

О результатах мониторинговых исследований балластных вод и данных идентификации штаммов вибрионов, выделенных в ходе исследований судов в российских морских портах в 2018 году

Водяницкая С.Ю.[✉], Сергиенко О.В., Иванова Н.Г., Балахнова В.В.,
Архангельская И.В., Ренгач М.В., Непомнящая Н.Б., Воловикова С.В.

ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия

Актуальность. В сентябре 2017 г. вступила в силу Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими (2004 г.), одной из участниц которой полноправно является Российская Федерация.

Цель работы — осветить результаты внедрения положений Конвенции в России в части отбора и анализа проб балластных вод на соответствие международному стандарту.

Материал и методы. Источниками данных служили сведения специалистов санитарно-карантинных отделов портов России о заходах судов заграничного плавания, а также результаты мониторинговых исследований балластных вод в морских портах некоторых субъектов Российской Федерации. В работе применены аналитический, бактериологический, молекулярно-биологический методы.

Результаты. Впервые на территории двух субъектов Российской Федерации (Ленинградской и Калининградской областей) в 2018 г. проведены исследования балластных вод, в Ростовской области исследования продолжаются с 2010 г. Проведенные лабораторные исследования балласта судов показали, что содержание *E. coli*, *Enterococcus spp.* находится в пределах нормы, *V. cholerae* O1 и O139 в балласте отсутствовали. Из 21 пробы, исследованной специалистами лабораторий Ростовской области, в 12 пробах балластной воды находились *V. cholerae* non-O1/non-O139, балласт был взят на судах, прибывших из Румынии и Турции.

Заключение. Проведенные молекулярно-генетические исследования не исключают вероятность заносов холерных вибрионов, в том числе с судовым балластом, что требует разработки управленческих решений по обеспечению биологической безопасности морских перевозок и снижению заболеваемости острыми кишечными инфекциями жителей приморских городов.

Ключевые слова: Конвенция; балластные воды; холерные вибрионы; судозаходы; Российская Федерация.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Водяницкая С.Ю., Сергиенко О.В., Иванова Н.Г., Балахнова В.В., Архангельская И.В., Ренгач М.В., Непомнящая Н.Б., Воловикова С.В. О результатах мониторинговых исследований балластных вод и данных идентификации штаммов вибрионов, выделенных в ходе исследований судов в российских морских портах в 2018 году. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2020; 97(1): 55-61.

DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-1-55-61>

Поступила 05.09.2019

Принята в печать 18.12.2019

About the Results of Monitoring Researches of Ballast Waters and Data of Identification of the Vibrio Strains Selected During the Ships Researches in Russian Seaports in 2018

Svetlana Yu. Vodyanitskaya[✉], Olesya V. Sergienko, Natalya G. Ivanova, Veronica V. Balachnova,
Irina V. Arkhangelskaya, Marina V. Rengach, Natalya B. Nepomnyashchaya, Sofya V. Volovikova

Rostov-on-Don Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don 344002, Russia

Relevance. In September, 2017 the International Convention on Control of Ships' Ballast Waters and sediments, in which the Russian Federation takes part, came into effect.

Aim of article is to cover the results of implementation of the Convention in Russia, regarding selection and analysis of ballast waters tests for compliance with the international standard.

Material and methods. The materials for work were data on ship arrivals at the international seaports of the Russian Federation, provided by sanitary and quarantine departments of the Russian ports, and monitoring researches of ballast waters in seaports of some regions of the Russian Federation. Analytical, bacteriological, molecular methods were applied.

Results. The studies of ballast waters in the Leningrad and Kaliningrad regions have been conducted for the first time in 2018, and in the Rostov region the study lasts since 2010. The laboratory researches of ships' ballast showed that *E. coli*, *Enterococcus spp.* were in norm, *V. cholerae* O1 and O139 in ballast were absent. 12 of 21 ballast water tests investigated by specialists of the Rostov region laboratories contained *V. cholerae* non-O1/non-O139, ballast was taken on the ships which arrived from Romania and Turkey.

Conclusion. The results of the molecular and genetic researches suggest that there is a probability of *V. cholerae* introduction brought with ship ballast. Management decisions are demanded to ensure biological safety of shipping and to decrease intestinal infections incidence in residents of the seaside cities.

Keywords: Convention; ballast waters; *V. cholerae*; arrival of ships; Russian Federation.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Vodyanitskaya S.Yu., Sergienko O.V., Ivanova N.G., Balachnova V.V., Arkhangelskaya I.V., Rengach M.V., Nepomnyashchaya N.B., Volovikova S.V. About the Results of Monitoring Researches of Ballast Waters and Data of Identification of the Vibrios Strains Selected During the Ships Researches in Russian Seaports in 2018. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* = *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology, Russian journal*. 2020; 97(1): 55–61. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-1-55-61>

Received 5 September 2019

Accepted 18 December 2019

Актуальность

В сентябре 2017 г. в Российской Федерации вступила в силу Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими от 2004 г. (далее — Конвенция). На сегодняшний день Конвенцию ратифицировало 81 государство с общей долей мирового тоннажа 80,76%, которые уже предъявляют требования к судам, заходящим в их порты, для предотвращения переноса опасных морских организмов и патогенов.

О значимости балластных вод (БВ) в интродукции возбудителя холеры на свободные территории и целесообразности их исследования на наличие *V. cholerae* свидетельствует выделение *V. cholerae* O1 в 1991, 1992 гг. из проб, отобранных в трюмах судов, пришвартованных в портах Мексиканского залива в США [1]. В порту Кайо Аркас (Мексика) выявлена контаминация проб балласта судов не только холерными вибрионами, но и ассоциированными с болезнями кораллов *Serratia marcescens* и *Sphingomonas* spp. [2]. На территории Южной Америки, в том числе Бразилии, токсигенные холерные вибрионы изолированы в балластных водах судов и в местах их стоянки [3]. При микробиологическом исследовании балластных танков, проведенном F.C. Dobbs и соавт., установлено содержание в отобранных пробах *V. cholerae* O1 и O139, в геноме которых присутствует ген одного из основных факторов патогенности — токсин корегулируемых пилей адгезии [4].

В Российской Федерации в настоящее время действующим нормативным документом является «Руководство по применению требований Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими 2004 года», разработанное Российским морским регистром судоходства 20.03.2017 г., НД № 2-030101-030¹.

Для реализации положений Конвенции в российских портах должен быть организован отбор и анализ проб БВ, которые будут проводиться по решению портовых властей, без вынужденной задержки судов (ст. 9 Конвенции). В портах и на

терминалах, где производятся очистка или ремонт балластных танков, будут предоставляться достаточные сооружения приема судовых балластных осадков (ст. 5 Конвенции). Суда должны выполнять требования Конвенции в части правил замены БВ, а после 2016 г. сбрасываемые БВ должны отвечать установленному стандарту качества (правило В-3 Конвенции), в который включены следующие индикаторные микробы, сброс которых не должен превышать установленных концентраций: токсигенный вибрион холеры (O1 и O139) с менее чем 1 колониеобразующей единицей (КОЕ) на 100 мл или менее 1 КОЕ на 1 г (сырого веса) образцов зоопланктона; кишечная палочка — менее 250 КОЕ на 100 мл, кишечные энтерококки — менее 100 КОЕ на 100 мл.

Для проверки балласта на соответствие данному стандарту необходимо проводить его отбор и исследование. На судах отбор проб БВ может проводиться следующими способами: отбор проб через специальные люки (лазы) или лючки балластных емкостей, отбор проб через смотровые крышки балластных емкостей, отбор проб через замерные отверстия балластных цистерн или воздушные трубы, отбор проб при сбрасывании БВ [5, 6]. Решение об использовании какого-либо способа отбора проб воды принимается в присутствии члена экипажа, ответственного за контроль БВ на судне, который указывает специалисту Роспотребнадзора место отбора в зависимости от конкретных условий и конструктивных особенностей судна.

Для выполнения правила В-3 Конвенции в 2018 г. проводились исследования балласта, взятого с судов, заходивших в порты трех субъектов Российской Федерации. Результаты этих исследований представлены в данной статье.

Цель работы — анализ результатов мониторинговых исследований БВ и данных идентификации штаммов вибрионов, выделенных в ходе исследований судов в российских морских портах в 2018 г., для последующего принятия управленческих решений по обеспечению биологической безопасности морских перевозок и снижению заболе-

¹ URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293746/4293746524.pdf>

ваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ) жителей приморских городов.

Материал и методы

Материалами для работы служили отчетные данные санитарно-карантинных пунктов управлений Роспотребнадзора по Ленинградской, Калининградской, Астраханской, Архангельской, Мурманской областям, Республике Дагестан, Приморскому краю.

С целью выявления заходов судов в эндемичные по холере страны и подсчета возможного объема балласта, ввозимого и сбрасываемого в порты Российской Федерации, проводили анализ судозаходов для установления риска заноса холерных вибрионов в акватории российских морских международных портов (ММП) по следующим показателям: общее число судозаходов за 2015–2017 гг., принадлежность судна к стране, порты захода судов, водоизмещение судна и др.

Материалами для бактериологического исследования на соответствие международному стандарту БВ (*E. coli*, *Enterococcus spp.*, *V. cholerae* O1 и O139) служили 68 проб БВ 31 судна, прибывшего из 14 стран различных регионов: Южной Америки (Уругвай), Европы (Великобритания, Германия, Греция, Италия, Латвия, Нидерланды, Польша, Румыния, Финляндия, Франция, Швеция, Эстония), Юго-Западной Азии (Турция). «Пилотными» территориями, имеющими ММП для внедрения положений Конвенции, служили Калининградская, Ленинградская и Ростовская области. Исследования выполняли специалисты аккредитованных испытательных лабораторных центров указанных «пилотных» территорий: в Ленинградской области (46 проб), Ростовской области (21 проба), Калининградской области (1 проба) в соответствии с нормативными документами, регламентирующими объем и методы лабораторных исследований и их оценку на наличие *V. cholerae* O1 и O139 [7], *E. coli*, *Enterococcus spp.* [8].

Выделенные специалистами испытательных лабораторных центров «пилотных» территорий штаммы *V. cholerae* non-O1/non-O139 ($n = 12$) изучали в лаборатории микробиологии холеры Ростовского-на-Дону противочумного института бактериологическим, серологическим и молекулярно-генетическим методами.

Результаты

При анализе судозаходов в порты Ленинградской, Калининградской, Астраханской, Архангельской, Мурманской областей, Республики Дагестан, Приморского края установлено, что число заходящих иностранных судов преобладает над числом российских судов в 3 раза. Среди стран, с которыми осуществляются международные сообщения, выявлены «порты-доноры» холерных вибрионов,

где в последнее время регистрировалась холера (Индия, Малайзия, Вьетнам). Суда водоизмещением до 10 тыс. т и 10–30 тыс. т заходят во все порты России. Суда водоизмещением свыше 30 тыс. т заходят только в порты Ленинградской области и Приморского края, грузооборот также высок именно в этих портах (практически в 10 раз выше, чем в других портах), что представляет определенные риски заноса и распространения возбудителей инфекций, передаваемых водным путем, в том числе холеры. Таким образом, «портами-реципиентами» в России являются порты Ленинградской области и Приморского края, но учитывая температурный фактор, влияющий на выживание холерных вибрионов, риск распространения холеры выше в южных и восточных регионах страны.

«Пилотными» территориями России, имеющими ММП для внедрения положений Конвенции, были выбраны Калининградская, Ленинградская и Ростовская области. Исследования в Приморском крае были проведены позже, в 2019 г.

Проведенные лабораторные исследования балласта судов, прибывших в ММП РФ, дали следующие результаты: пробы, исследованные специалистами лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» показали, что *E. coli*, *Enterococcus spp.* находятся в пределах нормы, *V. cholerae* O1 и O139 в балласте отсутствовали. В пробах, исследованных специалистами лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Калининградской области», *E. coli*, *Enterococcus spp.* находились в пределах нормы, *V. cholerae* O1 и O139 не обнаружены. Из 21 пробы, исследованной специалистами лабораторий Ростовской области, в 12 пробах БВ находились *V. cholerae* non-O1/non-O139, балласт был взят на судах, прибывших из Румынии и Турции (Карасу), *E. coli* и *Enterococcus spp.* находились в пределах нормы.

В лаборатории микробиологии холеры Ростовского-на-Дону противочумного института изучены биологические свойства 12 штаммов *V. cholerae* non-O1/non-O139. Установлено, что все культуры *V. cholerae* non-O1/non-O139 были типичны по культурально-морфологическим и биохимическим свойствам, обладали оксидазной активностью, ферментировали глюкозу в среде Хью-Лейфсона в аэробных и анаэробных условиях с образованием кислоты без газа, сахарозу, маннозу, маннит и не расщепляли арабинозу, инозит, декарбоксилировали лизин и орнитин, но не обладали дигидролазой аргинина, образовывали индол, не продуцировали сероводород. Все штаммы обладали гемолитической активностью и не содержали генов основных факторов патогенности (*ctxA* и *tcpA*)

В результате серологического типирования у 10 штаммов *V. cholerae* non-O1/non-O139 (83,3%) установлена принадлежность к 10 серогруппам, среди ко-

торых преобладали O13 (6 штаммов), O76, O2, O16, O60 (по 1 штамму) (табл. 1). Представители O2, O16 и O76 серогрупп ранее были изолированы из проб воды водоемов Ростовской области, вибрионы O13 и O60 серогрупп встречаются на данной территории впервые. Следует отметить, что из водяного балласта судов, прибывших в порты Ростовской области, выделяются нетоксигенные штаммы *V. cholerae* non-O1/non-O139, различные по серологическим свойствам, что соответствует данным о циркуляции в водных объектах окружающей среды большого числа клонов холерных вибрионов различных серогрупп. Циркуляция представителей большого количества сменяющих друг друга серогрупп объясняется межпопуляционными взаимодействиями в рамках вида *V. cholerae* и изменчивостью в процессе длительной персистенции в объектах окружающей среды. Появление штаммов других серогрупп на определенной территории не исключает вероятность новых заносов холерных вибрионов, в том числе с судовым балластом. Это требует разработки управленческих решений по обеспечению биологической безопасности морских перевозок и снижению заболеваемости ОКИ жителей приморских городов.

На следующем этапе было проведено генотипирование выделенных штаммов по 15 генам фак-

торов патогенности/персистенции. Полученные данные приведены в табл. 2.

Нетоксигенные штаммы *V. cholerae* non-O1/non-O139, выделенные из судовых БВ, различались по наличию/отсутствию 2–6 генов. У них не выявлены гены VPI-I; третьей транспортной системы T3SS (*vcsN2*, *vspD*). Остальные гены были представлены в различных сочетаниях, у одного штамма выявлен ген структурной единицы маннозочувствительных пилей адгезии *mshA*. Обнаружение достаточно редко встречаемого в геноме холерных вибрионов гена термостабильного токсина *stn* у одного штамма может свидетельствовать о возможности его заносного происхождения. С одной стороны, полученные данные о генетической гетерогенности холерных вибрионов non-O1/non-O139 серогрупп соответствуют данным как зарубежных, так и отечественных исследователей [9–12]. С другой стороны, наличие большого количества штаммов с разным генотипом свидетельствует о поддержании в целом в водной популяции определенного набора генов факторов патогенности/персистенции. Результаты генотипирования не коррелировали с серогрупповой принадлежностью, штаммы одной серогруппы различались по генотипу. Несмотря на то что водные штаммы содержали минимальный

Таблица 1. Результаты серотипирования штаммов *V. cholerae* non-O1/non-O139, выделенных из судового балласта

Table 1. Serotyping results of *V. cholerae* non-O1/non-O139 strains isolated from ship's ballast

№ No.	Название судна, объект Ship, object	Дата выделения Data	№ штамма Strain number	Серогруппа Serogroup
1	Теплоход «Маэстро Ниязи», балластный танк № 1 Motor ship «Maestro Niyazi», ballast tank No. 1	27.07.2018	77	O13
2	Теплоход «Маэстро Ниязи», балластный танк № 2 Motor ship «Maestro Niyazi», ballast tank No. 2	27.07.2018	78	O76
3	Теплоход «Генерал Асланов», балластный танк № 1 Motor ship «General Aslanov», ballast tank No. 1	02.08.2018	85	O13
4	Теплоход «Генерал Асланов», балластный танк № 2 Motor ship «General Aslanov», ballast tank No. 2	02.08.2018	86	O13
5	Теплоход «Карелис-52», балластный танк № 1 Motor ship «Karelis-52», ballast tank No. 1	02.08.2018	87	O2
6	Теплоход «Карелис-52», балластный танк № 2 Motor ship «Karelis-52», ballast tank No. 2	02.08.2018	88	O13
7	Теплоход «Русич-10», балластный танк № 1 Motor ship «Rusich-10», ballast tank No. 1	09.08.2018	95	O13
8	Теплоход «Русич-10», балластный танк № 2 Motor ship «Rusich-10», ballast tank No. 2	09.08.2018	96	O13
9	Теплоход «Капитан Иван Викулов», балластный танк № 1 Motor ship «Captain Ivan Vikulov», ballast tank No. 1	16.08.2018	103	O16
10	Теплоход «Капитан Иван Викулов», балластный танк № 5 Motor ship «Captain Ivan Vikulov», ballast tank No. 5	16.08.2018	104	O60
11	Теплоход «Сормовский 119», балластный танк № 4 Motor ship «Sormovsky 119», ballast tank No. 4	06.09.2018	127	Не типировался Not typed
12	Теплоход «Сормовский 119», балластный танк № 7 Motor ship «Sormovsky 119», ballast tank No. 7	06.09.2018	128	Не типировался Not typed

Таблица 2. Результаты генотипирования нетоксигенных штаммов *V. cholerae* non-O1/non-O139, выделенных из судового балласта

Table 2. Genotyping results of non-toxicogenic *V. cholerae* non-O1/non-O139 strains isolated from marine ballast

№ No.	Кластер Cluster	<i>rstA</i>	<i>tcpA/eit</i>	<i>int</i>	<i>nanH</i>	<i>vce</i>	<i>rtxC</i>	<i>acd-rtxA</i>	<i>acd-vgrG1</i>	<i>pbd-vgrG3</i>	<i>vskK</i>	<i>vcsN2</i>	<i>vspD</i>	<i>mshA</i>	<i>stn/sto</i>	<i>chxA</i>
1	77	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
2	78	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
3	85	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
4	86	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
5	87	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+
6	95	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+
7	88	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
8	96	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
9	103	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+
10	104	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
11	128	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
12	127	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-

набор генов факторов патогенности/персистенции, проявление патогенных свойств может быть реализовано за счет наличия протеаз (НА/Р, коллагеназы) или цитотонического фактора Cef, гены которых присутствовали у всех изученных штаммов.

Заключение

Таким образом, впервые на территории двух субъектов Российской Федерации (Ленинградской и Калининградской области) проведены исследования БВ, в Ростовской области исследования продолжаются с 2010 г. Проведенные лабораторные исследования БВ судов показали, что *E. coli*, *Enterococcus spp.* находятся в пределах нормы, *V. cholerae* O1 и O139 в БВ отсутствовали.

Из 21 пробы, исследованной специалистами лабораторий Ростовской области, в 12 пробах БВ находились *V. cholerae* non-O1/non-O139, балласт был взят на судах, прибывших из Румынии и Турции. Результаты микробиологических исследований судовых БВ показали, что холерные вибрионы могут иметь заносную природу, а балластные танки являются искусственным резервуаром патогенных для человека вибрионов, способствующих их распространению из «региона-донора» в «регион-реципиент», что свидетельствует в пользу появления нового объекта при осуществлении эпидемиологического надзора в Российской Федерации — судовых БВ — и требует разработки профилактических

(противоэпидемических) мероприятий, направленных на разрыв эффективной передачи патогенного агента водным путем в случае обнаружения *V. cholerae* O1 и O139, в том числе способов деконтаминации судового балласта.

Современные молекулярно-биологические методы могут применяться для сертификации качества БВ без задержки судна в порту, что предписано положениями Конвенции, и рассматриваться в качестве инструмента доказательной эпидемиологии в установлении источников происхождения и подтверждении факта трансграничного заноса на территорию Российской Федерации патогенных для человека вибрионов в отличие от штаммов вибрионов, выделенных в акваториях российских портов.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность и признательность администрации и специалистам управлений Роспотребнадзора по Ростовской области (Ковалеву Е.В., Ляху О.В.), Ленинградской области (Историк О.А., Черному М.А., Палилову М.Б.), Калининградской области (Бабуре Е.А., Григорян Т.Ю.), Астраханской области (Носковой Л.Н., Соколовой А.Н.), Республике Дагестан (Омариевой Э.Я., Омарову А.Ш., Ахмадулинову Ш.Г.), Приморскому краю (Детковской Т.Н., Селезневу В.А.), Архангельской области (Бузинову Р.В.), Мурман-

ской области (Лукичевой Л.А.); специалистам ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» Роспотребнадзора (Мосевич О.С.), ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области в г. Таганроге» Роспотребнадзора (Дерябкиной Л.А.), администрации и научным сотрудникам ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора (Балахонову С.В., Мироновой Л.В., Хунхеевой Ж.Ю.), специалистам ФКУЗ «Северо-Кавказская противочумная станция» Роспотребнадзора (Кирееву Ю.Г., Баташеву В.В.).

ЛИТЕРАТУРА

1. McCarthy S.A., Khambaty F.M. International dissemination of epidemic *Vibrio cholerae* by cargo ship ballast and other nonpotable waters. *Appl. Environ. Microbiol.* 1994; 60(7): 2597-601.
2. Aguirre-Macedo M.L., Vidal-Martinez V.M., Herrera-Silveira J.A., Valdés-Lozano D.S., Herrera-Rodríguez M., Olvera-Novoa M.A. Ballast water as a vector of coral pathogens in the Gulf of Mexico: the case of the Cayo Arcas coral reef. *Mar. Pollut. Bull.* 2008; 56(9): 1570-7. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.05.022>
3. Rivera I.N., Souza K.M., Souza C.P., Lopes R.M. Free-living and plankton-associated vibrios: assessment in ballast water, harbor areas, and coastal ecosystems in Brazil. *Front. Microbiol.* 2013; 3: 443. DOI: <http://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00443>
4. Dobbs F.C., Goodrich A.L., Thomson F.K., Hynes W. Pandemic serotypes of *Vibrio cholerae* isolated from ships' ballast tanks and coastal waters: assessment of antibiotic resistance and virulence genes (tcpA and ctxA). *Microb. Ecol.* 2013; 65(4): 969-74. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00248-013-0182-7>
5. Водяницкая С.Ю., Лях О.В. Разработка способов отбора балластной воды на судах смешанного «река-море» плавания для исследования на холеру. *Здоровье населения и среда обитания.* 2014; (1): 37-40.
6. Палилов М.Б., Лях О.В., Водяницкая С.Ю., Баташев В.В., Черный М.А., Решетников В.И. О новых способах отбора проб балластной воды на судах. В кн.: *Холера и патогенные для человека вибрионы: Сборник статей проблемной комиссии (48.04) Координационного научного совета по санитарно-эпидемиологической охране территории Российской Федерации.* Выпуск № 31. Саратов: Амирит; 2018: 43-5.
7. МУК 4.2.2218-07. Лабораторная диагностика холеры: Методические указания. М.; 2007.
8. МУК 4.2.2959-11. Методы санитарно-микробиологического и санитарно-паразитологического анализа прибрежных вод морей в местах водопользования населения: Методические указания. М.; 2011.
9. Hasan N.A., Ceccarelli D., Grim C.J., Taviani E., Choi J., Sadique A., et al. Distribution of virulence genes in clinical and environmental *Vibrio cholerae* strains in Bangladesh. *Appl. Environ. Microbiol.* 2013; 79(18): 5782-5. DOI: <http://doi.org/10.1128/AEM.01113-13>
10. Octavia S., Salim A., Kurniawan J., Lam C., Leung Q., Ahsan S., et al. Population Structure and evolution of non-O1/non-O139 *Vibrio cholerae* by multilocus sequence typing. *PLoS One.* 2013; 8(6): e65342. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0065342>
11. Theophilo G.N., Rodrigues D.P., Leal N.C., Hofer E. Distribution of virulence markers in clinical and environmental *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 strains isolated in Brazil from 1991 to 2000. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo.* 2006; 48(2): 65-70. DOI: <http://doi.org/10.1590/s0036-46652006000200002>
12. Архангельская И.В., Непомнящая Н.Б., Монахова Е.В., Водопьянов А.С., Водопьянов С.О., Круликов В.Д. Генетическая неоднородность популяции *Vibrio cholerae* non-O1/ non-O139, выделенных в Ростовской области. *Здоровье населения и среда обитания.* 2015; (3): 25-7.

REFERENCES

1. McCarthy S.A., Khambaty F.M. International dissemination of epidemic *Vibrio cholerae* by cargo ship ballast and other nonpotable waters. *Appl. Environ. Microbiol.* 1994; 60(7): 2597-601.
2. Aguirre-Macedo M.L., Vidal-Martinez V.M., Herrera-Silveira J.A., Valdés-Lozano D.S., Herrera-Rodríguez M., Olvera-Novoa M.A. Ballast water as a vector of coral pathogens in the Gulf of Mexico: the case of the Cayo Arcas coral reef. *Mar. Pollut. Bull.* 2008; 56(9): 1570-7. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.05.022>
3. Rivera I.N., Souza K.M., Souza C.P., Lopes R.M. Free-living and plankton-associated vibrios: assessment in ballast water, harbor areas, and coastal ecosystems in Brazil. *Front. Microbiol.* 2013; 3: 443. DOI: <http://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00443>
4. Dobbs F.C., Goodrich A.L., Thomson F.K., Hynes W. Pandemic serotypes of *Vibrio cholerae* isolated from ships' ballast tanks and coastal waters: assessment of antibiotic resistance and virulence genes (tcpA and ctxA). *Microb. Ecol.* 2013; 65(4): 969-74. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00248-013-0182-7>
5. Vodyanitskaya S.Yu., Lyakh O.V. Developing methods of ballast water sampling from the tanks of "river-sea" type vessels aimed at the *vibrio cholerae* analysis. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya.* 2014; (1): 37-40. (in Russian)
6. Palilov M.B., Lyakh O.V., Vodyanitskaya S.Yu., Batashev V.V., Chernyy M.A., Reshetnikov V.I. On new methods for sampling ballast water on ships. In: *Cholera and Vibrio Pathogens for Humans: Collection of Articles by the Problem Commission (48.04) of the Coordinating Scientific Council for the Sanitary and Epidemiological Protection of the Russian Federation. Issue № 31 [Kholera i patogennyye dlya cheloveka vibriony: Sbornik statey problemnoy komissii (48.04) Koordinatsionnogo nauchnogo soveta po sanitarno-epidemiologicheskoy okhrane territorii Rossiyskoy Federatsii. Vypusk № 31].* Saratov: Amirit; 2018: 43-5. (in Russian)
7. MUK 4.2.2218-07. Laboratory diagnosis of cholera: Guidelines. Moscow; 2007. (in Russian)
8. MUK 4.2.2959-11. Methods of sanitary-microbiological and sanitary-parasitological analysis of coastal waters of the seas in places of water use of the population: Methodical instructions. Moscow; 2011. (in Russian)
9. Hasan N.A., Ceccarelli D., Grim C.J., Taviani E., Choi J., Sadique A., et al. Distribution of virulence genes in clinical and environmental *Vibrio cholerae* strains in Bangladesh. *Appl. Environ. Microbiol.* 2013; 79(18): 5782-5. DOI: <http://doi.org/10.1128/AEM.01113-13>
10. Octavia S., Salim A., Kurniawan J., Lam C., Leung Q., Ahsan S., et al. Population Structure and evolution of non-O1/non-O139 *Vibrio cholerae* by multilocus sequence typing. *PLoS One.* 2013; 8(6): e65342. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0065342>
11. Theophilo G.N., Rodrigues D.P., Leal N.C., Hofer E. Distribution of virulence markers in clinical and environmental *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 strains isolated in Brazil from 1991

to 2000. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo*. 2006; 48(2): 65-70.
DOI: <http://doi.org/10.1590/s0036-46652006000200002>
12. Arkhangel'skaya I.V., Nepomnyashchaya N.B., Monakhova E.V., Vodop'yanov A.S., Vodop'yanov S.O., Kruglikov V.D.

Genetic diversity of the population of *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 circulating in Rostov region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (3): 25-7. (in Russian)

Информация об авторах:

Водяницкая Светлана Юрьевна[✉] — к.м.н., зав. лабораторией санитарной охраны территории ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2175-4261>. E-mail: s_vodyanitskaya@mail.ru

Сергиенко Олеся Викторовна — м.н.с. лаборатории санитарной охраны территории ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3883-4652>. E-mail: olieshkievich1988@mail.ru

Иванова Наталья Георгиевна — н.с. лаборатории санитарной охраны территории «ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5172-3055>. E-mail: natalya.ivanova.49@inbox.ru

Балахнова Вероника Викторовна — к.м.н., с.н.с. отдела профессиональной переподготовки и повышения квалификации ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора», 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8832-7419>. E-mail: balachnovavv@gmail.ru

Архангельская Ирина Викторовна — н.с. лаборатории микробиологии холеры ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2947-4491>. E-mail: irina070769@mail.ru

Ренгач Марина Викторовна — м.н.с. лаборатории микробиологии холеры ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4676-0377>. E-mail: mary.rengatch@yandex.ru

Непомнящая Наталья Борисовна — н.с. лаборатории микробиологии холеры ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0868-6791>. E-mail: nepomnyshaya_nb@antiplague.ru

Воловикова Софья Владимировна — м.н.с. лаборатории санитарной охраны территории ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, 344002, Ростов-на-Дону, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3064-8177>. E-mail: sofya.korotkova@gmail.com

Участие авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Information about the authors:

Svetlana Yu. Vodyanitskaya[✉] — Cand. Sci. (Med.), Head, Laboratory of sanitary protection of the territory, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2175-4261>. E-mail: s_vodyanitskaya@mail.ru

Olesya V. Sergienko — junior researcher, Laboratory of sanitary protection of the territory, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3883-4652>. E-mail: olieshkievich1988@mail.ru

Natalya G. Ivanova — researcher, Laboratory of sanitary protection of the territory, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5172-3055>. E-mail: natalya.ivanova.49@inbox.ru

Veronika V. Balachnova — Cand. Sci. (Med.), senior researcher, Rostov-on-Don Antiplague Institute, Department of professional development, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8832-7419>. E-mail: rostovpchs@mail.ru

Irina V. Arkhangel'skaya — researcher, laboratory of microbiology of cholera, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2947-4491>. E-mail: irina070769@mail.ru

Marina V. Rengach — junior researcher, laboratory of microbiology of cholera, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4676-0377>. E-mail: mary.rengatch@yandex.ru

Natalia B. Nepomnyashchaya — researcher, laboratory of microbiology of cholera, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0868-6791>. E-mail: nepomnyshaya_nb@antiplague.ru

Sofya V. Volovikova — junior researcher, Laboratory of sanitary protection of the territory, Rostov-on-Don Antiplague Institute, 344002, Rostov-on-Don, Russia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3064-8177>. E-mail: sofya.korotkova@gmail.com

Contribution: the authors contributed equally to this article.