

DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-56-66

УДК 616.932:614.4

А.К. Носков¹, В.Д. Кругликов¹, Э.А. Москвитина¹, Л.В. Миронова², Е.В. Монахова¹, Е.Г. Соболева¹,
О.С. Чемисова¹, А.С. Водопьянов¹, А.А. Лопатин³, С.М. Иванова³, Е.А. Меньшикова¹,
О.А. Подойницына¹, М.И. Ежова¹, А.В. Евтеев¹

Холера: анализ и оценка эпидемиологической обстановки в мире и России. Прогноз на 2023 г.

¹ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт», Ростов-на-Дону, Российская Федерация;
²ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока», Иркутск,
Российская Федерация; ³ФКУЗ «Противочумный центр», Москва, Российская Федерация

Цель обзора – проанализировать и оценить эпидемиологическую ситуацию по холере в мире и России в 2013–2022 гг. и дать прогноз на 2023 г. В период 2013–2022 гг. выявлено 500 пораженных холерой административных территорий в различных регионах 71 страны Азии, Африки и Америки (регион Карибского бассейна) с формированием 69 эндемичных очагов в 16, 41 и 12 странах соответственно. В 2022 г. зарегистрирован 1209301 случай холеры в 36 странах мира. Усилилась интенсивность эпидемического процесса в странах Азии (Сирия, Ливан). Сохранилась неблагоприятная эпидемиологическая обстановка на Африканском континенте. Продолжались эпидемии и крупные вспышки, которые начались в 2021–2022 гг. в связи с чрезвычайными ситуациями (ЧС) социального и природного характера. Прогноз о стабильности эпидемиологической ситуации по холере на территориях субъектов РФ, данный на 2022 г., подтвердился. В 2022 г. из водных объектов окружающей среды (ООС) выделено 43 нетоксигенных штамма *Vibrio cholerae* O1, от людей – 8 штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139. Показано сходство указанных штаммов с генетически близкородственными штаммами, выделенными в ходе мониторинга в предшествующие годы в России, Донецкой Народной Республике (ДНР) и Запорожской области. В 2023 г. сохраняются риски завоза инфекции на территорию РФ, связанные с активизацией эпидемического процесса в странах Азии, Африки и регионе Карибского бассейна. Повышению степени рисков способствует протяженная граница с Украиной, куда вероятен завоз холеры из эндемичных стран. Не исключается и биотерроризм. Последствия возможного эпидосложнения по холере в ДНР, Луганской Народной Республике, Запорожской и Херсонской областях усугубляются ЧС, приводящей к нарушению инфраструктуры, перебоям водоснабжения и др. При отсутствии реализации рисков завоза этой инфекции на территории РФ будет сохраняться стабильная эпидемиологическая обстановка по холере. Прогнозируется обнаружение в водных ООС нетоксигенных штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы (не исключая вероятность формирования клональных комплексов), а также штаммов nonO1/nonO139, которые могут явиться этиологическим фактором спорадических случаев или вспышек диарейных заболеваний.

Ключевые слова: холера, эпидемический процесс, *Vibrio cholerae* O1, nonO1/nonO139, эпидемиологическая обстановка, нетоксигенные штаммы, генотипирование, филогенетические связи, прогноз.

Корреспондирующий автор: Кругликов Владимир Дмитриевич, e-mail: vd kru58@mail.ru.

Для цитирования: 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
Поступила 17.02.2023. Отправлена на доработку 02.03.2023. Принята к публ. 03.03.2023.

A.K. Noskov¹, V.D. Kruglikov¹, E.A. Moskvitina¹, L.V. Mironova², E.V. Monakhova¹,
E.G. Soboleva¹, O.S. Chemisova¹, A.S. Vodop'yanov¹, A.A. Lopatin³, S.M. Ivanova³,
E.A. Men'shikova¹, O.A. Podoyunitsyna¹, M.I. Ezhova¹, A.V. Evteev¹

Cholera: Analysis and Assessment of Epidemiological Situation around the World and in Russia (2013–2022). Forecast for 2023

¹Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation;

²Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation;

³Plague Control Center, Moscow, Russian Federation

Abstract. The aim of the review was to analyze and assess the epidemiological situation on cholera in the world and Russia in 2013–2022 and to make a forecast for 2023. Over the period of 2013–2022, 500 administrative territories affected by cholera were identified in various regions of 71 countries of Asia, Africa and America (the Caribbean region) with formation of 69 endemic foci in 16, 41 and 12 countries, respectively. In 2022, 1 209 301 cases of cholera were registered in 36 countries of the world. The intensity of epidemic process in Asian countries (Syria, Lebanon) increased. Unfavorable epidemiological situation on the African continent persisted. Epidemics and large outbreaks, which began in 2021–2022 due to emergency situations (ES) of social and natural character, continued. The prediction of the stability of the epidemiological situation on cholera in the territories of constituent entities of the Russian Federation (RF), given for 2022, has been confirmed. In 2022, 43 non-toxicogenic strains of *Vibrio cholerae* O1 were isolated from surface water bodies, 8 *V. cholerae* nonO1/nonO139 strains – from humans. Similarity of those strains with genetically closely related ones isolated in the course of monitoring in previous years in Russia, Donetsk People's Republic (DPR) and Zaporozhye Region was demonstrated. In 2023, the risks of importation of the infection into RF are retained. It is associated with the intensification of epidemic processes in Asian, African and Caribbean region countries.

The extended border with Ukraine, to where importation of cholera from endemic countries is possible, contributes to increased degree of threat. Bioterrorism is also not excluded. The consequences of a possible cholera epidemic complication in DPR, Lugansk People's Republic, Zaporozhye and Kherson Regions are exacerbated by social emergencies resulting in disruption of infrastructure, interruptions in water supply, etc. In the absence of implementation of the risks of importation of this infection on the territory of RF, a stable epidemiological situation on cholera will be retained. Detection of non-toxigenic *V. cholerae* O1 strains (including probability of clonal complexes formation), as well as strains of non-O1/non-O139 serogroups, which can be etiological factors of sporadic cases or outbreaks of diarrheal diseases, in surface water bodies is predicted.

Key words: cholera, epidemic process, *Vibrio cholerae* O1 and nonO1/nonO139, epidemiological situation, non-toxigenic strains, genotyping, phylogenetic relations, forecast.

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

Corresponding author: Vladimir D. Kruglikov, e-mail: vdkru58@mail.ru.

Citation: 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., Podoyntsina 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. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-56-66

Received 17.02.2023. Revised 02.03.2023. Accepted 03.03.2023.

Noskov A.K., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>
 Kruglikov V.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6540-2778>
 Moskvitina E.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-1466>
 Mironova L.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8481-6442>
 Monakhova E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-7777>
 Soboleva E.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7571-7848>
 Chemisova O.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4059-2878>

Vodopyanov A.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-3231>
 Lopatin A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5426-3311>
 Ivanova S.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6999-1875>
 Men'shikova E.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6003-4283>
 Podoyntsina O.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9996-4189>
 Ezhova M.I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4254-3313>
 Evteev A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-9153>

Седьмая пандемия холеры продолжается за счет масштабных эпидемий и крупных вспышек, обусловленных чрезвычайными ситуациями (ЧС) социального и природного происхождения, наличием эндемичных очагов на различных континентах и межгосударственными, в том числе межконтинентальными, завозами инфекции [1].

Анализ эпидемиологической ситуации по холере в мире (1993–2022 гг.)

Ретроспективный анализ за прошедший тридцатилетний период (1993–2022 гг.) показал, что динамика заболеваемости холерой в мире носила неравномерный характер с тенденцией к росту при среднем ежегодном темпе 2,5 % (рис. 1, А).

За указанный временной период в мире зарегистрировано 9607470 случаев холеры, из которых 4330360 – в странах Азии, что составило 45,1 %. Пики заболеваемости холерой отмечены начиная с 2011 г., когда зарегистрировано 590144 больных. Выраженные подъемы заболеваемости прослеживались в 2017 г. (1227414 случаев холеры), 2019 г. (923764) и 2022 г. (1209301). Спады заболеваемости в 2020 и 2021 гг., по нашему мнению, были связаны с масштабными мерами ограничения передвижения населения, введенными в связи с пандемией COVID-19. Показательно, что удельный вес числа больных холерой в мире с 2013 по 2022 г. составил 52,1 % (5009980) от общего числа случаев за последние тридцать лет. В связи с этим прогноз развития эпидемиологической ситуации по холере в мире и России с учетом существующих рисков базировался на анализе и оценке эпидемиологической обстановки за последнее десятилетие.

Анализ и оценка эпидемиологической ситуации по холере в регионах мира (2013–2022 гг.). Прогноз на 2023 г.

Азия. По данным ВОЗ, за анализируемый период в 29 странах Азии зарегистрировано 3871687 слу-

чаев холеры, что составило 77,4 % в структуре мировой заболеваемости. В динамике заболеваемости выявлена тенденция роста со средним ежегодным темпом прироста 61,7 % (рис. 1, В). В 2016 г. на фоне военного конфликта и гуманитарного кризиса в Йемене началась эпидемия холеры с числом больных – 1032481. В 2018 г. в этой стране было выявлено 371326 случаев холеры, в 2019 г. – 861096, 2020 г. – 221436, 2021 г. – 72765. В 2022 г. сведения о подтвержденных случаях отсутствовали, но сообщено о 4158 больных с подозрением на холеру. Намечившаяся в 2020–2022 гг. тенденция к снижению заболеваемости не является очевидной в связи с тем, что причины, послужившие активному развитию эпидемического процесса, и в настоящее время являются актуальными, что, в свою очередь, не исключает роста заболеваемости холерой в этой стране в 2023 г.

Страны Южной Азии. Интенсивные и масштабные вспышки и эпидемии зафиксированы в 2022 г. в Афганистане (233449 случаев холеры), Пакистане (258139), чему способствовали ЧС социального и природного происхождения [2–4].

Страны Восточного Средиземноморья. В Сирии, где гражданская война продолжается с 2012 г., на всех 14 административных территориях с 25 августа по 10 декабря 2022 г. зарегистрирован 61671 случай заболевания холерой [5–8]. Эпидемический процесс принял затяжной характер с завозом холеры в Ливан, где зарегистрировано 5372 случая холеры [9, 10]. Это первая вспышка в Ливане с 1993 г. [11]. Неблагополучная эпидемиологическая обстановка сохранится и в 2023 г. [12].

Юго-Восточная Азия. В Индии в период 2013–2022 гг. ежегодно имели место эпидемические проявления холеры с реализацией водного пути распространения возбудителя [13, 14]. В Бангладеш каждый год выявляют заболевания на юго-востоке

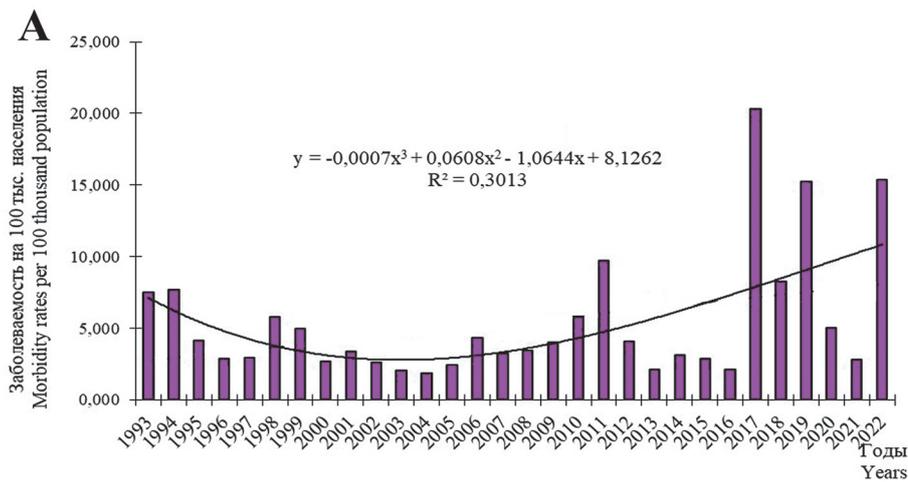
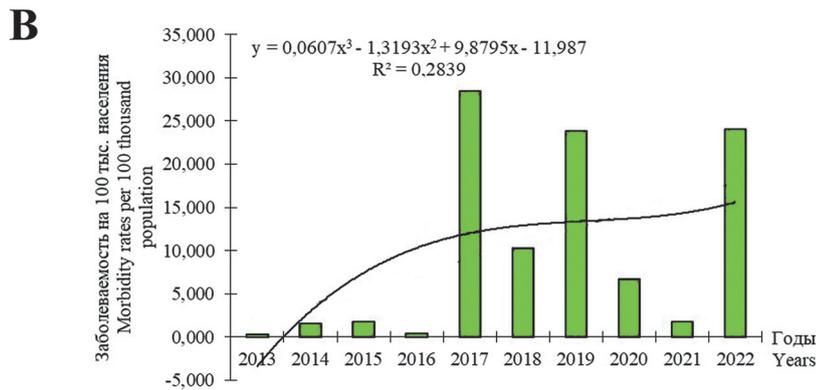


Рис. 1. Динамика заболеваемости холерой: А – в мире, 1993–2022 гг.; В – в Азии, 2013–2022 гг.

Fig. 1. Dynamics of cholera incidence: А – in the world, 1993–2022; В – in Asia, 2013–2022



страны среди беженцев из Мьянмы, массовая миграция которых началась в 2017 г. из-за вооруженного конфликта в стране. Нарушение инфраструктуры водоснабжения и водоотведения привело к контаминации *Vibrio cholerae* O1 воды в водопроводной распределительной сети, в результате чего в мае 2022 г. возникла вспышка холеры с острым эксплозивным характером течения и с регистрацией 495433 случаев холеры и 29 смертей [15].

Регион западной части Тихого океана. На Филиппинах в связи со стихийным бедствием (тропический шторм, апрель 2020 г.) усилилась миграция населения из районов, где ранее регистрировалась холера, и, как следствие, повысился риск активизации эпидпроцесса [16, 17]. Зарегистрирован случай холеры с выделением от больного нетоксигенного штамма *V. cholerae* O1 в Китае [18] и завоз болезни в Кувейт из Ирака, где с июня по август 2022 г. имела место вспышка холеры [19].

В Азиатском регионе в 2023 г. прогнозируется напряженная эпидемиологическая ситуация по холере в связи с продолжением и вероятным ростом активности эпидемического процесса.

Африка. С 2013 по 2022 г. поступили сведения из 34 стран Африки о 944298 случаях холеры. В динамике заболеваемости выявлена тенденция снижения со средним ежегодным темпом 1,6 %. Летальность варьировала от 1,3 % (2015 г.) до 2,4 % (2013 г.). В 2022 г. зарегистрировано 71090 больных холерой в 16 странах с наибольшим удельным весом в стра-

нах Западной (Нигерия – 29,5 %) и Центральной (Камерун – 20,9 %) Африки. Эпидемический процесс в этих и сопредельных странах характеризуется как активный. В 2022 г. летальность составила 1,9 % [20–25]. Эпидемические осложнения по холере имели место в регионе Великих Африканских озер – одном из самых густонаселенных в мире, в который входят Бурунди, Демократическая Республика Конго (ДРК), Кения, Танзания, Эфиопия, Малави, Мозамбик, Замбия, Руанда и Уганда. Наибольший удельный вес случаев холеры в 2022 г. среди стран этого региона выявлен в Малави, Мозамбике и ДРК – 51,3; 27,0 и 10,1 % соответственно от общего количества больных в регионе. В Малави с марта по декабрь 2022 г. зарегистрировано 17824 случая заболевания холерой, что составило 77,6 % от общего числа больных в этой стране за предшествующий десятилетний период. Вспышка характеризовалась высокой летальностью (3,4 %), инфицированностью значительного числа детей, на долю которых приходилось 35 % случаев холеры и 17 % летальных исходов. В 2022 г. случаи холеры также зарегистрированы в Бенине, Буркина-Фасо, Нигере, Того, Бурунди, Танзании, Эфиопии, Кении, Южном Судане, Зимбабве и Замбии [26, 27].

На основании приведенных данных прогнозируется продолжение эпидемического процесса в странах Африканского региона на 2023 г. с сохранением потенциальных рисков распространения болезни посредством внутри- и межгосударственных завозов.

Северная Америка. За анализируемый десятилетний период в США и Канаде зарегистрировано соответственно 55 и 10 завозных случаев холеры, в том числе 4 в 2022 г. (США). В 2023 г. остается вероятность единичных завозов инфекции.

Регион Карибского бассейна

Республика Гаити. Страна не сообщала о холере со времени эпидемии холеры (2010–2019 гг.), когда было выявлено 820 тыс. случаев, в том числе более 9 тыс. летальных. В 2022 г., после почти трехлетнего отсутствия заболеваемости, в Гаити зарегистрирована вспышка холеры. В ноябре 2022 г. опубликована информация о первом случае холеры, выявленном в столице (г. Порт-о-Пренс) [28]. Всего за 2022 г. зарегистрировано 1570 подтвержденных случаев холеры в девяти департаментах страны [29]. Установлено, что штамм холерного вибриона, ответственный за вспышку 2022 г., принадлежал к «гаитянской» группе и отличался от штаммов из Мексики (2013 г.) и от штаммов, циркулирующих в настоящее время в Бангладеш [30]. Приведенные данные позволяют судить об имеющихся предпосылках продолжения эпидемического процесса в Гаити в 2023 г. [31].

Доминиканская Республика. По данным Pan American Health Organization, в 2022 г. зарегистрировано 4 случая завоза холеры из Гаити, выявлено 6 местных случаев [32].

Южная Америка. За анализируемый период зарегистрировано 8 случаев холеры, в том числе в Венесуэле – 4 (2013 г.), Чили – 2 (2013 г.) и 1 (2014 г.), Эквадоре – 1 (2016 г.). В Чили в 2018 г. зарегистрирована вспышка (31 больной), обусловленная нетоксигенным штаммом *V. cholerae* [33]. В 2022 г. сведений о случаях заболевания людей холерой не поступало. На основании этого можно предположить стабилизацию эпидемического процесса в этих странах в 2023 г.

Европа. В ВОЗ поступила информация о 80 завозных случаях холеры без распространения в 12 странах Европы: в Великобритании (2013–2016 гг.), Германии (2013–2016 гг.), Дании (2016 г.), Испании (2013, 2015, 2022 гг.), Италии (2013 г.), Нидерландах (2013, 2016, 2020 гг.), Норвегии (2015 г.), Франции (2014, 2015 гг.), Швейцарии (2015 г.), Швеции (2015, 2022 гг.), Чехии (2017 г.) и России (2014 г.). В Европейском регионе в 2022 г. эпидемиологическая ситуация по холере характеризовалась как стабильная, в то же время отмечено 2 случая завоза холеры в Швецию из Ирака. В Испании выявлен случай холеры, обусловленный нетоксигенным штаммом *V. cholerae* O1 [34, 35]. В 2023 г. останется вероятность единичных завозов холеры в Европу без распространения инфекции.

Австралия с Океанией. Имели место 12 случаев завоза в Австралию (2014, 2016–2017 гг.) без распространения возбудителя инфекции. В настоящее время ситуация стабильна.

Страны СНГ. В 2017 и 2018 гг. зарегистрированы завозы холеры в Казахстан из Индии [36, 37]. На 2023 г. нельзя исключить вероятность завозов.

Таким образом, в результате мониторинга заболеваемости холерой на глобальном уровне за период с 2013 по 2022 г. выявлено 1903 случая завоза болезни, в том числе в странах Азии – 1319 (69,3 %), Африки – 420 (22,1 %), Европы – 80 (4,2 %), Америки – 72 (3,8 %) и Австралии с Океанией – 12 (0,6 %). На протяжении указанного периода в 71 стране мира выявлено 500 пораженных холерой административных территорий. Из них эндемичных – 69, которые сформировались в странах Азии (16), Африки (41) и Америки – в регионе Карибского бассейна (12).

В 2022 г. случаи холеры зарегистрированы в 36 странах мира, на 191 административной территории. Из них эндемичных территорий – 18, которые сформировались в Азии (2) и Африке (16). При этом тенденция в структуре заболеваемости сохранилась, наибольший удельный вес больных пришелся на страны Азии. Летальность в мире в 2022 г. составила 0,18 %. Эти данные в совокупности определяют потенциальные риски активизации эпидемического процесса в 2023 г. с распространением болезни, связанным с внутри- и межгосударственными завозами в страны различных континентов.

Анализ факторов и причин, обусловивших тенденцию к росту заболеваемости холерой в мире и активизацию эпидемического процесса с распространением болезни на новые территории в 2023 г., наряду с ЧС природного характера (землетрясения, ураганы, штормы, ливни, наводнения и др.) однозначно выводит на первый план ЧС социального характера (военные конфликты, приводящие к гуманитарному кризису, разрушению инфраструктуры водоснабжения и канализования, ухудшению санитарного состояния среды, недостатку доброкачественной питьевой воды, нехватке медицинской помощи, миграции населения и др.).

Перечисленные условия присутствуют в текущий момент и на территории Украины, и в четырех новых субъектах РФ, что обуславливает потенциальные риски формирования эпидемических очагов холеры на этих территориях с распространением болезни в случае завоза из эндемичных по холере стран и возможных биологических диверсий.

Анализ и оценка эпидемиологической ситуации по холере в России (2013–2022 гг.). Прогноз на 2023 г.

За период с 2013 по 2022 г. в 26 субъектах РФ из проб воды поверхностных водоемов изолировано 543 штамма *V. cholerae* O1 Эль Тор, в том числе один штамм *ctxA⁺tcpA⁺* (Ростовская область, 2014 г.), 50 штаммов *ctxA⁺tcpA⁺* (Ростовская область, Республика Калмыкия, Ставропольский край, Республика Коми, Хабаровский край) и 492 штамма *ctxA⁻tcpA⁻*. За анализируемый период штаммы *V. cholerae* серогруппы O139 не выделены. Наибольший удельный вес изолятов (57,6 %) приходится на территории II типа по эпидемическим проявлениям холеры. Установлено, что более 70 % нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1 изолированы из проб воды

стационарных точек отбора в местах неорганизованного рекреационного водопользования на территории 28 субъектов РФ. В местах сброса сточных вод выделено 17,0 % штаммов *V. cholerae* O1 на территории 15 субъектов РФ.

Холерные вибрионы O1 обнаруживали с мая (Ростовская область, 2013, 2022 гг.; Республика Крым, 2020, 2022 гг.) по сентябрь (Ростовская область, 2020, 2022 гг.; Республика Калмыкия, 2013, 2016–2019 гг.; Приморский край, 2014, 2021 гг.; Краснодарский край, 2015, 2020 гг.; Удмуртская Республика, 2020 г.).

Потенциальные угрозы, связанные с высокими рисками завоза холеры на территории новых субъектов РФ, вероятность биотеррористических актов, а также сложившиеся в 2022 г. температурные условия поверхностных водоемов обусловили необходимость начала мониторинговых исследований в более ранние сроки при достижении температуры воды +15 °С и выше (апрель 2022), а окончание – в более поздние сроки, при температуре ниже +15 °С (октябрь 2022 г.).

В результате проведения мониторинговых исследований специалистами СПЭБ Роспотребнадзора во взаимодействии с территориальными учреждениями изолировано 2 нетоксигенных штамма *V. cholerae* O1 из пруда ОАО «Гормаш» (Донецкая Народная Республика – ДНР, г. Донецк) и три штамма – из реки Молочной (Запорожская область, г. Мелитополь). Контаминация *V. cholerae* O1 водных объектов в Запорожской области была отмечена и ранее [38].

В 2022 г. на территории РФ не выделено токсигенных штаммов *V. cholerae* O1 от людей и из объектов окружающей среды (ООС). В десяти субъектах РФ из ООС изолировано 43 нетоксигенных штамма *V. cholerae* O1 Эль Тор, что на 35,8 % меньше, чем за аналогичный период 2021 г. [1]. Все штаммы изолированы из проб воды поверхностных водоемов, в том числе 39 (90,7 %) из воды рек и 4 (9,3 %) из воды прудов. Установлено, что 72,1 % штаммов выделено из проб воды в местах неорганизованного рекреационного водопользования, 14,0 % – в местах сброса сточных вод, 11,6 % – в местах водозабора и 2,3 % – в местах организованного рекреационного водопользования. Наибольший удельный вес изолятов отмечен в июне – 34,9 % (15 штаммов), августе – 27,9 % (12 штаммов) и сентябре – 23,3 % (10 штаммов). В 2022 г. наибольшее количество культур (26) выделено в Ростовской области (21 штамм в Ростове-на-Дону и 5 – в Азовском районе), что составило 60,5 % от общего числа выделенных штаммов. В Республике Калмыкия (Элиста), Хабаровском крае (Хабаровский район) и Запорожской области (Мелитополь) изолировано по 3 штамма (20,9 %). В ДНР (Донецк) и Архангельской области (Приморский район) – по 2 штамма (9,3 %), в республиках Крым (г. Керчь), Башкортостан (Ишимбайский район), Иркутской (Иркутский район) и Вологодской (д. Маурино) областях – по 1 штамму (9,3 %).

Все обнаруженные штаммы были типичными по родовым и видовым свойствам, принадлежали к биовару Эль Тор. В отличие от 2021 г. [1] выявилось количественное преобладание штаммов серовара Огава (76,7 %). К серовару Инаба отнесено 23,3 % штаммов. Холерные вибрионы серогруппы O139, как и в прошлом году, не выделены. В геномах всех штаммов отсутствовал ген *ctxA*, а ген *tcpA* обнаружен у 16 штаммов, выделенных в Ростовской области (в Ростове-на-Дону – 15) и Республике Калмыкия (в Элисте – 1).

В Референс-центре по мониторингу за холерой проведено высокопроизводительное секвенирование ДНК штаммов, выделенных в РФ в 2022 г. Результаты SNP-анализа полученных сиквенсов, в который были также включены геномы изолятов предшествующих лет, показали значительную гетерогенность штаммов 2022 г., которые на дендрограмме попали в разные кластеры (рис. 2).

В частности, три штамма, выделенные в Хабаровском крае, вошли в кластер D вместе с обнаруженными ранее в этом и других регионах (Иркутская область, Забайкальский край, Республика Бурятия). Штамм из Вологодской области попал в кластер E, содержащий штаммы, выделенные в 2021 г. на территории этого же субъекта. Аналогичная ситуация наблюдается со штаммом из Иркутской области – он вошел в кластер F, в составе которого были ранее выделенные в этом же регионе штаммы. Кластер G образован штаммами, выделенными в Архангельской области в 2022 г. и в Удмуртской Республике в 2020 г.

Необходимо отдельно отметить штаммы, изолированные из воды открытых водоемов в новых субъектах РФ. Так, штаммы, выделенные в 2022 г. в Донецке (ДНР), вошли в состав кластера H (вместе с выделенными там же ранее, а также в 2022 г. в Республике Калмыкия). Штаммы из Мелитополя (Запорожская область) распределились между двумя кластерами: 2 штамма попали в кластер L, образованный штаммами из ДНР (2017–2019 гг.), тогда как 1 изолят (кластер K) оказался близок штаммам из Ростовской области (2006 г.) и Ялты (2016 г.).

Штаммы, обнаруженные в Ростове-на-Дону, распределились между тремя кластерами (рис. 2). В кластер A, помимо данных штаммов, вошли изоляты из республик Башкортостан, Татарстан и Крым (2021 г.). Кластер I образован штаммами *tcpA*⁻, изолированными в Ростовской области в 2022 г., а кластер N – только штаммами *tcpA*⁺ (Ростов-на-Дону, 2021–2022 гг.). Ранее мы сообщали о том, что 10 штаммов *tcpA*⁺ 2021 г. (Ростов-на-Дону) относились к одному клональному комплексу, вероятно, связанному с изолятом 2018 г., который мог сохраниться в данном регионе [1]. В 2022 г. в Ростове-на-Дону выделено 15 штаммов, практически идентичных упомянутым. Более подробный биоинформационный анализ, результаты которого будут представлены в отдельной публикации, подтвердил при-

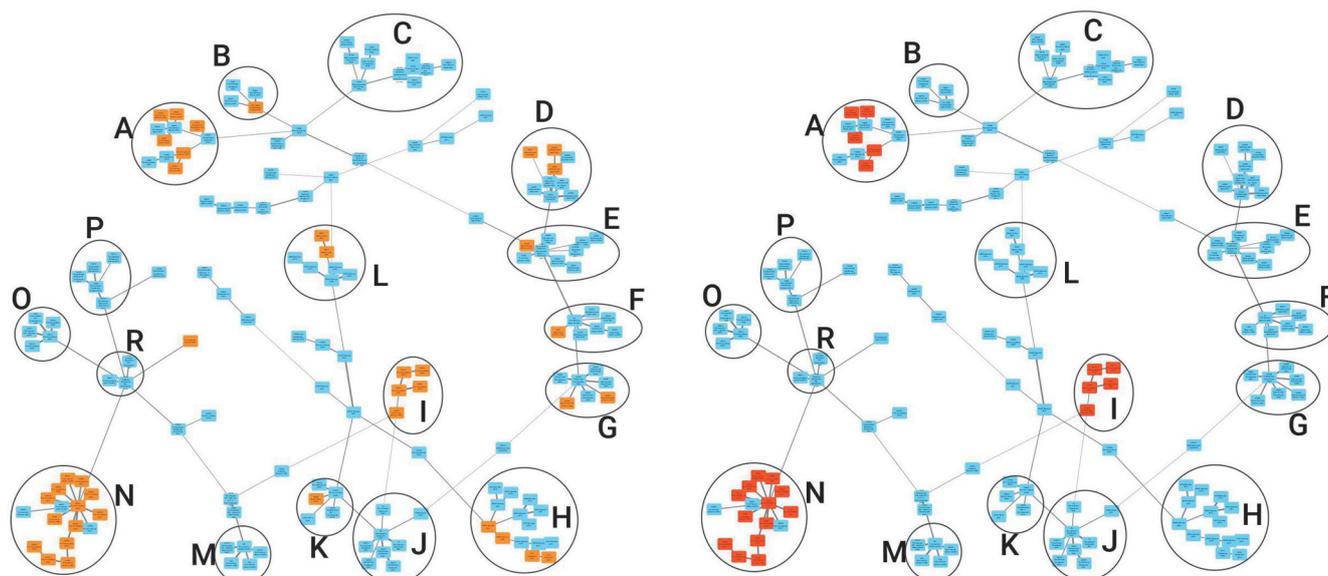


Рис. 2. Дендрограммы, полученные с использованием алгоритма минимального остовного дерева (Minimum Spanning Tree, MST) и программы Cytoscape [39] и отражающие генетическую близость между различными штаммами *V. cholerae* O1:

штаммы 2022 г. обозначены оранжевым цветом (слева); изолированные в Ростовской области в 2022 г. – красным (справа)

Fig. 2. Dendrograms obtained using the Minimum Spanning Tree (MST) algorithm and the Cytoscape software [39], reflecting the genetic proximity between different strains of *V. cholerae* O1:

2022 strains are marked in orange color (on the left), isolated in the Rostov Region in 2022 – in red color (on the right)

надлежность этих штаммов к одному клональному комплексу. Все они обладали наборами детерминант, достаточными для реализации патогенетического и персистентного потенциала, что указывает на их потенциальную опасность как возбудителей острых кишечных инфекций (ОКИ).

Клональные комплексы холерных вибрионов в 2022 г. выявлены в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах в рамках микробиологического мониторинга в Хабаровском крае (3) и Иркутской области (1). При оперативном молекулярно-генетическом типировании на основе анализа вариабельных тандемных повторов в геноме (MLVA-типирование) штаммы, выделенные в Хабаровском крае, отнесены к одному генотипу (VcA16_VcB0_VcC10_VcD3_VcG2). Все штаммы изолированы в течение месяца из проб воды р. Черной в местах сброса хозяйственно-бытовых сточных вод. Следует отметить, что в 2021 г. из воды р. Черной в районе п. Черная Речка изолирован *V. cholerae* O1 с идентичным со штаммами 2022 г. MLVA-профилем. В 2018 г. из проб воды этого же водоема, а также из воды р. Амур в месте сброса хозяйственно-бытовых сточных вод выделены штаммы серовара Инаба, отнесенные при генотипировании к однолокусным вариантам (изменение кратности повтора VcA) относительно изолятов 2022 г.

Углубленный филогенетический анализ полногеномных сиквенсов штаммов *V. cholerae*, изолированных в 2022 г., в сравнении с выделенными ранее на данных территориях и представителями глобальной выборки геномов холерного вибриона, подтвердил данные MLVA-типирования. Штаммы из р. Черной Хабаровского края (2022 г.) демон-

стрируют сходство генотипа как между собой, так и со штаммом холерного вибриона, выделенным из р. Черной в 2021 г. (рис. 3). Эти данные позволяют судить о закреплении клона холерного вибриона в р. Черной и незначительной трансформации его генотипа (не выходящей за рамки адаптивных изменений) в процессе персистенции в водной окружающей среде. Персистенции холерного вибриона в данной экологической нише, по всей вероятности, способствуют экологические и санитарно-гигиенические условия (сброс сточных вод, наличие застойных мелководных участков) водоема. Подтверждением этому служит и обнаружение в данном водоеме в 2013 г. штамма *V. cholerae* O1 с генотипом *ctx⁻tcp⁺*. Результаты эпидемиологического анализа при выделении указанного штамма (однократное обнаружение, несмотря на увеличение кратности отбора проб и количества точек; тип стационарной точки – место сброса сточных вод) и реконструкции филогении на основе полных геномов (кластеризация с изолятами из Китая) позволили сделать заключение о его завозном происхождении [40].

В целом выявление генетически близкородственных изолятов холерных вибрионов O1 среди выделенных в разные годы в различных регионах РФ свидетельствует об отсутствии связей свежесделанных штаммов с новыми заносами.

В 2022 г. зарегистрировано семь случаев ОКИ, вызванных нетоксигенными *tcpA⁻* холерными вибрионами nonO1/nonO139. Из восьми клинических изолятов два выделены от одного больного ребенка (Ростов-на-Дону) и оказались субкультурами одного штамма [41], а пять штаммов из ДНР и один из Волгоградской области выделены от разных боль-

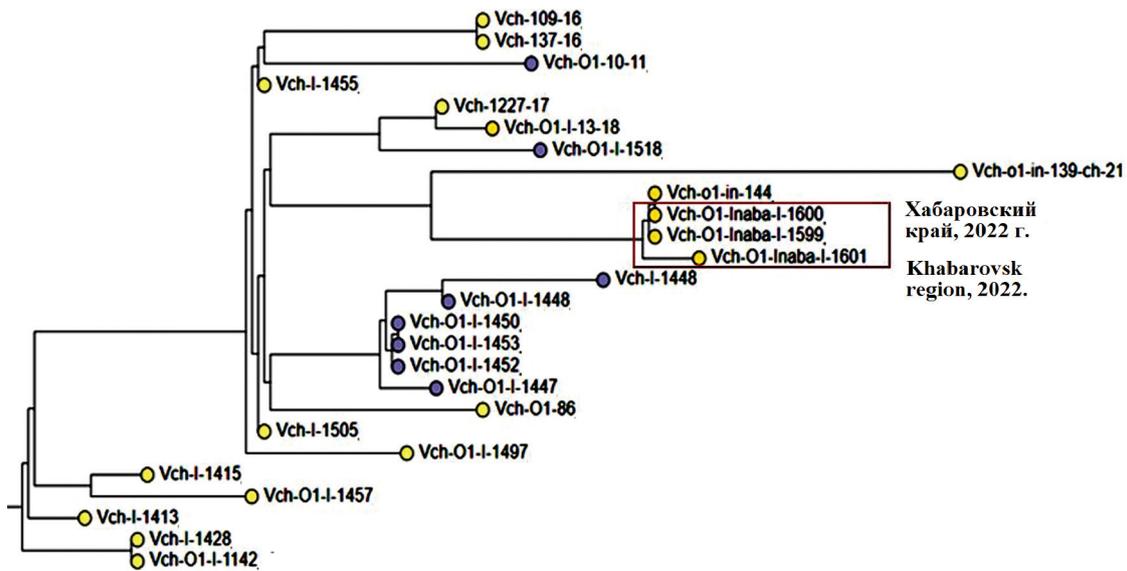


Рис. 3. Фрагмент дендрограммы, построенной в программе IQTREE с использованием метода максимального правдоподобия, на основании анализа геномов *V. cholerae* O1

Fig. 3. Fragment of the dendrogram constructed in the IQTREE program using the maximum likelihood method, based on the analysis of *V. cholerae* O1 genomes

ных. По итогам проведения кластерного анализа по 55 тыс. SNP построена дендрограмма, отражающая филогенетические связи между этими штаммами (рис. 4).

Две субкультуры штамма из Ростова-на-Дону практически не различались и были ближе всего одному из двух штаммов, выделенных в Мариуполе. Все они содержали в геномах кластер генов системы секреции III типа (T3SS) – мощного фактора патогенности [42]. Второй штамм T3SS⁺ из Мариуполя оказался в составе совершенно другой ветви вместе с изолятом T3SS⁻ из Донецка и тремя выделенными ранее в Ростовской области штаммами (два T3SS⁺ и один T3SS⁻). Еще два штамма из Донецка, T3SS⁻ и T3SS⁺, попали в разные ветви, при этом последний был ближе изоляту из Волгограда.

Таким образом, анализ филогенетических связей между этими штаммами показал их генетическую близость таким же штаммам, изолированным ранее от больных на данных территориях, то есть в 2022 г. новых завозов холерных вибрионов nonO1/nonO139 не выявлено. Вместе с тем выделение нетоксигенных штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139 от больных ОКИ свидетельствует о наличии контактов населения с ООС, контаминированными холерными вибрионами, а также о повышенном уровне риска распространения инфекции в случае попадания токсигенного штамма – возбудителя холеры – в водные экосистемы.

С 2013 по 2022 г. выявлена тенденция роста в динамике заболеваемости холерой в мире. Отмечена крупная эпидемия в Йемене, а после длительного перерыва активизировался эпидемический процесс в ряде стран Азии (Сирия, Ливан). Вероятны риски осложнения эпидемиологической ситуации по холере в Сирии и Турции в связи с произошедшим

масштабным землетрясением. Градус риска завоза холеры на территорию РФ смещен с Африканского на Ближневосточный регион. Сохранилась неблагоприятная эпидемиологическая обстановка на Африканском континенте. Масштабные эпидемии и крупные вспышки, которые начались в 2021–2022 гг. в связи с ЧС социального и природного характера, продолжаются в 2023 г.

На основании анализа и оценки результатов мониторинга можно заключить, что прогноз по холере на территориях субъектов РФ, данный на 2022 г., полностью подтвердился. Завозы инфекции не зарегистрированы, поэтому эпидемиологическая ситуация характеризовалась как стабильная и благоприятная – отсутствие больных и носителей. Как и предполагалось, из ООС выделены десятки нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1. От единичных больных ОКИ изолированы штаммы *V. cholerae* nonO1/nonO139. Происхождение всех штаммов, выделенных в 2022 г., не связано с новыми заносами. Сходство указанных штаммов с генетически близкородственными штаммами, выделенными в ходе мониторинга в предшествующие годы, свидетельствует о циркуляции этих и подобных штаммов на территориях субъектов РФ.

Вместе с тем полученные данные свидетельствуют о возможности создания благоприятных условий для размножения и переживания (в течение месяца и более) холерных вибрионов и формирования клональных комплексов. В связи с этим нельзя исключить аналогичную ситуацию в случае попадания (посредством завоза) в водный объект токсигенного штамма, что может повлечь за собой реализацию пролонгированного по времени эпидемиологического риска, связанного с возможностью распространения инфекции водным путем.

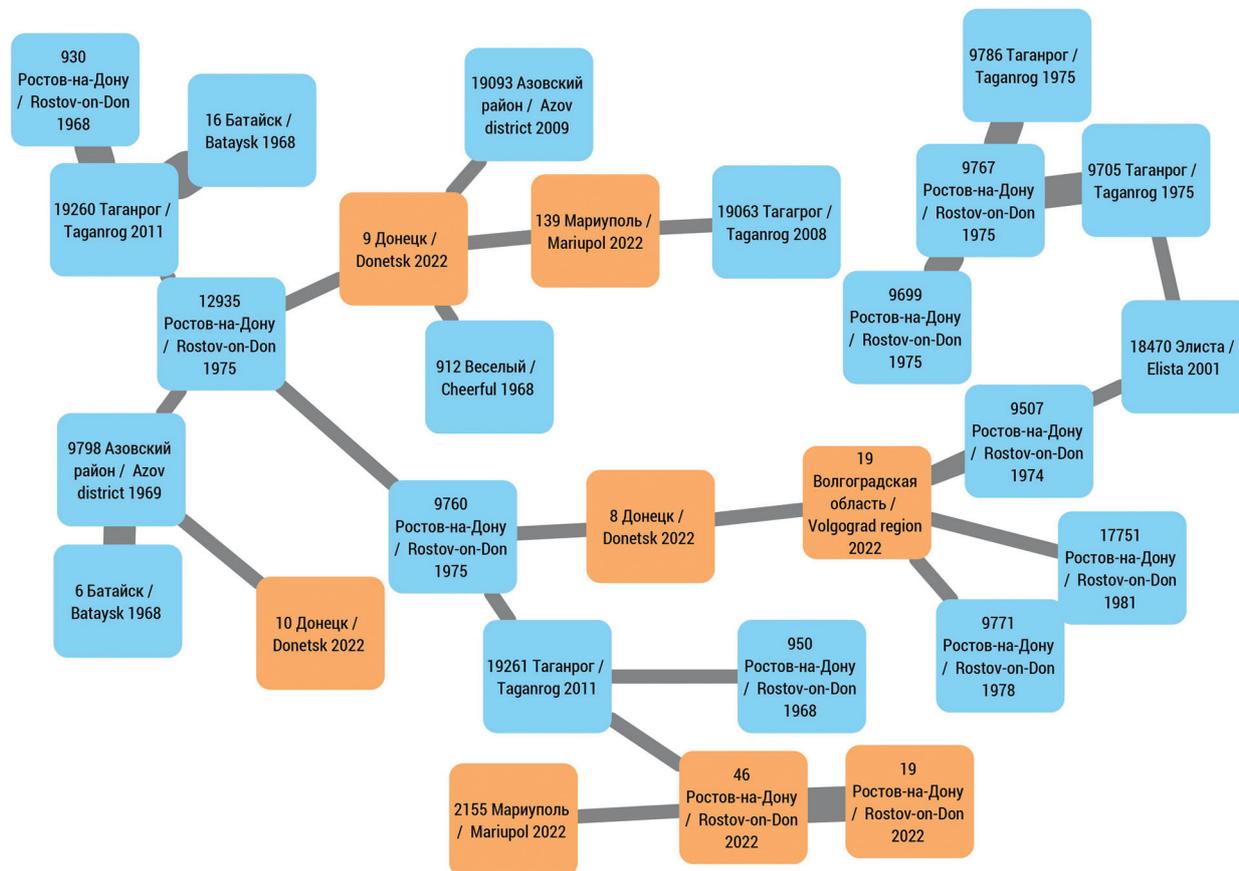


Рис. 4. Дендрограмма, построенная по итогам кластерного анализа 55 тыс. SNP в геномах штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139. Расстояние между штаммами и толщина линий на дендрограмме обратно пропорциональны натуральному логарифму количества отличающихся SNP

Fig. 4. Dendrogram based on the results of cluster analysis of 55 000 SNPs in the genomes of *V. cholerae* nonO1/nonO139 strains. The distance between strains and the thickness of the lines on the dendrogram are inversely proportional to the natural logarithm of the number of discrepant SNPs

Прогноз на 2023 г. Сохранятся эпидемиологические риски завоза инфекции на любую административную территорию России в течение 2023 г., связанные с активизацией эпидемического процесса в отдельных странах Азии, Африки и регионе Карибского бассейна, где сформировались эндемичные очаги. Последствия стихийного бедствия в Сирии и Турции и вероятность связанных с ними рисков осложнения эпидемической ситуации по холере необходимо учитывать при подготовке к туристическому сезону, так как основной туристический поток населения России – именно в Турцию. Повышению уровней потенциальных рисков способствует протяженная граница с Украиной, на территорию которой возможен завоз холеры из стран, эндемичных по холере. Кроме того, не исключаются акты биотерроризма. Последствия возможного заноса возбудителя на территорию Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей усугубляются ЧС социального характера (нарушение систем водоснабжения, водоотведения, канализования, медицинского обеспечения и др.). При отсутствии реализации данных эпидемиологических рисков на территории РФ будет сохраняться стабильная эпидемиологическая обстановка по холере. В этих услови-

ях прогнозируется обнаружение в водных объектах окружающей среды нетоксигенных штаммов холерных вибрионов O1 (не исключая вероятность формирования клональных комплексов), а также штаммов nonO1/nonO139, которые могут явиться этиологическим фактором спорадических случаев или вспышек диарейных заболеваний.

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

Список литературы

1. Носков А.К., Кругликов В.Д., Москвитина Э.А., Монахова Е.В., Миронова Л.В., Крицкий А.А., Лопатин А.А., Чемисова О.С., Соболева Е.Г., Иванова С.М., Водопьянов А.С., Стенина С.И., Писанов Р.В., Левченко Д.А., Подойницына О.А., Непомнящая Н.Б., Ежова М.И. Холера: тенденции развития эпидемического процесса в 2021 г, прогноз на 2022 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022; 1:24–34. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-24-34.
2. Asia and the Pacific: Weekly Regional Humanitarian Snapshot (5–11 July 2022). Source OCHA. Posted 13 Jul 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/bangladesh/asia-and-pacific-weekly-regional-humanitarian-snapshot-5-11-july-2022> (дата обращения 14.07.2022).
3. Earthquake in Paktika and Khost Provinces, Afghanistan – Situation Report # 9 (As of 10 July 2022). Sources Health Cluster, WHO. Posted 12 Jul 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/afghanistan/earthquake-paktika-and-khost-provinces-afghanistan-situation-report-9-10-july-2022> (дата обращения 14.07.2022).

4. Khan H.A., Masood W., Siddiqui A., Ahmad S., Salman Y., Essar M.Y. The cholera outbreak in Karachi, Pakistan: Challenges, efforts and recommendations. *Ann. Med. Surg. (Lond.)*. 2022; 78:103873. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.103873.
5. Syria – Cholera (DG ECHO Partners, WHO, MoH Syria, NES Forum) (ECHO Daily Flash of 12 September 2022). Source ECHO. Posted 12 Sep 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/syria-cholera-dg-echo-partners-who-moh-syria-nes-forum-echo-daily-flash-12-september-2022> (дата обращения 13.09.2022).
6. Education Cannot Wait Announces US\$1.5 Million Grant to Slow the Spread of Cholera in Schools in Syria, ECW Funding in Syria Totals US\$50 Million. Source Education Cannot Wait. Posted 25 Dec 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/education-cannot-wait-announces-us15-million-grant-slow-spread-cholera-schools-syria-ecw-funding-syria-totals-us50-million> (дата обращения 26.12.2022).
7. Crisis fatigue not an option as global hunger crisis deepens, the International Red Cross Red Crescent Movement warns. Sources ICRC, IFRC. Posted 13 Sep 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/world/crisis-fatigue-not-option-global-hunger-crisis-deepens-international-red-cross-red-crescent-movement-warns> (дата обращения 14.09.2022).
8. Syria. Syria Humanitarian Fund: Allocation Strategy Paper - 2022 1st Reserve Allocation. Format Manual and Guideline. Source OCHA. Posted 11 Oct 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/syria-humanitarian-fund-allocation-strategy-paper-2022-1st-reserve-allocation> (дата обращения 12.10.2022).
9. Министерство здравоохранения объявило о регистрации первого случая заболевания холерой в Аккар. Источник: Министерство общественного здравоохранения Ливанской Республики. Дата: 2022/10/06 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moph.gov.lb/ar/Media/view/64430/1> (дата обращения 06.10.2022).
10. Cholera – Lebanon (02): (Akkar) МЗ обновления / Published Date: 2022-10-07. Archive Number: 20221007.8706020 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8706020> (дата обращения 10.10.2022).
11. Lebanon 2023 IFRC network country plan (MGRLB001). Source IFRC. Posted 3 Jan 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/lebanon/lebanon-2023-ifrc-network-country-plan-mgrlb001> (дата обращения 04.01.2023).
12. Cholera surveillance report. 5 Jan 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moph.gov.lb/userfiles/images/Prevention/Communicable%20Diseases/Cholera-Surveillance-2022/5-1-2023.pdf> (дата обращения 11.01.2023).
13. PRO/EDR> Cholera, diarrhea & dysentery update (25): Asia, Africa. Published Date: 2022-07-21. Archive Number: 20220720.8704529 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8704529> (дата обращения 21.07.2022).
14. PRO/SOAS> Cholera – India: (Maharashtra) conf, fatal. Published Date: 2022-07-17. Archive Number: 20220717.8704462 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8704462> (дата обращения 17.07.2022).
15. Cholera – Bangladesh: (Dhaka). Published Date: 2022-03-29. Archive Number: 20220329.8702284 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8702284> (дата обращения 30.03.2022).
16. Crisis in sight weekly picks, 20 April 2022. Source ACAPS. Posted 20 Apr 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/djibouti/crisisinsight-weekly-picks-20-april-2022> (дата обращения 21.04.2022).
17. Asia and the Pacific: Weekly Regional Humanitarian Snapshot (19–25 April 2022). Source OCHA. Posted 27 Apr 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/philippines/asia-and-pacific-weekly-regional-humanitarian-snapshot-19-25-april-2022> (дата обращения 27.04.2022).
18. Huang Y., Jia L., Tian Y., Lyu B., Qu M., Zhang X., Liu B.W., Huo D., Wu X.N., Yan H.Q., Yang P. [Etiological and epidemiological characteristics of *Vibrio cholerae* in Beijing, 2015–2021]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2022; 43(5):734–8. (In Chinese). DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220123-00064.
19. Cholera – Kuwait: ex IRAQ/ Source: Arab Times. Published Date: 2022-11-29. Archive Number: 20221129.8706958 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8706958> (дата обращения 30.11.2022).
20. Northeast Nigeria Humanitarian Response: Health Sector Bulletin – November 2022. Sources Govt. Nigeria, Health Cluster, WHO. Posted 31 Dec 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/nigeria/northeast-nigeria-humanitarian-response-health-sector-bulletin-november-2022> (дата обращения 03.01.2023).
21. West and Central Africa: Weekly Regional Humanitarian Snapshot (27 December 2022 – 2 January 2023). Source OCHA. Posted 4 Jan 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/cameroon/west-and-central-africa-weekly-regional-humanitarian-snapshot-27-december-2022-2-january-2023> (дата обращения 05.01.2023).
22. Cholera, diarrhea & dysentery update (10): Africa (Cameroon). Archive Number: 20220325.8702214. Published Date: 2022-03-25 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8702214> (дата обращения 28.03.2022).
23. Children suffering dire drought across parts of Africa are ‘one disease away from catastrophe’ – warns UNICEF [EN/AR]. Source UNICEF. Posted 23 Aug 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/somalia/children-suffering-dire-drought-across-parts-africa-are-one-disease-away-catastrophe-warns-unicef> (дата обращения 24.08.2022).
24. Weekly bulletin on outbreaks and other emergencies. Week 52: 19 to 25 December 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afro.who.int/health-topics/disease-outbreaks/outbreaks-and-other-emergencies-updates> (дата обращения 03.01.2023).
25. Зарубежное эпидемиологическое – холера – Нигерия (2). Archive Number: 20220824.8705214. Published Date: 2022-08-24 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8705214> (дата обращения 25.08.2022).
26. Weekly bulletin on outbreaks and other emergencies. Week 14: 28 March – 3 April 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/352849/OEW14-280303042022.pdf> (дата обращения 08.04.2022).
27. UNICEF Malawi Humanitarian Situation Report (Tropical Storm Ana) as of 15 February 2022. Source UNICEF. Posted 16 Feb 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/malawi/unicef-malawi-humanitarian-situation-report-tropical-storm-ana-15-february-2022> (дата обращения 17.02.2022).
28. World Health Organization (12 October 2022). Disease Outbreak News; Cholera – Haiti [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON415/> (дата обращения 12.10.2022).
29. Daniels J.P. Cholera surges in Haiti. *Lancet*. 2022; 400(10367):1913. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)02482-5.
30. Rubin D.H.F., Zingl F.G., Leitner D.R., Ternier R., Compere V., Marseille S., Slater D., Harris J.B., Chowdhury F., Qadri F., Boncy J., Ivers L.C., Waldor M.K. Reemergence of cholera in Haiti. *N. Engl. J. Med.* 2022; 387(25):2387–9. DOI: 10.1056/NEJMc2213908.
31. Actualización epidemiológica – Cólera – 10 de enero del 2023. Source PAHO. Posted 11 Jan 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://reliefweb.int/report/haiti/actualizacion-epidemiologica-colera-10-de-enero-del-2023> (дата обращения 12.01.2023).
32. Vibrio Cholerae – República Dominicana: ex Haití, caso importado confirmado. Published Date: 2022-10-22. Archive Number: 20221022.8706309 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8706309> (дата обращения 22.10.2022).
33. Cholera, diarrhea & dysentery update (37): Americas (Chile) non-toxigenic. Published Date: 2018-09-21. Archive Number: 20180921.6044225 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=6044225> (дата обращения 20.09.2021).
34. Communicable disease threats report. Week 29, 17-23 July 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-17-23-july-week-29> (дата обращения 25.07.2022).
35. El País: в Испании обнаружили первый аутохтонный случай холеры с 1979 года. Источник: El País. Дата публикации 22 июня 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://russian.rt.com/world/news/1017604-ispaniya-sluchai-holera> (дата обращения 22.06.2022).
36. Сагиев З.А., Мусагалиева Р.С., Абдирасилова А.А., Аязбаев Т.З., Кульбаева М.М., Молдагасимова А.Б., Жунусова А.С., Утепова И.Б., Бегимбаева Э.Ж., Крзбанова У.А., Омашева Г.М., Турлиев З.С., Иманбекова Ж.Ж., Ниязбеков Н.Ш. О завозных случаях холеры в город Алматы в 2017 г., Казахстан. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2018; 3:83–7. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-3-83-87.
37. Холера (завозные случаи) – Казахстан (Алматы). Published Date: 2018-02-09. Archive Number: 20180209.5618941 [Электронный ресурс]. URL: <https://promedmail.org/promed-post/?id=5618941> (дата обращения 09.02.2018).
38. Москвитина Э.А., Янович Е.Г., Кругликов В.Д., Титова С.В., Куриленко М.Л., Пичурина Н.Л., Водопьянов А.С., Левченко Д.А., Иванова С.М., Водопьянов С.О., Олейников И.П. Прогноз по холере на 2019 г. на основании анализа эпидемиологической обстановки в мире, СНГ и России в 2009–2018 гг. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; 1:64–73. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-1-64-73.
39. Shannon P., Markiel A., Ozier O., Baliga N.S., Wang J.T., Ramage D., Amin N., Schwikowski B., Ideker T. Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome Res*. 2003; 13(11):2498–504. DOI: 10.1101/gr.1239303.
40. Миронова Л.В., Бочалгин Н.О., Гладких А.С., Феранчук С.И., Пономарева А.С., Балахонов С.В. Филогенетическое по-

ложение и особенности структуры геномов *ctxAB tcpA* *Vibrio cholerae* из поверхностных водоемов на эндемичной по холере территории. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; 1:115–23. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-115-123.

41. Монахова Е.В., Кругликов В.Д., Водопьянов А.С., Селянская Н.А., Ежова М.И., Носков А.К. Молекулярно-генетическая характеристика штамма *Vibrio cholerae* nonO1/nonO139 – возбудителя нового случая острой кишечной инфекции в Ростове-на-Дону. *Инфекция и иммунитет*. 2022; 12(6):1156–62. DOI: 10.15789/2220-7619-MGC-2022.

42. Shin O.S., Tam V.C., Suzuki M., Ritchie J.M., Bronson R.T., Waldor M.K., Mekalanos J.J. Type III secretion is essential for the rapidly fatal diarrheal disease caused by non-O1, non-O139 *Vibrio cholerae*. *mBio*. 2011; 2(3):e00106–11. DOI: 10.1128/mBio.00106-11.

References

1. Noskov A.K., Kruglikov V.D., Moskvitina E.A., Monakhova E.V., Mironova L.V., Kritsky A.A., Lopatin A.A., Chemisova O.S., Soboleva E.G., Ivanova S.M., Vodop'yanov A.S., Stenina S.I., Pisanov R.V., Levchenko D.A., Podoinitsyna O.A., Nepomnyashchaya N.B., Ezhova M.I. [Cholera: Trends in the development of the epidemic process in 2021, forecast for 2022]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; (1):24–34. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-24-34.

2. Asia and the Pacific: Weekly Regional Humanitarian Snapshot (5–11 July 2022). Source OCHA. Posted 13 Jul 2022 (Cited 14 Jul 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/bangladesh/asia-and-pacific-weekly-regional-humanitarian-snapshot-5-11-july-2022>.

3. Earthquake in Paktika and Khost Provinces, Afghanistan - Situation Report # 9 (As of 10 July 2022) Sources Health Cluster, WHO. Posted 12 Jul 2022. (Cited 14 Jul 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/afghanistan/earthquake-paktika-and-khost-provinces-afghanistan-situation-report-9-10-july-2022>.

4. Khan H.A., Masood W., Siddiqui A., Ahmad S., Salman Y., Essar M.Y. The cholera outbreak in Karachi, Pakistan: Challenges, efforts and recommendations. *Ann. Med. Surg. (Lond.)*. 2022; 78:103873. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.103873.

5. Syria – Cholera (DG ECHO Partners, WHO, MoH Syria, NES Forum) (ECHO Daily Flash of 12 September 2022). Source ECHO. Posted 12 Sep 2022. (Cited 13 Sep 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/syria-cholera-dg-echo-partners-who-moh-syria-nes-forum-echo-daily-flash-12-september-2022>.

6. Education Cannot Wait Announces US\$1.5 Million Grant to Slow the Spread of Cholera in Schools in Syria, ECW Funding in Syria Totals US\$50 Million. Source Education Cannot Wait. Posted 25 Dec 2022. (Cited 26 Dec 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/education-cannot-wait-announces-us-15-million-grant-slow-spread-cholera-schools-syria-ecw-funding-syria-totals-us50-million>.

7. Crisis fatigue not an option as global hunger crisis deepens, the International Red Cross Red Crescent Movement warns. Sources ICRC, IFRC. Posted 13 Sep 2022. (Cited 14 Sep 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/world/crisis-fatigue-not-option-global-hunger-crisis-deepens-international-red-cross-red-crescent-movement-warns>.

8. Syria. Syria Humanitarian Fund: Allocation Strategy Paper – 2022 1st Reserve Allocation. Format Manual and Guideline. Source OCHA. Posted 11 Oct 2022. (Cited 12 Oct 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/syria-humanitarian-fund-allocation-strategy-paper-2022-1st-reserve-allocation>.

9. [The Ministry of Health announced the registration of the first case of cholera in Akkar. Source: Ministry of Public Health of the Lebanese Republic]. Date: 2022/10/06/. (Cited 6 Oct 2022). [Internet]. Available from: <https://www.moph.gov.lb/ar/Media/view/64430/1>.

10. Cholera – Lebanon (02): (Akkar) M3 обновления. Published Date: 2022-10-07. Archive Number: 20221007.8706020 (Cited 10 Oct 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8706020>.

11. Lebanon 2023 IFRC network country plan (MGRLB001). Source IFRC. Posted 3 Jan 2023. (Cited 4 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/lebanon/lebanon-2023-ifrc-network-country-plan-mgrlb001>.

12. Cholera surveillance report. 5 Jan 2023. (Cited 11 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://www.moph.gov.lb/userfiles/images/Prevention/Communicable%20Diseases/Cholera-Surveillance-2022/5-1-2023.pdf>.

13. PRO/EDR> Cholera, diarrhea & dysentery update (25): Asia, Africa. Published Date: 2022-07-21. Archive Number: 20220720.8704529. (Cited 21 Jul 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8704529>.

14. PRO/SOAS> Cholera – India: (Maharashtra) conf, fatal. Published Date: 2022-07-17. Archive Number: 20220717.8704462/

(Cited 17 Jul Oct 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8704462>.

15. Cholera – Bangladesh: (Dhaka). Published Date: 2022-03-29. Archive Number: 20220329.8702284. (Cited 30 Mar 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8702284>.

16. Crisis in sight weekly picks, 20 April 2022. Source ACAPS. Posted 20 Apr 2022. (Cited 21 Apr 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/djibouti/crisisinsight-weekly-picks-20-april-2022>.

17. Asia and the Pacific: Weekly Regional Humanitarian Snapshot (19–25 April 2022). Source OCHA. Posted 27 Apr 2022. (Cited 27 Apr 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/philippines/asia-and-pacific-weekly-regional-humanitarian-snapshot-19-25-april-2022>.

18. Huang Y., Jia L., Tian Y., Lyu B., Qu M., Zhang X., Liu B.W., Huo D., Wu X.N., Yan H.Q., Yang P. Etiological and epidemiological characteristics of *Vibrio cholerae* in Beijing, 2015–2021. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2022; 43(5):734–8. (In Chinese). DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220123-00064.

19. Holera – Kuwait: ex IRAQ. Source: Arab Times. Published Date: 2022-11-29. Archive Number: 20221129.8706958. (Cited 30 Nov 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8706958>.

20. Northeast Nigeria Humanitarian Response: Health Sector Bulletin – November 2022. Sources Govt. Nigeria, Health Cluster, WHO. Posted 31 Dec 2022. (Cited 3 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/nigeria/northeast-nigeria-humanitarian-response-health-sector-bulletin-november-2022>.

21. West and Central Africa: Weekly Regional Humanitarian Snapshot (27 December 2022 – 2 January 2023). Source OCHA. Posted 4 Jan 2023. (Cited 5 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/cameroon/west-and-central-africa-weekly-regional-humanitarian-snapshot-27-december-2022-2-january-2023>.

22. Cholera, diarrhea & dysentery update (10): Africa (Cameroon). Archive Number: 20220325.8702214. Published Date: 2022-03-25. (Cited 28 Mar 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8702214>.

23. Children suffering dire drought across parts of Africa are ‘one disease away from catastrophe’ – warns UNICEF [EN/AR]. Source UNICEF. Posted 23 Aug 2022. (Cited 24 Aug 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/somalia/children-suffering-dire-drought-across-parts-africa-are-one-disease-away-catastrophe-warns-unicef-enar>.

24. Weekly bulletin on outbreaks and other emergencies. Week 52: 19 to 25 December 2022. (Cited 3 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://www.afro.who.int/health-topics/disease-outbreaks/outbreaks-and-other-emergencies-updates>.

25. [Foreign epidemiological overview – cholera – Nigeria (2)]. Archive Number: 20220824.8705214. Published Date: 2022-08-24. (Cited 25 Aug 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8705214>.

26. Weekly bulletin on outbreaks and other emergencies. Week 14: 28 March – 3 April 2022. (Cited 8 Apr 2022). [Internet]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/352849/OEW14-280303042022.pdf>.

27. UNICEF Malawi Humanitarian Situation Report (Tropical Storm Ana) as of 15 February 2022. Source UNICEF. Posted 16 Feb 2022. (Cited 17 Feb 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/malawi/unicef-malawi-humanitarian-situation-report-tropical-storm-ana-15-february-2022>.

28. World Health Organization (12 October 2022). Disease Outbreak News: Cholera – Haiti. (Cited 12 Oct 2022). [Internet]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON415/>.

29. Daniels J.P. Cholera surges in Haiti. *Lancet*. 2022; 400(10367):1913. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)02482-5.

30. Rubin D.H.F., Zingl F.G., Leitner D.R., Ternier R., Compere V., Marseille S., Slater D., Harris J.B., Chowdhury F., Qadri F., Boncy J., Ivers L.C., Waldor M.K. Reemergence of cholera in Haiti. *N. Engl. J. Med.* 2022; 387(25):2387–9. DOI: 10.1056/NEJMc2213908.

31. Actualización epidemiológica – Cólera – 10 de enero del 2023. Source PAHO. Posted 11 Jan 2023. (Cited 12 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://reliefweb.int/report/haiti/actualizacion-epidemiologica-colera-10-de-enero-del-2023>.

32. Vibrio Cholerae – República Dominicana: ex Haiti, caso importado confirmado. Published Date: 2022-10-22. Archive Number: 20221022.8706309. (Cited 22 Oct 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=8706309>.

33. Cholera, diarrhea & dysentery update (37): Americas (Chile) non-toxicogenic. Published Date: 2018-09-21. Archive Number: 20180921.6044225. (Cited 20 Sep 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=6044225>.

34. Communicable disease threats report. Week 29, 17-23 July 2022. (Cited 25 Jul 2022). [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-17-23-july-week-29>.

35. [El Pais: The first autochthonous case of cholera has been detected in Spain since 1979]. Source: El Pais. Publication date June 22, 2022. (Cited 22 Jun 2022). [Internet]. Available from: <https://russian.rt.com/world/news/1017604-ispaniya-sluchai-holera>.

36. Sagiev Z.A., Musagalieva R.S., Abdirasilova A.A., Ayazbaev T.Z., Kul'baeva M.M., Moldagasimova A.B., Zhunusova A.S., Utepova I.B., Begimbaeva E.Z., Izbanova U.A., Omasheva G.M., Turliev Z.S., Imanbekova Z.Z., Niyazbekov N.S. [Concerning imported cases of cholera in the city of Almaty, Kazakhstan, 2017]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2018; (3):83–7. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-3-83-87.

37. [Cholera (imported cases) – Kazakhstan (Almaty)]. Published: 2018-02-09. Archive Number: 20180209.5618941. (Cited 9 Feb 2022). [Internet]. Available from: <https://promedmail.org/promed-post/?id=5618941>.

38. Moskvitina E.A., Yanovich E.G., Kruglikov V.D., Titova S.V., Kurilenko M.L., Pichurina N.L., Vodop'yanov A.S., Levchenko D.A., Ivanova S.M., Vodop'yanov S.O., Oleynikov I.P. [Cholera forecast for the year 2019 based on assessment of epidemiological situation around the world, across CIS and Russia in 2009–2018]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2019; (1):64–73. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-1-64-73.

39. Shannon P., Markiel A., Ozier O., Baliga N.S., Wang J.T., Ramage D., Amin N., Schwikowski B., Ideker T. Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome Res.* 2003; 13(11):2498–504. DOI: 10.1101/gr.1239303.

40. Mironova L.V., Bochalgin N.O., Gladkikh A.S., Feranchuk S.I., Ponomareva A.S., Balakhonov S.V. [Phylogenetic affinity and genome structure features of *ctxAB-tcpA*⁺ *Vibrio cholerae* from the surface water bodies in the territory that is non-endemic as regards cholera]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; (1):115–23. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-115-123.

41. Monakhova E.V., Kruglikov V.D., Vodop'yanov A.S., Selyanskaya N.A., Ezhova M.I., Noskov A.K. [Molecular genetic characteristics of *Vibrio cholerae* nonO1/nonO139 strain, the causative agent of a new case of acute intestinal infection in Rostov-on-Don]. *Infektsiya i immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2022; 12(6):1156–62. DOI: 10.15789/2220-7619-MGC-2022.

42. Shin O.S., Tam V.C., Suzuki M., Ritchie J.M., Bronson R.T., Waldor M.K., Mekalanos J.J. Type III secretion is essential for the rapidly fatal diarrheal disease caused by non-O1, non-O139 *Vibrio cholerae*. *mBio*. 2011; 2(3):e00106–11. DOI: 10.1128/mBio.00106-11.

Authors:

Noskov A.K., Kruglikov V.D., Moskvitina E.A., Monakhova E.V., Soboleva E.G., Chemisova O.S., Vodop'yanov A.S., Men'shikova E.A., Podoyntsyna O.A., Ezhova M.I., Evteev A.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.

Mironova L.V. Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East. 78, Trilissera St., Irkutsk, 664047, Russian Federation.

Lopatina A.A., Ivanova S.M. Plague Control Center. 4, Mussorgsky St., Moscow, 127490, Russian Federation.

Об авторах:

Носков А.К., Кругликов В.Д., Москвитина Э.А., Монахова Е.В., Соболева Е.Г., Чемисова О.С., Водопьянов А.С., Меньшикова Е.А., Подойницына О.А., Ежова М.И., Евтеев А.В. Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 117/40. E-mail: plague@aaanet.ru.

Миронова Л.В. Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока. Российская Федерация, 664047, Иркутск, ул. Трилиссера, 78.

Лопатина А.А., Иванова С.М. Противочумный центр. Российская Федерация, 127490, Москва, ул. Мусоргского, 4.