в эндемичных странах, подтвердился. В 2023 г. зарегистрировано два случая завоза холеры из Индии. Установлено, что выделенные от больных токсигенные штаммы относились к доминирующей в настоящее время в мире, в том числе в Индии и Бангладеш, «постгаитянской» группе, имеющей генотип *ctxB7 tcpA<sup>CIRS</sup> rtxA4a VSP-IIΔ0495-0512*. Из проб биологического материала от лиц, прибывших из Индии, также выделены нетоксигенные штаммы *Vibrio cholerae* O1, содержащие профаг preCTX и отличающиеся от штамма (*ctxAB tcpA<sup>ET</sup>*), изолированного от больного острой кишечной инфекцией (ОКИ) (Запорожская область, г. Мелитополь). От 13 больных ОКИ изолированы нетоксигенные НАГ-вибрионы, что в 1,9 раза больше, чем в 2022 г. Независимо от завозов, из пробы воды поверхностного водоема выделен штамм *V. cholerae* O1 (*ctxB1+tcpA<sup>ET</sup>*) «прегаитянской» группы. На территории 11 субъектов РФ изолировано 52 нетоксигенных штамма *V. cholerae* O1, что на 18,9 % больше, чем в 2022 г. В 2024 г. сохраняются эпидемиологические риски завоза холеры из эндемичных стран на любую административную территорию РФ. Особенно высоки риски эпидемического проявления холеры на территориях субъектов РФ, находящихся в условиях продолжающейся чрезвычайной ситуации, способствующих увеличению степени контакта населения с водными объектами, контаминированными холерными вибрионами. При возникновении эпидемических очагов холеры на территории соседней страны возникнет высокая вероятность распространения этой инфекции в вышеуказанных субъектах РФ и на других территориях юга России. В условиях отсутствия эпидемических проявлений холеры не исключается вероятность эпизодического обнаружения в пробах воды токсигенных штаммов O1-серогруппы вследствие неустоенных заносов с неблагополучных по холере территорий.

**Ключевые слова:** холера, эпидемиологическая ситуация, эпидемический процесс, *Vibrio cholerae* O1, НАГ-вибрионы, токсигенные и нетоксигенные штаммы, филогенетический анализ, прогноз.

Корреспондирующий автор: Кругликов Владимир Дмитриевич, e-mail: kruglikov\_vd@antiplague.ru.

Для цитирования: Попова А.Ю., Носков А.К., Ежлова Е.Б., Кругликов В.Д., Монахова Е.В., Чемисова О.С., Лопатин А.А., Иванова С.М., Подойницына О.А., Водопьянов А.С., Левченко Д.А., Савина И.В. Эпидемиологическая ситуация по холере в Российской Федерации в 2023 г. и прогноз на 2024 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; 1:76–88. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88

Поступила 09.01.2024. Принята к публ. 01.02.2024.

A.Yu. Popova<sup>1,2</sup>, A.K. Noskov<sup>3</sup>, E.B. Ezhlova<sup>1</sup>, V.D. Kruglikov<sup>3</sup>, E.V. Monakhova<sup>3</sup>, O.S. Chemisova<sup>3</sup>,  
A.A. Lopatin<sup>4</sup>, S.M. Ivanova<sup>4</sup>, O.A. Podoinitsyna<sup>3</sup>, A.S. Vodop'yanov<sup>3</sup>, D.A. Levchenko<sup>3</sup>, I.V. Savina<sup>3</sup>

### Epidemiological Situation on Cholera in the Russian Federation in 2023 and Forecast for 2024

<sup>1</sup>Federal Service for Surveillance on Consumers' Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation;

<sup>3</sup>Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation;

<sup>4</sup>Plague Control Center, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The paper presents an analysis and assessment of risks of complication of epidemiological situation regarding cholera in the Russian Federation and a forecast for 2024. It briefly characterizes the dynamics of the epidemic process around the world during the last decade (2013–2022). The forecast of cholera importation into the Russian Federation, due to activity of the epidemic process in endemic countries, has been confirmed. In 2023, two cases of cholera importation from India were reported. It was established that the toxigenic strains isolated from patients belonged to the currently dominant in the world “post-Haitian” group, including in India and Bangladesh, with the genotype *ctxB7 tcpA<sup>CIRS</sup> rtxA4a VSP-IIΔ0495-0512*. Furthermore, non-toxigenic *Vibrio cholerae* O1 strains were isolated from samples of biological material from persons arriving from India, containing preCTX prophage and distinct from the strain (*ctxAB tcpA<sup>ET</sup>*) isolated from a patient with acute intestinal infection (Zaporozhye Region, Melitopol). Non-toxigenic NAG vibrios were isolated from 13 patients with acute intestinal infections, which is 1.9 times more than in 2022. Regardless of importations, a strain of *V. cholerae* O1 (*ctxB1+tcpA<sup>ET</sup>*) of the “pre-Haitian” group was isolated from a water sample of a surface reservoir. 52 non-toxigenic *V. cholerae* O1 strains were found on the territory of 11 constituent entities of the Russian Federation, which is 18.9 % more than in 2022. In 2024, epidemiological risks of cholera importation from endemic countries to any administrative territory of the Russian Federation remain. The risks of epidemic

manifestations of cholera are especially high in the territories of the constituent entities of the Russian Federation which are under ongoing emergency, due to migration processes, and the impact of other risk-forming factors that contribute to an increase in the degree of contact of the population with water bodies contaminated with cholera vibrios. If epidemic foci of cholera are to emerge in a neighboring country, there will be a high probability of spread of this infection in the stated constituent entities of the Russian Federation and in other territories of southern Russia. In the absence of epidemic manifestations of cholera, the possibility of occasional detection of toxigenic O1 serogroup strains in water samples due to unidentified introductions from cholera-affected areas cannot be ruled out.

**Key words:** cholera, epidemiological situation, epidemic process, *Vibrio cholerae* O1, NAG vibrios, toxigenic and non-toxicogenic strains, phylogenetic analysis, prognosis.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Funding:** The authors declare no additional financial support for this study.

**Corresponding author:** Vladimir D. Kruglikov, e-mail: kruglikov\_vd@antiplague.ru.

**Citation:** Popova A.Yu., Noskov A.K., Ezhlova E.B., Kruglikov V.D., Monakhova E.V., Chemisova O.S., Lopatin A.A., Ivanova S.M., Podoyunitsyna O.A., Vodop'yanov A.S., Levchenko D.A., Savina I.V. Epidemiological Situation on Cholera in the Russian Federation in 2023 and Forecast for 2024. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2024; 1:76–88. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88

Received 09.01.2024. Accepted 01.02.2024.

Popova A.Yu., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2567-9032>  
 Noskov A.K., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>  
 Ezhlova E.B., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8701-280X>  
 Kruglikov V.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6540-2778>  
 Monakhova E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-7777>  
 Chemisova O.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4059-2878>

Lopatin A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5426-3311>  
 Ivanova S.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5426-3311>  
 Podoyunitsyna O.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9996-4189>  
 Vodop'yanov A.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-3231>  
 Levchenko D.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5073-2918>  
 Savina I.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6825-1135>

Эпидемиологическая ситуация по холере в Российской Федерации в 2023 г. определялась имевшими место эпидемическими осложнениями, обусловленными завозами инфекции из Индии, вероятность реализации которых была спрогнозирована в 2022 г. [1]. Наряду с этим в отдельных субъектах РФ из материала от больных изолированы нетоксигенные штаммы *Vibrio cholerae* O1 (Москва, Запорожская область) и *V. cholerae* nonO139 (НАГ-вибрионы) (Москва, Ростов-на-Дону, Донецкая Народная Республика, Ставропольский край, Ростовская и Запорожская области). Обращает на себя внимание, что в большинстве случаев штаммы холерных вибрионов, не относящиеся к группе токсигенных O1 Эль-Тор, обнаруживались в биологическом материале населения южных регионов РФ, что свидетельствует о наличии на этих территориях риск-формирующих факторов и условий, обеспечивающих контакт населения с контаминированными холерными вибрионами объектами, что в условиях продолжающейся чрезвычайной ситуации (ЧС) на юге России может вызвать в 2024 г. эпидемические проявления холеры [2]. Кроме того, на всех административных территориях РФ по-прежнему остаются высокими риски завоза холеры из эндемичных стран в любое время года, что обусловлено динамикой и интенсивностью эпидемического процесса по этой инфекции в мире.

**Эпидемиологическая ситуация по холере в мире.** За десятилетний период (2013–2022 гг.) 71 страна сообщила о 4 308 845 случаях холеры. В различные годы этот показатель колебался от 129 073 в 2013 г. до 1 227 414 в 2017 г. В течение анализируемого периода крупные вспышки зарегистрированы в Йемене с числом пострадавших 1 032 481 (2017 г.), Афганистане – 281 485 (2022 г.), Пакистане – 258 139 (2022 г.), Нигерии – 111 062 (2021 г.), Сомали – 75 414 (2017 г.), Сирии – 61 671

(2022 г.), Демократической Республике Конго (ДРК) – 56 190 (2017 г.) и Эфиопии – 16 601 (2020 г.) [3, 4]. В совокупности на данные вспышки пришлось 41,6 % от всех случаев заболевания в мире за десятилетний период. В структуре общей заболеваемости по-прежнему наибольший удельный вес занимали страны Азии, на которые приходилось 73,1 % случаев холеры, и Африки – 22,5 %.

Динамика и интенсивность эпидемического процесса в мире в течение анализируемого десятилетнего периода в отдельных странах имели существенные отличия. Так, в течение первого пятилетнего периода (2013–2017 гг.) зарегистрировано 1 873 520 случаев в 71 стране, во второй период (2018–2022 гг.) – 2 435 325 (71 страна). Несмотря на введение масштабных ограничительных мероприятий в период пандемии новой коронавирусной инфекции (2020–2021 гг.), количество заболевших во второй пятилетний период возросло в 1,3 раза. Увеличение заболеваемости происходило за счет активного течения эпидемического процесса в 18 странах мира, с наибольшим ростом в Йемене, Афганистане, Нигерии, Мозамбике, Камеруне, Малави, Нигере, Зимбабве и на Филиппинах. Необходимо отметить, что во второй пятилетний период отмечено умеренное уменьшение количества больных в 32 странах, с наибольшими показателями снижения на Гаити, в Южном Судане, Танзании, Сомали, Гане, ДРК и Индии (рис. 1).

Вызывает объективные сомнения достоверность регистрируемого уровня заболеваемости холерой в Индии. За десятилетний период в стране зарегистрировано 42 648 случаев болезни. Необходимо отметить, что в регионе сохраняется высокая миграционная активность населения, в основном связанная с экономической и трудовой деятельностью. Наибольшее количество мигрантов в Индию прибывает из Бангладеш, Пакистана и Афганистана, в меньшей степени – из других стран региона.

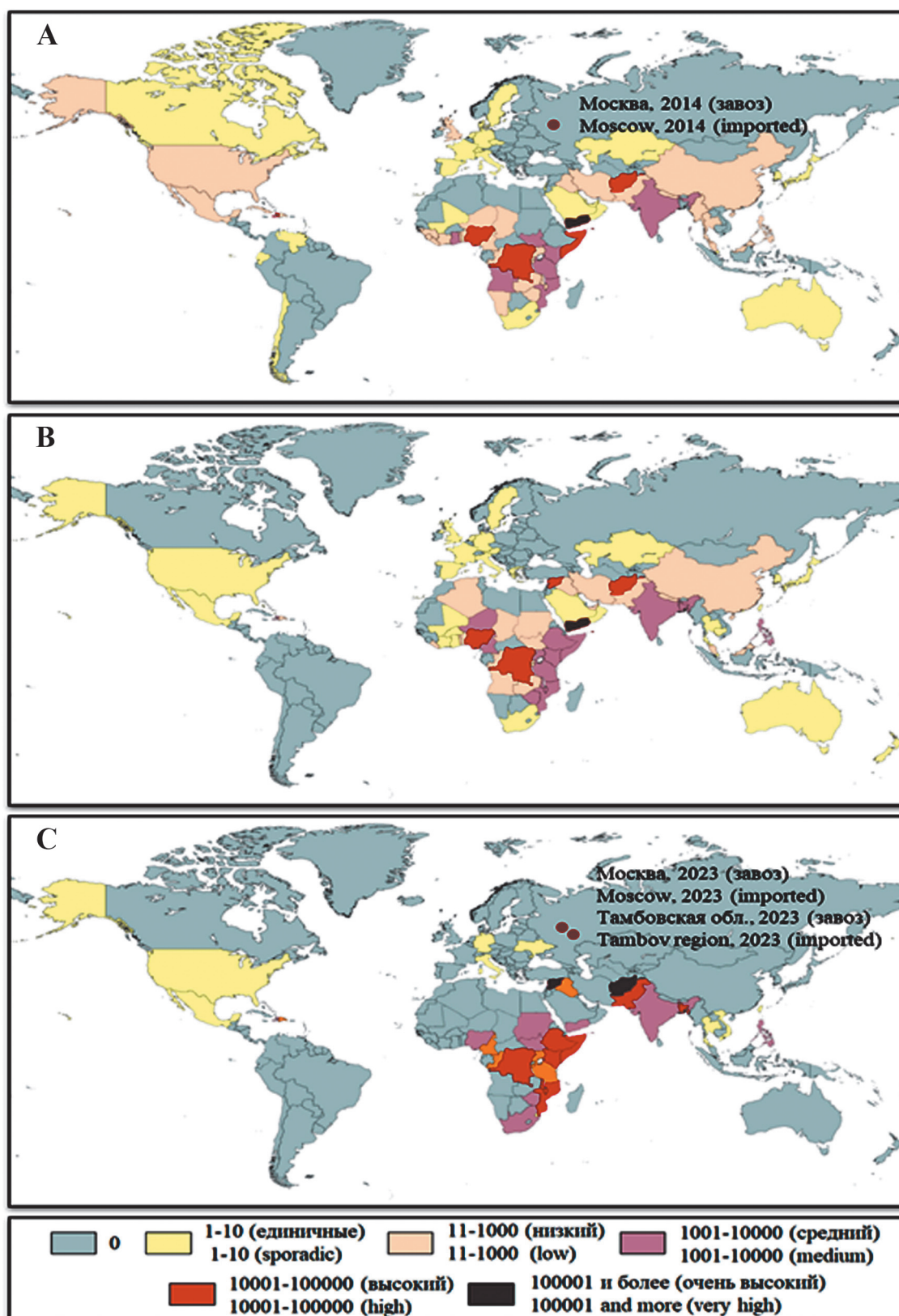


Рис. 1. Среднее количество зарегистрированных случаев холеры (абс.) по странам в период 2013–2017 гг. (А), 2018–2022 гг. (В), количество зарегистрированных случаев холеры (абс.) в 2023 г. (С)

Fig. 1. Average number of reported cholera cases (abs.) in affected countries for the period of 2013–2017 (A), 2018–2022 (B), the number of reported cholera cases (abs.) in 2023 (C)

Центрами миграционного притяжения являются приграничные с Пакистаном и Бангладеш западные и восточные штаты, а также административные тер-

ритории центральной части Индии. Такие миграционные процессы обусловлены общими культурными, религиозными и национальными традициями,

способствующими скорейшей адаптации прибывающего населения. В 2019 г. миграционные потоки в вышеперечисленных странах достигали 3,1 млн, 1,1 млн и 13,5 тыс. человек соответственно [5]. Представленные данные могут косвенно свидетельствовать о высоких рисках распространения холеры в Индию из этих стран и в обратном направлении – из Индии в страны Южной и Юго-Восточной Азии и др. Кроме того, в Индии развита речная сеть, охватывающая многие страны Южной и Юго-Восточной Азии (реки Ганг, Брахмапутра, Инд и др.), что, учитывая схожие природно-климатические условия, религиозные традиции и низкую санитарную культуру местного населения, существенно увеличивает роль водного пути распространения холеры. Отдельно следует отметить, что возбудители этой инфекции, обнаруживаемые на указанных территориях, в том числе продолжающие трансформироваться геноварианты, имеют первичное индийское происхождение [6]. При этом обращает на себя внимание тот факт, что штаммы, циркулирующие в последние годы в Индии и странах Южной и Юго-Восточной Азии, характеризуются сходными генотипами и, несмотря на гетерогенность, выявляемую при SNP-анализе, в основной массе относятся к «гаитянской» либо «постгаитянской» группам (генотип *ctxB7 tcpA<sup>CIRS</sup> rtxA4/4a VSP-IIΔ0495-0512*) [6–8]. По всей видимости, в данном регионе сформировался «резервуар» новых геновариантов, обладающих повышенным эпидемическим потенциалом по сравнению с их предшественниками, что способствует не только их быстрому распространению в Южной Азии, но и импорту в другие, в том числе и неэндемичные, страны. Следовательно, есть все основания считать, что фактический уровень заболеваемости холерой в Индии в 2023 г. и в предшествующий десятилетний период существенно превышал официальные данные. В контексте сказанного считаем необходимым отметить, что глобальные изменения климата, сопровождающиеся природными аномалиями в ранее стабильных климатических зонах, могут способствовать распространению отдельных завозных токсигенных штаммов холерных вибрионов на территории РФ, что, в свою очередь, может привести к эпидемическим осложнениям в любой административной территории страны [6].

В 2023 г. 38 стран сообщили о 856 308 случаях холеры, что выше аналогичного показателя 2022 г. (472 697 случаев) и значительно превышает уровни заболеваемости холерой в период пандемии новой коронавирусной инфекции, когда наблюдались низкие ее значения за счет введения масштабных ограничительных мероприятий в мире (2021 г. – 223 370 случаев, 2020 г. – 305 221). Необходимо отметить, что количество случаев холеры в мире в постпандемийный период неуклонно растет и стремится к уровням допандемийного периода (2019 г. – 856 648 случаев, 2017 г. – 1 235 392). В 2023 г., как и в прошлые годы, основное количество заболевших

пришлось на страны Азии – 73,4 % (628 204 случая) и Африки – 26,3 % (224 964).

В Азии о 628 204 случаях холеры проинформировали 13 стран, в том числе о 1 078 случаях, окончившихся летальными исходами. Наиболее интенсивно эпидемический процесс протекал в странах Юго-Восточной Азии и Восточного Средиземноморья: в Сирии (280 913 случаев / 952 летальных), Афганистане (128 880/63), Пакистане (77 714), Бангладеш (111 510). На эти страны пришлось 95,4 % больных холерой в Азии. В Индии за прошедший год зарегистрировано лишь 2 466 случаев холеры. Анализ доступных сведений за 2023 г. о распространении болезни в этой стране свидетельствует о том, что основное количество заболевших отмечено в южных штатах Индии (Karnataka, Tamil Nadu, Kerala), на которые пришлось 64,6 % случаев холеры. В то же время, даже с учетом социальных и миграционных особенностей, на граничащую с Пакистаном западную и граничащую с Бангладеш восточную, а также центральную части страны приходилось лишь 27,6; 1,1 и 6,7 % зарегистрированных случаев соответственно.

На Африканском континенте заболевания холерой отмечены в 18 странах, зарегистрировано 224 964 больных, в 3 885 случаях тяжелое течение заболевания окончилось летальным исходом. Наиболее интенсивно эпидемический процесс протекал в Малави, где отмечено 59 040 больных, в том числе 1 768 случаев, закончившихся летально, ДРК – 47 816 (349), Мозамбике – 39 694 (156), Эфиопии – 30 000 (404), Кении – 12 256 (205), Зимбабве – 12 414 (67). На эти страны пришлось 89,4 % от всех случаев заболевания в регионе в 2023 г. [9–18].

В странах Карибского бассейна наибольшую озабоченность вызывает продолжающаяся эпидемия холеры в Гаити. На территории этой страны в 2023 г. зарегистрирован 3 131 подтвержденный случай холеры, из них 779 с летальным исходом. Кроме того, в граничащей с Гаити Доминиканской Республике зарегистрировано 111 случаев болезни [19–22] и не исключается дальнейшее развитие эпидемического процесса на территории этой страны.

Единичные случаи холеры в странах Европы, Центральной и Северной Америки в 2023 г. в основном связаны с завозами с эндемичных территорий без дальнейшего распространения. В Европе выявлено три завозных случая холеры: два в Германии и один в Италии [23, 24]. Кроме того, сообщено об одном случае холеры на Украине [25], однако в настоящее время достоверно установить источник инфицирования не представляется возможным. В США отмечено четыре завозных случая, в Мексике – один [26–28].

Таким образом, в 2023 г. эпидемиологическая ситуация по холере в эндемичных странах оценивается как неблагоприятная, с высокими рисками завоза на неэндемичные территории. Актуальными факторами, способствующими активизации эпидемического процесса во многих странах, продолжали оставаться ЧС природного, социального и политического ха-

рактера, которые приводили к нарушению систем водоснабжения и канализования, ограничивали доступ населения к доброкачественной питьевой воде, медицинской помощи и др., а также обуславливали вынужденную миграцию пострадавшего от ЧС населения и, как следствие, высокую скученность в местах их временного пребывания. Кроме того, на эпидемиологическую ситуацию по холере существенно влияли национальные традиции и низкая санитарная культура населения в отдельных странах.

**Эпидемиологическая ситуация по холере в России.** Интенсивность эпидемического процесса в эндемичных по холере странах и динамика распространения инфекции на отдельные неэндемичные территории в совокупности с сопутствующими факторами и условиями социального и экономического характера формировали в 2023 г. и предшествующие годы высокие потенциальные риски завоза холеры в РФ. Реализация прогнозируемых рисков осуществлена в июле и сентябре 2023 г., когда были зарегистрированы два случая завоза холеры из Индии.

В первом случае завоз осуществлен двадцатилетним гражданином Индии, постоянно проживающим в г. Катихар (Katihar – город в штате Bihar на северо-востоке Индии, граничащем с Непалом, а на востоке находящемся в непосредственной близости от границы с Бангладеш), прибывшим на территорию РФ 13 июля в составе группы трудовых мигрантов. Отдельно необходимо отметить, что маршрут передвижения группы индийских граждан, состоящей из 74 человек, к месту трудовой деятельности подразумевал использование различных видов транспорта и мест массового скопления людей, что обуславливало высокие риски распространения инфекции: самолет – рейс Дели – Москва, на котором находилось 240 пассажиров и 9 членов экипажа; международный аэропорт Шереметьево, где ежедневное количество пассажиров на внутренних и международных рейсах превышает 75 тыс. человек; заказной автобус от аэропорта Шереметьево к месту размещения в общежитии коммерческой организации в г. Рассказово (Тамбовская область), с остановкой для отдыха и приема пищи в кафе (Рязанская область); значительная часть маршрута осуществлялась по федеральной трассе М-4 «Дон», загрузка которой в пиковые дни июля достигает 90 тыс. проходов автомобилей в сутки.

Первые симптомы инфекционного заболевания в виде выраженной слабости у гражданина Индии появились на борту самолета 13.07.2023, 14 июля (в общежитии) присоединились частый, до восьми раз в сутки, жидкий стул и многократная рвота. Отмечено повышение температуры тела до 38 °С, что, по-видимому, и вызвало затруднения в постановке диагноза холеры у фельдшера медицинского пункта коммерческой организации. Заболевший был помещен в изолятор медпункта, где оставался под наблюдением до 17.07.2023, откуда госпитализирован бригадой скорой медицинской помощи в отдельный

бокс инфекционного отделения Центральной районной больницы г. Рассказово с предварительным диагнозом «острая кишечная инфекция, обезвоживание легкой степени». На основании клинических и эпидемиологических данных, а также результатов исследований ускоренными и бактериологическим методами больному поставлен диагноз «холера». Из проб клинического материала выделен токсигенный штамм *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa (*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*), оперативно проведено его секвенирование и биоинформационный анализ результатов. Объявлен эпидемический очаг холеры, определены его границы. В ходе эпидемиологического расследования установлено 416 контактных лиц (по маршруту следования, месту проживания и трудовой деятельности, а также среди медицинского персонала), в ходе лабораторного обследования которых молекулярно-биологическим методом выявлено два вибрионосителя из числа трудовых мигрантов.

Во втором случае завоз холеры связан с группой российских граждан, которые с рабочей поездкой в течение пяти суток посетили три эндемичные по холере страны Южно-Азиатского региона (Индонезия, Бангладеш, Индия) и 11.09.2023 прибыли в Москву специальным авиарейсом из Индии (Дели). Один из членов этой группы 13.09.2023 с характерными жалобами на многократный жидкий стул, рвоту, снижение диуреза, гипотонию, осиплость голоса был госпитализирован в инфекционный стационар. В результате оперативно и своевременно проведенного обследования с использованием экспресс-, ускоренных и бактериологического методов был выделен и охарактеризован токсигенный штамм *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa (*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*), поставлен диагноз, объявлен эпидемический очаг холеры, определены его границы и реализован комплекс противоэпидемических (профилактических) мероприятий. При обследовании 137 контактных лиц по пути следования, в том числе в странах, неблагополучных по холере, по месту работы и проживания выявлены 2 случая заболевания с выделением *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa (*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*), 6 случаев – с выделением НАГ-вибрионов, а в 11 случаях (без клинических проявлений острой кишечной инфекции [ОКИ]) в биоматериале молекулярно-генетическим методом подтверждено наличие *V. cholerae* nonO1/nonO139. По данным эпидемиологического расследования установлены наиболее вероятные три разные источника инфицирования и возможные пути передачи инфекции. Больной (*V. cholerae* O1 El Tor Ogawa [*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*]) – пищевой путь заражения; два больных (*V. cholerae* O1 El Tor Ogawa [*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*]) – пищевой путь передачи возбудителя, не исключая водный и контактно-бытовой. Для больных (*V. cholerae* nonO1/nonO139 [*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*]) – водный, маловероятны пищевой и контактно-бытовой пути передачи возбудителя.

В обоих случаях завоза холеры контактными лицам проведен курс специфической профилактики в

соответствии с установленной антибиотикочувствительностью возбудителей с последующим лабораторным контролем его эффективности. По эпидемическим показаниям введены дополнительные точки отбора проб из водных объектов окружающей среды (ООС). Своевременное начало и проведение в полном объеме комплекса противоэпидемических (профилактических) мероприятий позволили локализовать, а в последующем ликвидировать эпидемические очаги холеры и не допустить распространения инфекции среди населения РФ.

Филогенетический анализ полногеномных секвенсов (WGSs – whole genome sequences) токсигенных штаммов холерных вибрионов, выделенных в РФ в 2023 г. при выявлении больных холерой, прибывших из Индии, показал, что оба клинических штамма являются генетически близкими друг другу и попали в один кластер 4 (рис. 2), что в совокупности с данными эпиданамнеза свидетельствует об их происхождении из этой страны, несмотря на разное время заноса в РФ (июль, сентябрь). Учитывая, что в этот же кластер вошли изоляты 2022–2023 гг. из Пакистана, Южной Африки, Австралии и США, можно предположить активное течение эпидемического процесса в Пакистане и Индии как минимум в течение последних двух лет и продолжающееся распространение данного геноварианта возбудителя в странах Африканского континента, а также вероятные его заносы в Северную Америку и Австралию.

Необходимо отметить, что не прослеживается их связь с клиническими штаммами *V. cholerae* O1, завезенными из Индии в Москву в 2010, 2012 и 2014 гг. Так, изолят 2014 г. (кластер 2) группируется со штаммами, выделенными в Индии в период с 2014 по 2018 г., а также в Бангладеш (2018 г.) и Ираке (2017 г.). Штамм 2012 г. близок к кластеру 2, однако находится за его пределами.

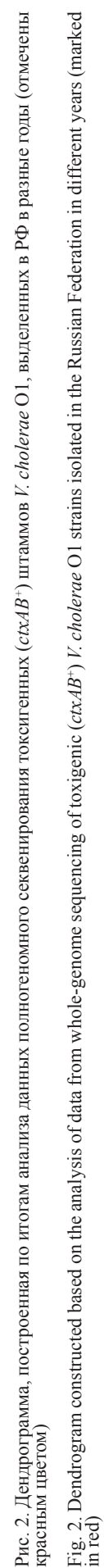
Эти данные свидетельствуют о продолжающейся трансформации холерного вибриона в Южной Азии. Штаммы, выделенные от больных в 2023 г., по основным маркерам эпидемического потенциала относились к одной и той же «постгаитянской» группе (генотип *ctxB7 tcpA<sup>CIRS</sup> rtxA4a* VSP-IIΔ0495-0512), доминирующей в мире в настоящее время. Три штамма 2010 г. являются типичными представителями «гаитянской» группы [6]. Один из них близок к кластеру 2, в котором находился «постгаитянский» штамм 2014 г., что неудивительно, поскольку единственным известным на сегодняшний день отличием «постгаитянских» штаммов от «гаитянских» является наличие у первых делеции 60 п.н. в проксимальной части «гаитянского» аллеля *rtxA4*. Такие штаммы (*rtxA4a*) циркулируют на эндемичных по холере территориях наряду с «гаитянскими» (*rtxA4*), постепенно вытесняя последние и занимая доминирующую позицию в этиологии холеры в мире. «Постгаитянские» штаммы циркулировали в Индии с 2011 по 2019 г. и в свое время вызвали массовые заболевания людей, и хотя в базе данных NCBI GenBank отсутствуют геномы

штаммов, выделенных в этой стране за последние четыре года, факт не связанных между собой завозов в РФ (2023 г.) именно таких геновариантов возбудителей дает основание утверждать, что они циркулируют в Индии и в настоящее время, тем более что клинические изоляты этих геновариантов преобладали в пограничном Бангладеш до 2021 г., а в 2022 г. вызвали самую масштабную за последние пять лет эпидемическую вспышку холеры [7].

Одной из особенностей эпидемического сезона 2023 г. в России является независимая по времени от вышеописанных случаев изоляция штамма *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa (*ctxA<sup>+</sup>tcpA<sup>ET+</sup>*) из пробы воды р. Темерник (Ростов-на-Дону) на фоне эпидемического благополучия в Ростовской области по ОКИ, в том числе по холере. Необходимо отметить, что в последние годы генетически близкие данному токсигенному штамму изоляты из ООС и от людей на территории РФ не обнаруживались. Штамм находится в отдаленном от других кластере 3, сформированном циркулировавшими с 1990-х гг. изолятами и отнесенными к «предгаитянской» группе (генотип *ctxB1 tcpA<sup>ET</sup> rtxA1*, интактный VSP-II без делеций). К этой же группе принадлежал и водный изолят 2014 г. (Ростов-на-Дону), который по результатам SNP-анализа значительно отличался от остальных. В настоящее время штаммы этой группы не склонны к эпидемическому распространению и практически вытеснены новыми геновариантами, однако изредка встречаются даже среди клинических (Южная Корея, 2016 г.; Бангладеш, 2018 г.). Резонно предположить, что выявление штамма этой группы в Ростове-на-Дону в 2023 г. связано с неустановленным завозом из-за рубежа и свидетельствует о том, что данные изоляты все еще сохраняются на отдельных эндемичных территориях.

Другая особенность эпидемического сезона в России в 2023 г. обусловлена выделением четырех нетоксигенных штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы из биологического материала от двух лиц, прибывших из Индии, а также двух штаммов от больного ОКИ (г. Мелитополь, Запорожская область) и одного – из проб из ООС в данном очаге.

При филогенетическом анализе установлено, что штаммы от лиц, прибывших из Индии, образовали отдельный удаленный кластер, дистанцированный от всех остальных взятых в исследование WGSs, и обладали уникальным генотипом, что подтверждает их заносной характер (рис. 3). Во-первых, данные штаммы содержали профаг preCTX с генами дополнительных факторов патогенности (*sep*, *ase* и *zot*), который не был результатом делеции генов *ctxAB* в полном профаге CTX, но существовал как preCTX изначально. На это указывает совершенно отличная от прототипа дистальная часть гена *zot*, что характерно именно для preCTX, который считается предшественником CTX [29]. В процессе эволюции он приобрел новый (канонический) конец *zot* вместе с *ctxAB*. В данном случае если бы он обра-



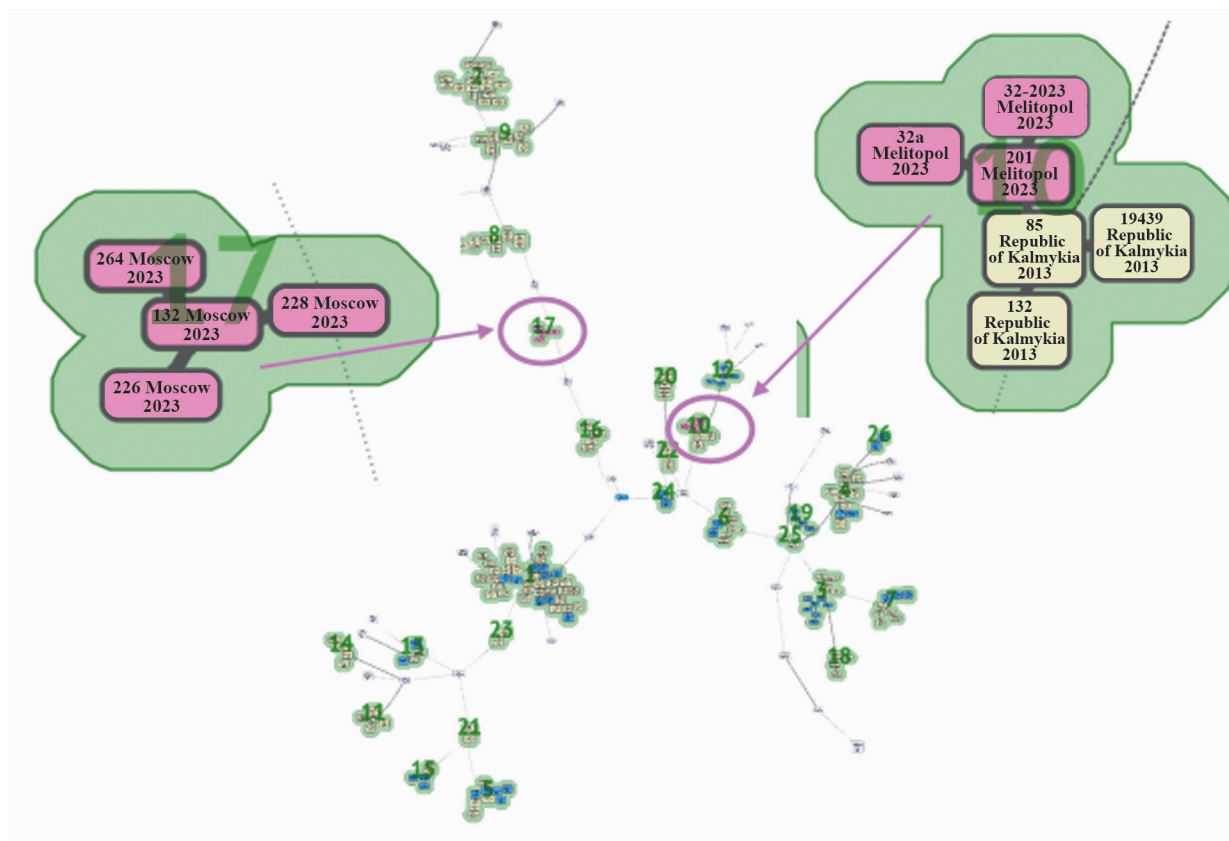


Рис. 3. Дендрограмма, построенная по итогам анализа данных полногеномного секвенирования клинических и водных нетоксигенных (*ctxAB*) штаммов *V. cholerae* O1. Штаммы, выделенные в 2023 г.: клинические отмечены розовым цветом, штаммы из объектов окружающей среды – синим

Fig. 3. Dendrogram constructed based on the results of analysis of whole-genome sequencing data of clinical and aquatic non-toxicogenic (*ctxAB*) strains of *V. cholerae* O1. Strains isolated in 2023: clinical ones are marked in pink, strains from environmental objects are marked in blue

зовался в результате делеции последних, то, скорее всего, сохранил бы концевую последовательность *zot*. Дистальные концы этого гена довольно разнообразны у разных профагов preCTX [30]. У изолятов 2023 г. они были такими же, как у ранее изученного водного штамма, выделенного в 1987 г., как и ген *rstR* классического типа в RS2-элементе профага. Во-вторых, они содержали в составе острова патогенности VPI-I новый аллель гена *tcpA*, близкий к классическому, но отличающийся от него наличием трех SNP, не нарушивших его интактность. При первичной идентификации ген *tcpA* не был выявлен, поскольку в ПЦР использовались праймеры к типу El Tor. Также эти штаммы не содержали острова пандемичности VSP-I, но имели частично делетированный VSP-II (делеции не совпадали с таковыми эпидемически опасных штаммов).

Нетоксигенные штаммы O1-серогруппы, выделенные в Мелитополе (Запорожская область), не содержали профагов CTX/preCTX и острова VPI-I. Данные изоляты также попали в отдельный удаленный кластер, что позволяет судить об их радикальном отличии от клинических нетоксигенных штаммов из Индии. Вместе с тем эти штаммы группировались со штаммами, циркулирующими в воде поверхностных водоемов на территории РФ (Республика Калмыкия,

2013 г.) (рис. 3), что говорит о вероятном отсутствии нового заноса, но не исключает такую возможность полностью в связи с сохранением повышенных рисков заноса возбудителя с прилегающих территорий и распространения инфекции водным путем в условиях продолжающейся ЧС на юге России [2].

Следующая особенность эпидемического сезона холеры 2023 г. в России была сопряжена с увеличением числа случаев ОКИ, вызванных НАГ-вибрионами, с 7 (2022 г.) до 13 (2023 г.). Все изолированные штаммы были лишены профагов CTX/preCTX, островов VPI-I, -II, -III, VSP-I и VSP-II.

Из пяти штаммов, выделенных в Москве от больных, три образовали отдельный кластер, что позволяет предположить единый источник заражения. Два других штамма, равно как и выделенный от человека (Ставропольский край), также контактного по завозу из Индии, штамм, содержащий ген *cholix*-токсина, оказались уникальными и не вошли ни в один из кластеров, что говорит о разных вероятных источниках инфицирования. Изученные НАГ-вибрионы, изолированные из воды поверхностных водоемов Москвы в 2023 г., не связаны с НАГ-вибрионами, выделенными от лиц, контактировавших с больным, прибывшим из Индии в сентябре 2023 г. (рис. 4). Штаммы НАГ-вибрионов, вы-

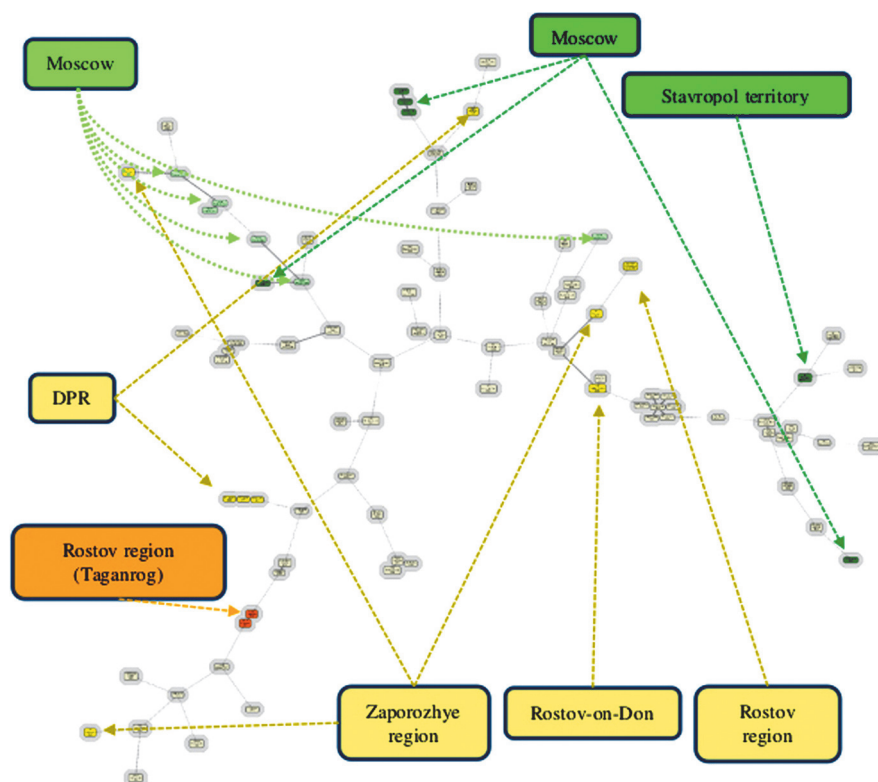


Рис. 4. Дендрограмма, построенная по итогам анализа данных полногеномного секвенирования клинических и водных нетоксигенных (*ctxAB*) штаммов НАГ-вибрионов. Клинические штаммы, выделенные в 2023 г.: от больных ОКИ отмечены темно-зеленым и желтым цветом; от больных с внекишечной инфекцией – оранжевым; водные штаммы, выделенные из ООС в 2023 г. (Москва), – светло-зеленым цветом

Fig. 4. Dendrogram constructed based on the results of analysis of whole-genome sequencing data of clinical and aquatic non-toxicogenic (*ctxAB*) strains of NAG vibrios. Clinical strains isolated in 2023: from patients with acute intestinal infections are marked in dark green and yellow, from patients with extra-intestinal infection – in orange; aquatic strains isolated from environment in 2023 (Moscow), are shown in light green. DPR – Donetsk People's Republic

деленные от больных ОКИ в Донецкой Народной Республике (г. Мариуполь, г. Харцизск), Ростовской (п. Орловский) и Запорожской (г. Мелитополь) областях, не группировались друг с другом и с другими клиническими штаммами и изолятами из ООС, образуя отдельные ветви, что свидетельствует о генетическом разнообразии НАГ-вибрионов. Вместе с тем один клинический штамм (Ростов-на-Дону) попал в общий кластер со штаммом, выделенным в 2022 г. из пробы воды открытого водоема Мариуполя, что либо является случайным совпадением, либо свидетельствует о водном пути заражения и наличии условий для контакта человека с загрязненными холерными вибрионами ООС.

Кроме того, в 2023 г. зарегистрирован случай выделения НАГ-вибриона из проб содержимого носоглотки ребенка с ЛОР-патологией (г. Таганрог, Ростовская область). Проведенный сравнительный филогенетический анализ WGSs-субкультур 2023 г. с ранее охарактеризованными семью штаммами НАГ-вибрионов из отделяемого из уха больных отитами и одним – из крови [1] не выявил какого-либо существенного сходства между ними, равно как и со штаммами, выявленными в этом же году в образцах от больных ОКИ и проб из ООС. Это еще раз подтверждает известные факты чрезвычайной пластичности генома НАГ-вибрионов, что прослеживается на примерах локальных вспышек, которые редко бывают обусловлены клональными штаммами. Однако не исключается необходимость установления возможных источников и путей инфицирования НАГ-вибрионами человека как риск-ориентированной модели развития эпидемического процесса в случае

попадания токсигенных штаммов холерных вибрионов в ООС, с которыми контактирует население.

В 2023 г. в ходе ежегодного мониторинга за контаминацией холерными вибрионами воды из объектов окружающей среды в 11 субъектах РФ изолировано 52 нетоксигенных штамма *V. cholerae* O1 El Tor (рис. 5), что на 18,9 % больше, чем в 2022 г. (43 штамма). Из них к серовару Inaba относилось 15 штаммов (28,8 %), к Ogawa – 37 (71,2 %). Холерные вибрионы O139-серовары и R-варианта за изучаемый период не выделены.

Среди водных нетоксигенных изолятов 2023 г. не было ни одного штамма, содержащего preCTX и/или VPI-I с геном *tcpA*, т.е. представители выявленных ранее клональных комплексов не встречались [1]. Штаммы обладали различными наборами детерминант факторов патогенности/персистенции, которые в определенных условиях потенциально могут вызвать спорадические случаи ОКИ, что косвенно подтверждается выделением нетоксигенных штаммов от людей, в том числе и в 2023 г. (Мелитополь, Запорожская область). Часть штаммов, изолированных в 2023 г. в Ростове-на-Дону и Донецке, образовала отдельный кластер, а остальные водные штаммы 2023 г. вошли в кластеры, сформированные вместе со штаммами *V. cholerae* O1 из поверхностных водоемов разных сроков и мест выделения на территории РФ, что указывает на существование в стране гетерогенной популяции этих микроорганизмов и на отсутствие новых заносов.

Итак, в течение последнего десятилетнего периода (2013–2022 гг.) эпидемиологическая обстановка по холере в мире оставалась напряженной. Период

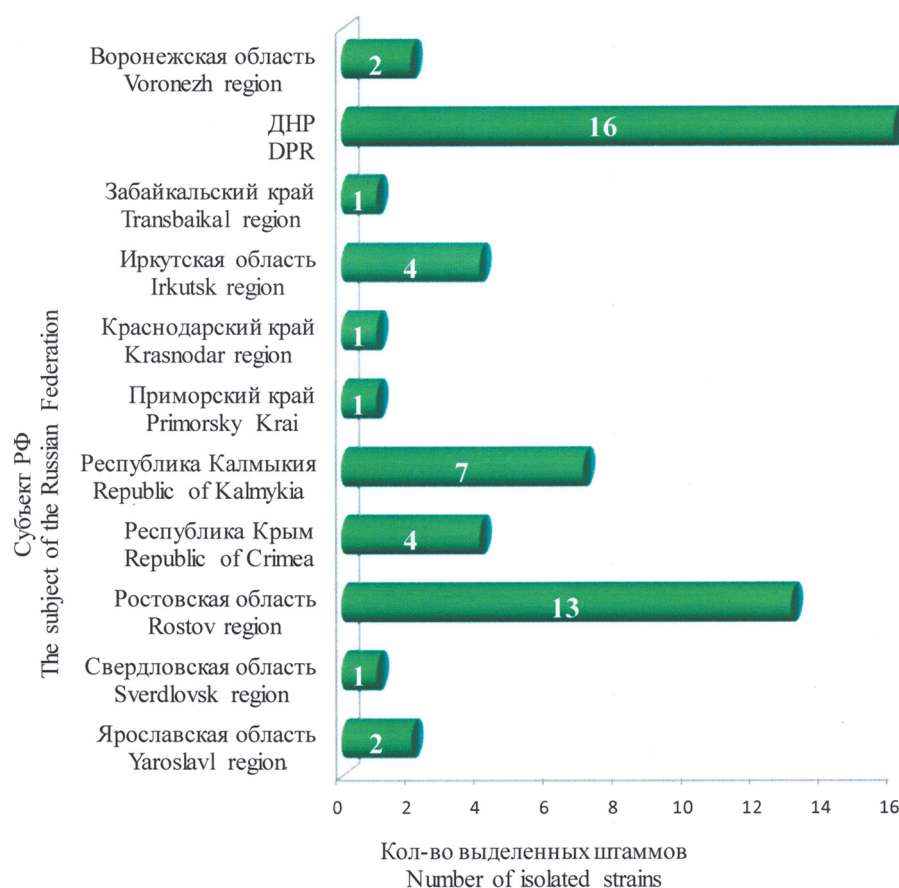


Рис. 5. Штаммы *V. cholerae* O1, выделенные на территории субъектов РФ из ООС в 2023 г.

Fig. 5. *V. cholerae* O1 strains isolated from environmental objects in the territory of constituent entities of the Russian Federation in 2023

снижения заболеваемости в 2020–2021 гг., обусловленный пандемией COVID-19, сменился периодом роста. В 2023 г. 38 стран сообщили о 856 308 случаях холеры, что выше аналогичного показателя 2022 г. (472 697 случаев). Как и в прошлые годы, основное количество заболевших пришлось на страны Азии – 73,4 % (628 204 случая) и Африки – 26,3 % (224 964). В постпандемийный период наблюдается высокая интенсивность эпидемического процесса в отдельных эндемичных по холере странах Юго-Восточной Азии (Афганистан, Пакистан, Бангладеш и др.), Африканского континента (Малави, ДРК, Мозамбик, Эфиопия, Кения) и Восточного Средиземноморья (Сирия, Йемен и др.). Распространению инфекции в этих странах способствуют национальные традиции, низкая санитарная культура местного населения, а также сформировавшиеся в настоящее время причины социального и экономического характера.

Основным риск-формирующим фактором для распространения холеры в неэндемичные страны, в том числе в РФ, как и прежде, остается туристическая, трудовая и вынужденная миграция. В 2023 г. на фоне стабильной эпидемиологической ситуации в РФ зарегистрированы два случая завоза холеры из Индии. Первый завоз осуществлен трудовым мигрантом, второй – гражданином РФ, инфицированным в ходе деловой поездки. В обоих случаях оперативное выявление больных и лабораторное подтверждение позволили своевременно установить диагноз холеры и реализовать комплекс противоэпидемических

(профилактических) мероприятий в сформированных очагах и, как следствие, избежать распространения инфекции среди населения. Результаты биоинформационного анализа токсигенных штаммов, выделенных от больных, подтвердили их принадлежность к «постгаитянской» группе, доминирующей в настоящее время в Индии и других эндемичных странах.

Одной из особенностей эпидемического сезона 2023 г. в РФ являлась независимая от вышеописанных случаев изоляция из пробы воды поверхностного водоема токсигенного штамма *V. cholerae* O1 El Tor Ogawa, отнесенного к «предгаитянской» группе, что, по нашему мнению, связано с неустановленным заносом с одной из эндемичных территорий, где подобные штаммы еще сохраняются.

Другая отличительная особенность – обнаружение в пробах клинического материала от лиц, прибывших из Индии, и жителя Запорожской области (Мелитополь) нетоксигенных штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы. Кроме того, по сравнению с прошлым годом увеличилось число больных ОКИ, от которых были выделены штаммы НАГ-вибрионов.

По результатам эпидемического сезона 2023 г. установлено, что все лица, в пробах от которых выделены культуры холерных вибрионов, за исключением завозных случаев из Индии, являлись жителями южных регионов страны, что свидетельствует о наличии на этих административных территориях

риск-формирующих факторов и условий, способствующих контакту населения с контаминированными холерными вибрионами объектами.

В 2023 г. увеличилось число нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1, выделенных из проб ООС (52 штамма на территории 11 субъектов РФ), генетически схожих со штаммами O1, которые циркулировали в РФ в течение ряда последних лет, что указывает на отсутствие новых заносов.

В 2024 г. сохранятся риски завоза холеры в любую административную территорию РФ, что обусловлено активностью эпидемического процесса в эндемичных странах. Необходимо отметить, что наиболее неблагоприятная эпидемиологическая ситуация по холере в 2023 г. сложилась в странах Юго-Восточной Азии, Восточного Средиземноморья и Африки, не имеющих общих сухопутных границ с РФ. В связи с этим в 2024 г. наиболее выражены потенциальные риски завоза холеры в РФ авиационным транспортом в крупные города, имеющие прямое авиационное сообщение со странами вышеуказанных регионов, что не исключает вероятности последующего передвижения больных холерой (вибрионосителей) различными видами транспорта (внутренние авиалинии, железнодорожный, автомобильный) и завоза инфекции в другие субъекты РФ. Наиболее уязвимой категорией населения РФ являются лица, посещающие эти страны с туристическими, деловыми и коммерческими целями, а также остается актуальным риск завоза холеры трудовыми мигрантами. Необходимо отметить, что в 2024 г. сохранятся потенциальные риски завоза холеры через автомобильные, железнодорожные и другие пункты пропуска через государственную границу РФ из стран Центральной и Восточной Азии, а также Восточной Европы, формирующих вокруг РФ пояс территорий со стабильной эпидемиологической ситуацией. Однако риски завоза холеры могут значительно возрасти в случаях активизации эпидемического процесса в этих странах. Отдельным фактором риска эпидемического проявления холеры на территории РФ остается продолжающаяся ЧС на южных ее границах, которая обуславливает нестабильную санитарно-эпидемиологическую ситуацию на территориях Донецкой, Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей, и в случае регистрации эпидемических очагов холеры на территории соседней страны возникнет высокая вероятность распространения этой инфекции и на юг РФ.

Вместе с тем на фоне отсутствия эпидемических проявлений холеры не исключается вероятность эпидемического обнаружения в пробах воды токсигенных штаммов O1-серогруппы вследствие неустановленных заносов с неблагоприятных по холере территорий. Такие события следует рассматривать как критерий риска осложнения эпидемиологической ситуации по холере на данной территории, а возникновение таких проявлений требует проведения противоэпидемических (профилактических) мероприятий, а также тщательного эпидемиологического

расследования с целью установления источника контаминации объектов окружающей среды и выявления рисков эпидемического проявления холеры, обусловленных водным путем передачи возбудителя.

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии дополнительного финансирования при проведении данного исследования.

### Список литературы

1. Носков А.К., Кругликов В.Д., Москвитина Э.А., Миронова Л.В., Монахова Е.В., Соболева Е.Г., Чемисова О.С., Водопьянов А.С., Лопатин А.А., Иванова С.М., Меньшикова Е.А., Подойницына О.А., Ежова М.И., Евтеев А.В. Холера: анализ и оценка эпидемиологической обстановки в мире и России. Прогноз на 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2023; 1:56–66. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-56-66.
2. Попова А.Ю., Носков А.К., Ежлова Е.Б., Кругликов В.Д., Миронова Л.В., Монахова Е.В., Чемисова О.С., Подойницына О.А., Хунхеева Ж.Ю., Водопьянов А.С., Галащянц Ю.П. Ретроспективный анализ эпидемиологической ситуации по холере в Донбасском регионе, Запорожской и Херсонской областях. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНСО*. 2023; 31(11):82–93. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-82-93.
3. World Health Organization = Organisation mondiale de la Santé. Cholera, 2017. *Weekly Epidemiological Record = Relevé épidémiologique hebdomadaire*. 2018; 93(38):489–500. [Электронный ресурс]. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/274654> (дата обращения 25.01.2024).
4. World Health Organization = Organisation mondiale de la Santé. Cholera, 2022. *Weekly Epidemiological Record = Relevé épidémiologique hebdomadaire*. 2023; 98(38):431–52. [Электронный ресурс]. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/372986> (дата обращения 25.01.2024).
5. Иванова М.Б., Глухов Я.А. Миграционная подвижность населения Южной Азии: на примере Индии, Бангладеш, Пакистана и Афганистана. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*. 2023; 31(1):146–58. DOI: 10.22363/2313-2329-2023-31-1-146-158.
6. Монахова Е.В., Ghosh A., Mutreja A., Weill F., Ramamurthy T. Эндемичная холера в Индии и завозная холера в России: что общего? *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; 3:17–26. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-17-26.
7. Baddam R., Sarker N., Ahmed D., Mazumder R., Abdullah A., Morshed R., Hussain A., Begum S., Shahrin L., Khan A.I., Islam M.S., Ahmed T., Alam M., Clemens J.D., Ahmed N. Genome dynamics of *Vibrio cholerae* isolates linked to seasonal outbreaks of cholera in Dhaka, Bangladesh. *mBio*. 2020; 11(1):e03339-19. DOI: 10.1128/mBio.03339-19.
8. Monir M.M., Islam M.T., Mazumder R., Mondal D., Nahar K.S., Sultana M., Morita M., Ohnishi M., Huq A., Watanabe H., Qadri F., Rahman M., Thomson N., Seed K., Colwell R.R., Ahmed T., Alam M. Genomic attributes of *Vibrio cholerae* O1 responsible for 2022 massive cholera outbreak in Bangladesh. *Nat. Commun.* 2023; 14(1):1154. DOI: 10.1038/s41467-023-36687-7.
9. Communicable disease threats report, 19–25 November 2023, week 47. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-19-25-november-2023-week-47> (дата обращения 27.11.2023).
10. Malawi undergoing National Cholera Outbreak Review. 03 October 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afro.who.int/news/malawi-undergoing-national-cholera-outbreak-review> (дата обращения 06.10.2023).
11. Outbreaks and Emergencies Bulletin, Week 42: 16 October – 22 October 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afro.who.int/health-topics/disease-outbreaks-outbreaks-and-other-emergencies-updates> (дата обращения 08.11.2023).
12. Africa CDC Weekly Event Based Surveillance Report, October 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://africacdc.org/download/africa-cdc-weekly-event-based-surveillance-report-october-2023/> (дата обращения 24.10.2023).
13. Outbreaks and Emergencies Bulletin, Week 40: 02 October – 08 October 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afro.who.int/countries/south-sudan/publication/outbreaks-and-emergencies-bulletin-week-40-02-october-08-october-2023> (дата обращения 23.10.2023).
14. Weekly Cholera/AWD Situation Report – Somalia, Epidemiological Week 41 (9–15 October 2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/somalia/weekly-choleraawd>

situation-report-somalia-epidemiological-week-41-9-15-october-2023 (дата обращения 25.10.2023).

15. Outbreaks and Emergencies Bulletin, Week 40: 02 October – 08 October 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afro.who.int/countries/south-sudan/publication/outbreaks-and-emergencies-bulletin-week-40-02-october-08-october-2023> (дата обращения 23.10.2023).

16. Sudan Humanitarian Update (13 October 2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/sudan/sudan-humanitarian-update-13-october-2023> (дата обращения 16.10.2023).

17. Malawi + 13 more. Weekly Regional Cholera Bulletin: 24 July 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/malawi/weekly-regional-cholera-bulletin-24-july-2023-data-reported-23-july-2023> (дата обращения 04.08.2023).

18. NCDC Cholera Situation Report. Monthly Epidemiological Report 06. Epi Week 22–26: (29 May 2023 – 02 July 2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/nigeria/ncdc-cholera-situation-report-monthly-epidemiological-report-06-epi-week-22-26-29-may-2023-02-july-2023> (дата обращения 24.07.2023).

19. Weekly bulletin on outbreaks and other emergencies. Week 29: 17–23 July 2023. Data as reported by: 17:00; 23 July 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/371956/OEW29-1723072023.pdf> (дата обращения 31.07.2023).

20. Cholera resurgence in Hispaniola. PAHO: Pan American Health Organization. [Электронный ресурс]. URL: <https://shiny.pahobra.org/cholera/> (дата обращения 09.11.2023).

21. Haiti | Earthquake and Cholera Outbreak – Emergency Appeal № MDRHT018 – Operation update #6. [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/haiti/haiti-earthquake-and-cholera-outbreak-emergency-appeal-no-mdrht018-operation-update-6> (дата обращения 07.11.2023).

22. Cholera resurgence in Hispaniola. PAHO: Pan American Health Organization. [Электронный ресурс]. URL: <https://shiny.pahobra.org/cholera/> (дата обращения 07.08.2023).

23. South Africa: Cholera Claims 24 Lives As It Spreads to the Free State. PRO/EDR>Cholera, diarrhea & dysentery update (12): Europe, Africa. Archive. Published date: 2023-06-03. Number: 20230603.8710378. [Электронный ресурс]. URL: <https://allafrica.com/stories/202305280002.html> (дата обращения 08.06.2023).

24. First Case of Cholera in Cagliari Since 1973 Epidemic: Symptoms, Transmission, and Prevention. PRO/EDR>Cholera, diarrhea & dysentery update (14): Europe (Italy), Africa (South Africa). Archive number: 20230713.8711116. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.breakinglatest.news/health/first-case-of-cholera-in-cagliari-since-1973-epidemic-symptoms-transmission-and-prevention/> (дата обращения 13.07.2023).

25. Інфекційна захворюваність населення по Україні згідно зі звітом за Ф. № 1 за вересень та 9 місяців 2022–2023 рр. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan-inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciynazakhvoryuvanist-naselennya-ukraini> (дата обращения 14.11.2023).

26. Communicable disease threats report, 23–29 July 2023, week 30. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-23-29-july-2023-week-30> (дата обращения 31.07.2023).

27. Nationally Notifiable Infectious Diseases and Conditions, United States: Weekly Tables. [Электронный ресурс]. URL: <https://wonder.cdc.gov/nndss/static/2023/44/2023-44-table380.html> (дата обращения 09.10.2023).

28. CDC reports cholera in a few travelers, urges travel history in diarrhea workup. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cidrap.umn.edu/cholera/cdc-reports-cholera-few-travelers-urges-travel-history-diarrhea-workup> (дата обращения 09.10.2023).

29. Boyd E.F., Heilpern A.J., Waldor M.K. Molecular analyses of a putative CTXphi precursor and evidence for independent acquisition of distinct CTX(phi)s by toxigenic *Vibrio cholerae*. *J. Bacteriol.* 2000; 182(19):5530–8. DOI: 10.1128/JB.182.19.5530-5538.2000.

30. Mantri C.K., Mohapatra S.S., Colwell R.R., Singh D.V. Sequence analysis of *Vibrio cholerae* *orfU* and *zot* from pre-CTXΦ and CTXΦ reveals multiple origin of pre-CTXΦ and CTXΦ. *Environ. Microbiol. Rep.* 2010; 2(1):67–75. DOI: 10.1111/j.1758-2229.2009.00085.x.

## References

1. Noskov A.K., Kruglikov V.D., Moskvitina E.A., Mironova L.V., Monakhova E.V., Soboleva E.G., Chemisova O.S., Vodopyanov A.S., Lopatin A.A., Ivanova S.M., Men'shikova E.A., Podoyantsyna O.A., Ezhova M.I., Evteev A.V. [Cholera: analysis and assessment of epidemiological situation around the world and in Russia (2013–2022). Forecast for 2023]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2023; (1):56–66. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-56-66.

2. Popova A.Yu., Noskov A.K., Ezhlova E.B., Kruglikov V.D., Mironova L.V., Monakhova E.V., Chemisova O.S., Podoyantsyna O.A., Khunheeva Zh.Yu., Vodopyanov A.S., Galachyants Yu.P. [Retrospective analysis of the cholera situation in the Donbass Region, Zaporozhye and Kherson regions]. *Zdorovie Naseleniya i Sreda Obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2023; 31(11):82–93. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-82-93.

3. World Health Organization = Organisation mondiale de la Santé. Cholera, 2017. *Weekly Epidemiological Record = Relevé épidémiologique hebdomadaire*. 2018; 93(38):489–500. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/274654>.

4. World Health Organization = Organisation mondiale de la Santé. Cholera, 2022. *Weekly Epidemiological Record = Relevé épidémiologique hebdomadaire*. 2023; 98(38):431–52. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/372986>.

5. Ivanova M.B., Glukhov Ya.A. [Migration mobility of the population of South Asia: by the example of India, Bangladesh, Pakistan and Afghanistan]. *Vestnik Rossiyskogo Universiteta Druzby Narodov. Seriya: Ekonomika [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Economics]*. 2023; 31(1):146–58. DOI: 10.22363/2313-2329-2023-31-1-146-158.

6. Monakhova E.V., Ghosh A., Mutreja A., Weill F., Ramamurthy T. [Endemic cholera in India and imported cholera in Russia: what is common?]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; (3):17–26. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-17-26.

7. Baddam R., Sarker N., Ahmed D., Mazumder R., Abdullah A., Morshed R., Hussain A., Begum S., Shahrin L., Khan A.I., Islam M.S., Ahmed T., Alam M., Clemens J.D., Ahmed N. Genome dynamics of *Vibrio cholerae* isolates linked to seasonal outbreaks of cholera in Dhaka, Bangladesh. *mBio*. 2020; 11(1):e03339-19. DOI: 10.1128/mBio.03339-19.

8. Monir M.M., Islam M.T., Mazumder R., Mondal D., Nahar K.S., Sultana M., Morita M., Ohnishi M., Huq A., Watanabe H., Qadri F., Rahman M., Thomson N., Seed K., Colwell R.R., Ahmed T., Alam M. Genomic attributes of *Vibrio cholerae* O1 responsible for 2022 massive cholera outbreak in Bangladesh. *Nat. Commun.* 2023; 14(1):1154. DOI: 10.1038/s41467-023-36687-7.

9. Communicable disease threats report, 19–25 November 2023, week 47. (Cited 27 Nov 2023). [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-19-25-november-2023-week-47>.

10. Malawi undergoing National Cholera Outbreak Review. 03 October 2023. (Cited 06 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://www.afro.who.int/news/malawi-undergoing-national-cholera-outbreak-review>.

11. Outbreaks and Emergencies Bulletin, Week 42: 16 October – 22 October 2023 (Cited 08 Nov 2023). [Internet]. Available from: <https://www.afro.who.int/health-topics/disease-outbreaks/outbreaks-and-other-emergencies-updates>.

12. Africa CDC Weekly Event Based Surveillance Report, October 2023. (Cited 24 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://africacdc.org/download/africa-cdc-weekly-event-based-surveillance-report-october-2023>.

13. Outbreaks and Emergencies Bulletin, Week 40: 02 October – 08 October 2023. (Cited 23 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://www.afro.who.int/countries/south-sudan/publication/outbreaks-and-emergencies-bulletin-week-40-02-october-08-october-2023>.

14. Weekly Cholera/AWD Situation Report – Somalia, Epidemiological Week 41 (9–15 October 2023). (Cited 25 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/somalia/weekly-choleraawd-situation-report-somalia-epidemiological-week-41-9-15-october-2023>.

15. Outbreaks and Emergencies Bulletin, Week 40: 02 October – 08 October 2023. (Cited 23 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://www.afro.who.int/countries/south-sudan/publication/outbreaks-and-emergencies-bulletin-week-40-02-october-08-october-2023>.

16. Sudan Humanitarian Update (13 October 2023). (Cited 16 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/sudan/sudan-humanitarian-update-13-october-2023>.

17. Malawi + 13 more. Weekly Regional Cholera Bulletin: 24 July 2023. (Cited 04 Aug 2023). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/malawi/weekly-regional-cholera-bulletin-24-july-2023-data-reported-23-july-2023>.

18. NCDC Cholera Situation Report. Monthly Epidemiological Report 06. Epi Week 22–26: (29 May 2023 – 02 July 2023). (Cited 24 July 2023). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/nigeria/ncdc-cholera-situation-report-monthly-epidemiological-report-06-epi-week-22-26-29-may-2023-02-july-2023>.

19. Weekly bulletin on outbreaks and other emergencies. Week 29: 17–23 July 2023. Data as reported by: 17:00; 23 July 2023. (Cited 31 Jul 2023). [Internet]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/371956/OEW29-1723072023.pdf>.

20. Cholera resurgence in Hispaniola PAHO: Pan American Health Organization. (Cited 09 Nov 2023). [Internet]. Available from: <https://shiny.pahobra.org/cholera/>.

21. Haiti | Earthquake and Cholera Outbreak – Emergency Appeal № MDRHT018 – Operation update #6. (Cited 07 Nov 2023). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/haiti/haiti-earthquake-and-cholera-outbreak-emergency-appeal-no-mdrht018-operation-update-6>.

22. Cholera resurgence in Hispaniola. PAHO: Pan American Health Organization (Cited 07 Aug 2023). [Internet]. Available from: <https://shiny.pahobra.org/cholera/>.

23. South Africa: Cholera Claims 24 Lives As It Spreads to the Free State. PRO/EDR>Cholera, diarrhea & dysentery update (12): Europe, Africa. Archive. Published date: 2023-06-03. Number: 20230603.8710378. (Cited 08 Jun 2023). [Internet]. Available from: <https://allafrica.com/stories/202305280002.html>.

24. First Case of Cholera in Cagliari Since 1973 Epidemic: Symptoms, Transmission, and Prevention. PRO/EDR>Cholera, diarrhea & dysentery update (14): Europe (Italy), Africa (South Africa). Archive number: 20230713.8711116. (Cited 13 Jul 2023). [Internet]. Available from: <https://www.breakinglatest.news/health/first-case-of-cholera-in-cagliari-since-1973-epidemic-symptoms-transmission-and-prevention/>.

25. [Infectious morbidity of the population in Ukraine according to the report F. No. 1 for September and 9 months of 2022–2023]. (Cited 14 Nov 2023). [Internet]. Available from: <https://www.phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvannist-naselennya-ukraini>.

26. Communicable disease threats report, 23–29 July 2023, week 30. (Cited 31 Jul 2023). [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-23-29-july-2023-week-30>.

27. Nationally Notifiable Infectious Diseases and Conditions, United States: Weekly Tables. (Cited 09 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://wonder.cdc.gov/nndss/static/2023/44/2023-44-table380.html>.

28. CDC reports cholera in a few travelers, urges travel history in diarrhea workup. (Cited 09 Oct 2023). [Internet]. Available from: <https://www.cidrap.umn.edu/cholera/cdc-reports-cholera-few-travelers-urges-travel-history-diarrhea-workup>.

29. Boyd E.F., Heilpern A.J., Waldor M.K. Molecular analyses of a putative CTXphi precursor and evidence for independent acquisition of distinct CTX(phi)s by toxigenic *Vibrio cholerae*. *J. Bacteriol.* 2000; 182(19):5530–8. DOI: 10.1128/JB.182.19.5530-5538.2000.

30. Mantri C.K., Mohapatra S.S., Colwell R.R., Singh D.V. Sequence analysis of *Vibrio cholerae* *orfU* and *zot* from pre-CTXΦ and CTXΦ reveals multiple origin of pre-CTXΦ and CTXΦ. *Environ. Microbiol. Rep.* 2010; 2(1):67–75. DOI: 10.1111/j.1758-2229.2009.00085.x.

#### Authors:

Popova A.Yu. Federal Service for Surveillance on Consumers' Rights Protection and Human Well-being; Bld. 5 and 7, 18, Vadkovsky Lane, Moscow, 127994, Russian Federation. Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; 2/1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russian Federation.

Ezhlova E.B. Federal Service for Surveillance on Consumers' Rights Protection and Human Well-being. Bld. 5 and 7, 18, Vadkovsky Lane, Moscow, 127994, Russian Federation.

Noskov A.K., Kruglikov V.D., Monakhova E.V., Chemisova O.S., Podoinitsyna O.A., Vodop'yanov A.S., Levchenko D.A., Savina I.V. Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute. 117/40, M. Gor'kogo St., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation. E-mail: [plague@aaanet.ru](mailto:plague@aaanet.ru).

Lopatin A.A., Ivanova S.M. Plague Control Center. 4, Musorgskogo St., Moscow, 127490, Russian Federation. E-mail: [apc-rpn@apc-rpn.ru](mailto:apc-rpn@apc-rpn.ru).

#### Об авторах:

Попова А.Ю. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; Российская Федерация, 127994, Москва, Вадковский пер., 18, стр. 5 и 7. Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования; Российская Федерация, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1.

Ежлова Е.Б. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Российская Федерация, 127994, Москва, Вадковский пер., 18, стр. 5 и 7.

Носков А.К., Кругликов В.Д., Монахова Е.В., Чемисова О.С., Подойницына О.А., Водопьянов А.С., Левченко Д.А., Савина И.В. Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 117/40. E-mail: [plague@aaanet.ru](mailto:plague@aaanet.ru).

Лопатин А.А., Иванова С.М. Противочумный центр. Российская Федерация, 127490, Москва, ул. Мусоргского, 4. E-mail: [apc-rpn@apc-rpn.ru](mailto:apc-rpn@apc-rpn.ru).