

УДК 579.61; 579.63; 614.446.1

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2021-7-4-23-33>

© Краева Л.А., Панин А.Л., Гончаров А.Е., Белов А.Б., Власов Д.Ю., Кирцидели И.Ю., Гончаров Н.Е., Баранов И.В., Сбойчаков В.Б., 2021 г.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА МИКРОБИОТЫ АРКТИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ

^{1,2}Л. А. Краева*, ^{1,6}А. Л. Панин, ^{3,4,5}А. Е. Гончаров, ²А. Б. Белов, ^{3,7}Д. Ю. Власов,
⁷И. Ю. Кирцидели, ^{1,4}Н. Е. Гончаров, ²И. В. Баранов, ²В. Б. Сбойчаков

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия

²Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

⁵Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

⁶Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

⁷Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Мониторинг полярных экосистем является одним из важнейших направлений исследований при использовании арктических территорий в хозяйственной деятельности. Важное место в такой работе занимают медико-биологические исследования, нацеленные на выявление рисков возникновения очагов инфекционных заболеваний в районах полярных поселений.

Цель: разработка алгоритма микробиологического мониторинга в Арктическом регионе.

Материалы и методы. Классические бактериологические, микологическое исследование, молекулярно-генетические, масс-спектрометрический анализ MALDI-TOF, фенотипические методы определения устойчивости к антибиотикам, методы математической обработки данных.

Результаты и их обсуждение. В работе рассмотрены научно-методические принципы и основные этапы мониторинга микробиоты в районах полярных поселений. Представлены результаты исследования проб из нескольких территорий по линии Северного морского пути. Обозначены основные местообитания, где следует выявлять потенциально опасные микроорганизмы. Отмечается роль антропогенной инвазии в формировании арктических микробиоценозов. Обсуждаются тенденции увеличения численности и разнообразия патогенных микроорганизмов, как в естественных биоценозах Арктики, так и в районах полярных поселений. Обоснована необходимость проведения микробиологического мониторинга как составной части эпидемиологического мониторинга в районах арктических поселений по Северному морскому пути.

Ключевые слова: морская медицина, микробиологический мониторинг, Арктика

*Контакт: Краева Людмила Александровна, lykraeva@yandex.ru

© Kraeva L.A., Panin A.L. Goncharov A.E., Belov A.B., Vlasov D.Yu., Kirtsideli I.Yu., Goncharov N.E., Baranov I.V., Sboychakov V.B., 2021

EPIDEMIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF MICROBIOTE MONITORING OF ARCTIC SETTLEMENTS ALONG THE NORTHERN SEA ROUTE

^{1,2}Lyudmila A. Kraeva*, ^{1,6}Alexander L. Panin, ^{3,4,5}Artemy E. Goncharov, ²Alexander B. Belov,
^{3,7}Dmitry Yu. Vlasov, ⁷Irina Yu. Kirtsideli, ^{1,4}Nikita E. Goncharov, ²Ivan V. Baranov,
²Viktor B. Sboychakov

¹St. Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, St. Petersburg, Russia

²Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

³St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

⁴North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

⁵Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia

⁶Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

⁷Komarov Botanical Institute of the RAS, St. Petersburg, Russia

Monitoring of polar ecosystems is one of the most important areas of research in the use of Arctic territories in economic activities. An important place in such work is occupied by biomedical research aimed at identifying the risks of the occurrence of foci of infectious diseases in the areas of polar settlements.

The purpose: to develop an algorithm for microbiological monitoring in the Arctic region.

Materials and methods: classical bacteriological, mycological research, molecular-genetic, MALDI-TOF mass spectrometric analysis, phenotypic methods for determining antibiotic resistance, methods of mathematical data processing.

Results and their discussion. The paper considers the scientific and methodological principles and the main stages of microbiota monitoring in the areas of polar settlements. The results of the study of samples from several territories along the Northern Sea Route are presented. The main habitats where potentially dangerous microorganisms should be detected are indicated. The role of anthropogenic invasion in the formation of Arctic microbiocenoses is noted. The trends of increasing the number and diversity of pathogenic microorganisms, both in the natural biocenoses of the Arctic and in the areas of polar settlements, are discussed. The necessity of microbiological monitoring as an integral part of epidemiological monitoring in the areas of Arctic settlements along the Northern Sea Route is substantiated.

Key words: marine medicine, microbiological monitoring, Arctic

*Contact: Kraeva Lyudmila Alexandrovna, lykraeva@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Краева Л.А., Панин А.Л., Гончаров А.Е., Белов А.Б., Власов Д.Ю., Кирцидели И.Ю., Гончаров Н.Е., Баранов И.В., Сбойчаков В.Б. Эпидемиологическое значение мониторинга микробиоты арктических поселений по Северному морскому пути // *Морская медицина*. 2021. Т. 7, № 4. С. 23–33, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2021-7-4-23-33>.

Conflict of interest: the authors have declared no conflict of interest.

For citation: Kraeva L.A., Panin A.L., Goncharov A.E., Belov A.B., Vlasov D.Yu., Kirtsideli I.Yu., Goncharov N.E., Baranov I.V., Sboychakov V.B. Epidemiological significance of microbiote monitoring of arctic settlements along the Northern Sea Route // *Marine Medicine*. 2021. Vol. 7, No. 4. P. 23–33, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2021-7-4-23-33>.

Введение. В настоящее время Арктика становится объектом пристального внимания со стороны многих стран и научного сообщества как регион, от которого зависят погодные условия и экологическое здоровье планеты, а также экономический и геополитический потенциал стран, владеющих этими территориями. В Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ 26.07.2015, отмечалось, что одним из важнейших направлений, отвечающих национальным интересам, является устойчивое функционирование жизненно важных морских коммуникаций, концентрация ресурсов центра и регионов на развитии сообщений, включая водные пути между центральной и приморскими частями страны, особенно ее дальневосточными и северными регионами, в интересах их дальнейшего освоения и развития. Особенно важную роль играет морской транспорт как составная часть единой транспортной системы Российской Федерации, имеющая ключевое значение в жизнеобеспечении районов Крайнего Севера и Дальнего Востока. Именно поэтому Северный морской путь (СМП) занимает особое место не только в экономике, политике, обороне северных территорий, но и в устойчивом развитии России в целом [1, с. 31, 32, 34, 35].

26.10.2020 г. Указом президента Российской Федерации № 645 принята «Стратегия развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года», в соответствии с которой необходимо уделять большое внимание обеспечению экологической и биологической безопасности при реализации государственной политики по освоению Арктики. В документе сделан акцент на совершенствование государственной политики в области военно-морской деятельности до 2030 года. Необходимость наращивания российской военно-морской группировки и технологической модернизации российского флота объясняется в документе в первую очередь усилением борьбы среди мировых держав за ресурсы Мирового океана и морские транспортные пути. «В последнее время обострилась конкуренция между странами за доступ к природным ресурсам Мирового океана, усилилось стремление ряда государств к получению контроля над стратегически важными транспортными коммуникациями», — подчеркивается в документе. Особое значение при этом приобретает воздействие прогнозируемого изменения климата на здоровье разных групп населения полярных регионов, которое должно рассматриваться в кон-

тексте взаимосвязанных социальных, культурных, политических и экономических факторов, действующих на эти сообщества [2, с. 11–13].

В настоящий момент климатические изменения в условиях Арктики приводят к противоречивым тенденциям в эксплуатации СМП: уменьшение ледяного покрова судоходных путей приводит к смещению их в сторону полюса, что, в свою очередь, может влиять на контроль России над транзитным судоходством на высокоширотных маршрутах [3, с. 113–115]. Адекватный контроль выполнения условий прохождения судов требует восстановления и развития инфраструктуры СМП, укрепления Северного Флота России [4, с. 104–106].

Эти вопросы также связаны с эпидемиологической безопасностью по всему фарватеру судоходного пути. И поэтому при освоении арктических территорий большое значение приобретает контроль инфекционной заболеваемости людей, мониторинг эпидемиологической ситуации в арктических поселениях, нередко находящихся в удаленных и труднодоступных районах. По Северному морскому пути расположены многочисленные поселения в акваториях Баренцева, Карского, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, моря Лаптевых, на островах Северного Ледовитого океана. Исследования микробиоты Арктики в последние годы заметно дополнили представления о разнообразии микроорганизмов в зонах активной хозяйственной деятельности в высоких широтах. Так, расширение географических ареалов патогенных и условно-патогенных микроорганизмов является одним из наиболее значительных факторов возникновения новых инфекционных заболеваний человека и животных. В последнее время интенсивно обсуждается процесс проникновения неиндигенной микробиоты в полярные регионы за счет возрастающей интенсивности хозяйственной деятельности человека, включающей развитие поселенческой инфраструктуры, добычу природных ресурсов, туризм [5, с. 34, 35, 38; 6, с. 491, 492, 495], а также природных процессов, обусловленных миграцией птиц, деградацией вечной мерзлоты и последующим распространением находившимся в ней древних микроорганизмов [7, с. 17, 18; 8, с. 373–375, 378; 9, с. 1648]. Эти процессы несут серьезные риски непредсказуемых изменений в хрупких полярных биогеоценозах и в обстановке среды обитания человека [10, с. 6–9].

Одним из главных показателей, происходящих экосистемных изменений может служить микробиота в районах полярных станций и баз. Микробные сообщества являются индикаторными системами, реагирующими на изменения условий их существования и сигнализирующими об этих трансформациях в окружающей среде. Поскольку микроорганизмы являются частью биоценоза всех экологических процессов, которые наблюдаются в естественных условиях, микробиологический мониторинг необходимо считать составной частью экологического постоянного наблюдения [11, с. 5–27, 112–134]. В то же время климатические изменения, фиксируемые в последние десятилетия, наиболее интенсивно протекают в Арктическом регионе, где за последние 20 лет скорость нарастания температуры увеличилась в три раза, и по расчетам специалистов уже к концу столетия температура может повыситься на 7° С. Пути распространения микроорганизмов, в том числе имеющих медицинское значение, также связаны с деятельностью полярников и наличием млекопитающих и птиц, тяготеющих к человеческому жилищу, что может приводить к появлению природно-техногенной очаговости инфекционных болезней [12, с. 57–67]. Согласно рекомендациям ВОЗ (2008) актуальным становится контроль «распространения возбудителей инфекций, потенциально чувствительных к климату», что, в свою очередь, является основанием микробиологического мониторинга территорий полярных поселений, где полярники проживают в условиях замкнутых групп, а также в организованных коллективах военных баз, размещенных на территории Арктического региона [13, с. 15–18; 14, с. 12–15].

Микробиологический мониторинг на этих территориях может способствовать оптимизации санитарно-эпидемиологического и гигиенического контроля, а также целенаправленной разработке профилактических мероприятий.

Научно-методические подходы к изучению микробиоты полярных регионов постоянно совершенствуются. В основу современных разработок положен опыт многолетнего изучения разнообразия и экологии микроорганизмов, обитающих в высоких широтах. Вместе с тем исследования микробиоты Арктической зоны требуют комплексного научного подхода, основанного на сочетании широкого арсенала новейших молекулярно-генетических и классических микробиологических методов [15, с. 71,

72, 74, 75]. Такой подход может способствовать налаживанию системы мониторинга микробиоты в районах арктических поселений. Настоящая работа нацелена на анализ накопленного опыта в данной области.

Цель работы: разработка алгоритма микробиологического мониторинга в Арктическом регионе.

Материалы и методы. Методологическая основа проведенного исследования была спланирована на основании поставленной цели исследования и включает применение методов научного познания с целью решения поставленных задач. Применялись следующие методы исследования: классические бактериологические, микологическое исследование, молекулярно-генетические, масс-спектрометрический анализ MALDI-TOF, фенотипические методы определения устойчивости к антибиотикам, методы математической обработки данных.

Бактериологические методы включали в себя: отбор и посев проб, выделение «чистой» культуры, изучение морфологии колоний, микроскопию выросших микроорганизмов, биохимическую идентификацию с использованием тест-систем биохимического типирования: тест-системы MIKROLATEST® для идентификации бактерий (ERBA LACHEMA), наборы для биохимической идентификации Microbact (BioVitrum), Стрипы API® (BioMerieux). Все полученные изоляты дополнительно были идентифицированы при помощи метода масс-спектрометрии. Спектры собирались в автоматическом режиме на масс-спектрометре Microflex™ LT MALDI-TOF (Bruker Daltonics, Германия) с использованием программы Flex Control при функционировании прибора в линейном позитивном режиме с необходимыми параметрами, описанными в инструкции к прибору. Штаммы бактерий, имеющих медицинское значение (65 шт.), были изучены на предмет чувствительности к антибиотикам фенотипическим методом путем определения минимальной подавляющей концентрации (МПК) согласно МУК 4.12.1890-04, Клиническим рекомендациям «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» (2018), рекомендациям EUCAST (версия 8.0). Анализ чувствительности штаммов проводили, рассчитывая МПК₉₀.

Результаты и их обсуждение. Наибольшее количество проб было отобрано на архипелагах Шпицберген и Северная Земля. Основными

локализациями, в которых был осуществлен внутриостровной сбор проб на архипелаге Шпицберген, являлись моренные комплексы вокруг ледников Альдегонда и Восточный Гренфьорд. В район обследования были включены полярные российские поселения Баренцбург и Пирамида. На обследуемых территориях изучены следующие типы биоценозов: естественный, антропогенный и орнитогенный. При этом было отобрано и изучено 119 проб: 40 проб помета и фекалий (птиц, северных оленей), 17 проб цианобактериальных матов (из озер, рек, ручьев, временных водотоков, луж, талой воды, водопадов), 30 проб воды (из озер, рек, ручьев, луж), 2 пробы снега, 3 пробы погадок птиц, 1 проба осадка из канализационной трубы, 6 проб почвы, 4 пробы из останков птиц, 6 проб яиц диких птиц (скорлупа и подскорлуповая оболочка), 8 проб птичьих гнезд и 2 пробы биообрастания. Из проб, отобранных на архипелаге Шпицберген, выделено и идентифицировано 270 жизнеспособных штаммов бактерий 58 видов, относящихся к 28 родам и 22 семействам.

При ранжировании по частоте встречаемости видов бактерий было установлено, что в пробах естественного биоценоза на Шпицбергене преобладали бактерии родов *Acinetobacter*, *Enterobacter*, из антропогенных образцов — *Acinetobacter*, а из орнитогенных проб — представители родов *Enterobacter*, *Enterococcus* (таблица).

Среди всех выделенных на Шпицбергене бактерий наибольшее медицинское значение имеют *Escherichia coli*, *Yersinia intermedia*, представители родов *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*.

На острове Большевик архипелага Северная Земля отбор проб для микробиологических исследований проводили на севере острова на берегах залива Микояна и бухты Амба, на юге — граница постоянного полигона наблюдений проходила по границе ледника Мушкетова и по реке Амба. Всего отобрано и изучено 20 проб из естественного, антропогенного и орнитогенного биоценозов: 10 проб воды (из озер и рек) и 10 проб цианобактериальных матов (из озер и с берегов озер) в связи с их возможностью накапливать и сохранять микробиоту.

Проводили отборы проб также на территории вокруг ледовой базы Мыс Баранова, которая расположена на небольшой площади одноимен-

Таблица

Распределение выделенных штаммов различных родов бактерий в пробах окружающей среды на архипелагах Шпицберген и Северная Земля

Table

Distribution of isolated strains of various bacterial genera in environmental samples in the Svalbard and Severnaya Zemlya archipelagos

№ п/п	Наименование рода бактерий	Количество выделенных штаммов	
		Шпицберген	Северная Земля
1.	<i>Acinetobacter</i>	44	2
2.	<i>Pseudomonas</i>	36	27
3.	<i>Enterobacter</i>	30	0
4.	<i>Enterococcus</i>	28	0
5.	<i>Staphylococcus</i>	27	0
6.	<i>Carnobacterium</i>	16	1
7.	<i>Escherichia</i>	15	0
8.	<i>Bacillus</i>	15	4
9.	<i>Aerococcus</i>	13	0
10.	<i>Stenotrophomonas</i>	12	1
11.	<i>Yersinia</i>	7	2
12.	<i>Pantoea</i>	5	2
13.	<i>Paenibacillus</i>	3	3
14.	<i>Arthrobacter</i>	2	1
15.	<i>Clostridium</i>	2	0
16.	<i>Serratia</i>	2	2
17.	<i>Plantibacter</i>	2	0
18.	<i>Streptococcus</i>	1	0
19.	<i>Lysinibacillus</i>	1	0
20.	<i>Myroides</i>	1	0
21.	<i>Aeromonas</i>	1	0
22.	<i>Brevundimonas</i>	1	0
23.	<i>Citrobacter</i>	1	0
24.	<i>Leuconostoc</i>	1	0
25.	<i>Providencia</i>	1	0
26.	<i>Aneurinibacillus</i>	1	0
27.	<i>Micrococcus</i>	1	0
28.	<i>Microbacterium</i>	1	0
29.	<i>Rhodococcus</i>	0	8
30.	<i>Alcaligenes</i>	0	4

ного мыса в северной части острова Большевик напротив пролива Шокальского и простирается на север в непокрытой льдом низменности к западу от устья залива Микояна. Эта территория подвергается заметному антропогенному воздействию в связи с функционированием круглогодичной научно-исследовательской станции.

В пробах, собранных на Северной Земле, во всех видах биоценоза превалировали предста-

вители рода *Pseudomonas*, как показатель их широкого распространения в естественных условиях. Также стоит отметить бактерии родов *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, а также *Y. intermedia* в качестве бактерий, имеющих наибольшее медицинское значение (см. таблицу). Полученные результаты демонстрируют большое количество свободноживущих бактерий, часть из которых имеет медицинское значение, в том числе как возбудители инфекций, при которых требуется оказывать медицинскую помощь.

Микробиота в арктическом регионе планеты формируется различными путями. Микроорганизмы распространяются с воздушными потоками на значительные расстояния, их расселению способствуют животные и птицы [16, с. 1–3, 6; 17, с. 628; 18, с. 55–57]. Однако антропогенный фактор является одним из определяющих в формировании состава и структуры микробиоты. Важную роль при этом играет бактериологическое исследование воды. Из восьми проб воды поверхностных водоемов и водотоков, включая располагающихся в них цианобактериальные маты, было выделено 28 видов бактерий, в основном условно-патогенных: *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas sp.*, *Acinetobacter calcoaceticus* и *Acinetobacter pittii*, *Yersinia intermedia*. Важным является факт обнаружения в воде и цианобактериальном мате из озера г. Гренфиордфьеллет на высоте 127 м *Yersinia intermedia*, *Acinetobacter sp.*, *Staphylococcus epidermidis* и *Staphylococcus pasteurii*. В пробе из осадка в старой трубе канализационной системы поселка Баренцбург изолированы *Yersinia intermedia* и *Pseudomonas sp.* Полученные результаты согласовываются с данными, полученными при исследовании талых вод северных рек, которые содержали разнообразные микроорганизмы [19, с. 45, 46, 48, 49].

Важным является распространение в Арктическом регионе бактерий, устойчивых к антибиотикам. Так, более половины представителей родов *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Enterobacter*, *Serratia*, помимо природной резистентности к известным классам антибактериальных препаратов, проявляют низкую чувствительность к антибиотикам, которые рекомендуются для этиологической терапии в случае развития инфекционного процесса, обусловленного этими бактериями: карбапенемам, цефалоспорином, фторхинолонам, аминогликозидам. Чувствительность штаммов

родов *Acinetobacter* и *Pseudomonas* значительно снижена к фторхинолонам, карбапенемам, аминогликозидам, триметоприм-сульфаметоксазолу. Большинство штаммов родов *Serratia* и *Enterobacter* умеренно устойчивы к вышеперечисленным классам антибиотиков. Полученные результаты согласуются с данными ряда исследователей, изучавших чувствительность штаммов *E. coli*, выделенных в местах обитания птиц Арктического региона [20, с. 335, 336, 338, 339; 21, с. 70, 71]. Эти результаты наводят на мысль, что комменсальные бактерии у людей и животных представляют собой скрытые резервуары устойчивости к противомикробным препаратам [22, с. 602, 605, 606]. Выделение бактерий с подобными свойствами от птиц на фоне меняющихся путей их миграции в условиях изменения климата говорит об опасности переноса ряда возбудителей инфекционных заболеваний, особенно сапрозоонозов, в глубину Арктического региона с последующим распространением в воде, почве и воздухе [23, с. 84, 85, 86].

Проведенный анализ выделения микроорганизмов из объектов окружающей среды в Арктических поселениях в динамике указывает на неблагоприятную тенденцию. Так, во время научных экспедиций в 2011 г. на архипелаге Шпицберген было выделено 25 видов бактерий, а в 2019 г.— уже 58, включая виды бактерий, имеющих медицинское значение.

В условиях холодного арктического климата наибольшее медицинское значение имеют психрофильные микроорганизмы, такие как бактерии рода *Yersinia*. Штаммы *Y. intermedia* были выделены из всех видов биоценозов на архипелагах Шпицберген и Северная Земля. Такие находки указывают на вероятность инфицирования населения. Известно, что этот вид микроорганизмов ассоциирован с развитием диарейных заболеваний у детей [23, с. 84, 86]. Эти бактерии также могут быть опасны для населения, находящегося в условиях длительного холодного стресса, сниженного внимания к санитарно-гигиеническому состоянию жилых помещений и объектов питания, особенно неустойчивого водопроводно-канализационного обеспечения [24, с. 9, 10, 14, 15]. В связи с этим чрезвычайное беспокойство вызывает факт нахождения *Y. intermedia* в воде источников водоснабжения для населения.

Кроме того, ранее нами были изучены возможности бактерий из рода *Serratia* к адаптации

в условиях низких температур, наличие у них ряда факторов патогенности, таких как способность к образованию биопленок [25, с. 586–588]. Эти факторы способствуют их распространению и закреплению в объектах окружающей среды вплоть до образования природных очагов. Все штаммы изолированных нами сerratий были выделены из воды и других объектов внешней среды вблизи жилищ населения, что представляет опасность в плане распространения не только самих бактерий, но и детерминант вирулентности и резистентности к антибиотикам среди представителей разных видов.

Одним из объектов для микробиологического мониторинга стал береговой научно-исследовательский стационар Ледовая база «Мыс Баранова» на острове Большевик архипелага Северная Земля, который занимает срединное положение по трассе стратегического СМП. Ежегодно здесь проводится анализ состава и структуры микробных сообществ на территории стационара и на различном удалении от него. Для отбора микробиологических проб воздушной среды был использован сертифицированный пробоотборник ПУ-1Б с дистанционным управлением и автономным питанием, что позволяет производить отбор воздушных проб в любых условиях. Такая работа была проведена на многих объектах по Северному морскому пути. Использование данного прибора позволило установить, что численность спор микроорганизмов в воздушной среде различных объектов в Арктике варьирует от нескольких десятков до нескольких сотен.

Наряду с выявленными бактериями практически во всех изученных местообитаниях были обнаружены микроскопические грибы (микромитеты), среди которых немало условных патогенов человека. Микологические исследования, проведенные на мысе Баранова, позволили выявить 47 видов микроскопических грибов, из которых 41 вид — условные патогены человека. Наибольшим разнообразием и высокой встречаемостью в антропогенных местообитаниях характеризовались микромитеты рода *Penicillium*, которые чаще всего выявлялись с использованием культуральных методов. Согласно СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» большинство видов этого рода относятся к IV группе патогенности (опасности). Применение метагеномного анализа в последующие годы при изучении образ-

цов почв вблизи стационара на мысе Баранова позволило также выявить присутствие видов рода *Aspergillus*, которые также относятся к условным патогенам человека. Их накопление и распространение может быть связано с присутствием птиц, которые могут поражаться аспергиллезом (инфекционное заболевание, вызываемое грибами рода *Aspergillus*). В микробиоте обследованной территории зафиксирована высокая доля темноокрашенных микромицетов, которые обладают повышенной устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям. Среди них также немало условных патогенов человека. В целом микромицеты хорошо адаптированы к условиям обитания в экосистемах высоких широт и повсеместно присутствуют в районах хозяйственной деятельности в Арктике [26, с. 17–20]. В настоящем исследовании многие виды выявлены в почвах, грунтах, на зоогенных и антропогенных субстратах. Наибольшее разнообразие микроскопических грибов отмечается в полярных поселениях, где преобладают космополитные виды, часто привнесенные человеком в арктические экосистемы. Многие из них обнаружены в воздушной среде помещений. Наиболее высокое разнообразие микромицетов отмечается на антропогенных субстратах в полярных поселениях, что согласуется с данными ранее проведенных исследований [27, с. 18–20]. Результаты этой работы показывают необходимость контроля численности условно патогенных микромицетов в районах активной хозяйственной деятельности в Арктике, особенно на прибрежных территориях, где отмечаются очаги распространения опасных микроорганизмов.

Появление в воздушной среде жилых и рабочих зон арктических поселений микроорганизмов, обладающих высокой деструктивной активностью и условной патогенностью, подчеркивает необходимость постоянного комплексного медико-биологического мониторинга в Арктике.

Заключение. В соответствии с вышесказанным необходимо постоянно уделять пристальное внимание обеспечению биологической и экологической безопасности для реализации государственной политики по освоению Арктики.

Мониторинг микробиоты целесообразно проводить не только в самих поселениях, но и на загрязненных (подвергающихся антропогенному воздействию) территориях вокруг полярных поселений, особенно в прибрежных зонах.

Объектами для микробиологического мониторинга могут быть: почвы и грунты, антропогенные субстраты, цианобактериальные маты (наземные и в водоемах), зоогенные субстраты (в местах скопления животных), а также вода, снежный покров и воздушная среда.

Исходя из многолетнего опыта работ по изучению микробиоты в полярных регионах, мы выделяем несколько этапов исследований, которые могут быть объединены в систему микробиологического мониторинга в Арктике:

- отбор проб воды (морской и пресной), воздуха, снега, почвы, грунтов, растительных и зоогенных субстратов, искусственных (антропогенных) материалов в районах полярных поселений и в естественных биоценозах, прилегающих к ним;

- частичная консервация и хранение проб для последующего лабораторного исследования, а также первичная обработка проб непосредственно в местах их отбора;

- фенотипическая (культуральные методы) и генотипическая (молекулярно-генетический анализ материала, позволяющий выявить в том числе некультивируемые формы микроорганизмов) идентификация выделенных культур, метагеномные исследования для получения сведений о составе микробиоты в специализированных лабораториях;

- пополнение коллекций чистых культур бактерий и микромицетов (мицелиальных, дрожжевых и дрожжеподобных грибов) для комплексных экспериментальных исследований, включающих анализ полиморфизма, экологических особенностей штаммов (отношение к температуре, источникам питания, стрессовым факторам и др.), определение адаптационного потенциала выявленных микроорганизмов;

- исследование факторов патогенности выделенных штаммов с целью оценки их потенциальной способности к колонизации различных субстратов в антропогенной среде;

- сравнение разнообразия и структуры микробных сообществ в исследованных местах обитания (по результатам полевых и лабораторных исследований), оценка влияния антропогенного фактора на формирование микробиоты;

- составление рекомендаций по контролю микробиологической ситуации в районах арктических поселений.

В целом накопленные за последнее десятилетие данные микробиологических исследований в Арктической зоне свидетельствуют

о значительном влиянии человека на формирование микробиоты в районах расположения полярных поселений. Вероятно, не следует исключать возможности проявления антропогенно-очаговых инфекций, возбудителями которых могут быть микроорганизмы, адаптированные к условиям существования в районах полярных поселений, особенно входящих в единую транспортную систему Севера России.

Результаты проведенных работ указывают на необходимость мониторинга микробиоты в акватории СМП с целью оценки возможных последствий модификации микробиоты в районах активной хозяйственной деятельности человека и для преодоления проблем в области медицины и социального развития. В настоящее время неотложной задачей является

укрепление и обеспечение эпидемиологической безопасности инфраструктуры СМП, включающей модернизацию морских портов, восстановление гидрометеорологического мониторинга его акватории, укрепление Северного Флота и Пограничной службы Федеральной службы безопасности Арктической зоны России, что повысит стратегическую роль СМП в российской Арктике.

* * *

Благодарности. Авторы выражают признательность руководству Российской научной экспедиции на архипелаге Шпицберген (начальник экспедиции Ю. В. Угрюмов) и руководителю Высокоширотной арктической экспедиции В. Т. Соколову за помощь в организации полевых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Елисеев Д.О., Наумова Ю.В. Роль геополитики и климата в функционировании Северного морского пути // *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2016. № 10–11. С. 31–36. [Eliseev D.O. The role of geopolitics and climate in the functioning of the Northern Sea Route. *Modern trends in the development of science and technology*, 2016, No. 10–11, pp. 31–36 (In Russ.).]
2. Ревич Б.А. Климатические изменения как фактор риска здоровью населения Российской Арктики // *Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России*. М.: Паулсен, 2011. С. 9–68. [Revich B.A. Climate change as a health risk factor for the population of the Russian Arctic. *Problems of health care and social development of the Arctic zone of Russia*. Moscow: Publishing house Paulsen, 2011, pp. 9–68 (In Russ.).]
3. Чилингаров А.Н., Грузинов В.М., Иванов Г.В., Сычев Ю.Ф. О единой транспортной системе Севера Российской Федерации // *Арктические ведомости*. 2019. № 1 (26). С. 112–22. [Chilingarov A.N., Gruzinov V.M., Ivanov G.V., Sychev Yu.F. On the unified transport system of the North of the Russian Federation. *Arctic journal*, 2019, No. 1 (26), pp. 112–122 (In Russ.).]
4. Рукша В.В., Белкин М.С., Смирнов А.А., Арутюнян В.Г. Структура и динамика грузоперевозок по Северному морскому пути: история, настоящее и перспективы // *Арктика: экология и экономика*. 2015. № 4. С. 104–110. [Ruksha V.V., Belkin M.S., Smirnov A.A., Arutyunyan V.G. Structure and dynamics of cargo transportation along the Northern Sea Route: history, present and prospects. *Arctic: ecology and economics*, 2015, No. 4, pp. 104–110 (In Russ.).]
5. Кершенгольц Б.М., Чернявский В.Ф., Репин В.Е., Никифоров О.И., Софронова О.Н. Влияние глобальных климатических изменений на реализацию потенциала инфекционных заболеваний населения в российской Арктике (на примере Якутии). Обзор // *Экология человека*. 2009. № 6. С. 34–39. [Kershengolts B.M., Chernyavsky V.F., Repin V.E., Nikiforov O.I., Sofronova O.N. Influence of global climatic changes on the realization of the potential of infectious diseases of the population in the Russian Arctic (on the example of Yakutia). Overview. *Human ecology*, 2009, No. 6, pp. 34–39 (In Russ.).]
6. Malkhazova S.M., Mironova V.A., Shartova N.V., Pestina P.V., Orlov D.S. Health risks facing travelers to Russia with special reference to natural-focal diseases // *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2015. No. 13. P. 490–498.
7. Гончаров А.Е., Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Азаров Д.В., Лебедева Е.А., Колоджиева В.В., Гончаров Н.Е., Варгасова В.С., Краева Л.А., Белова Л.В., Зуева Л.П. Микробиота водных экосистем, ассоциированных с тающими ледниками архипелага Шпицберген: биоразнообразие и патогенный потенциал // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2019. Т. 73, № 4. С. 16–21. [Goncharov A.E., Kirtsideli I.Yu., Vlasov D.Yu., Azarov D.V., Lebedeva E.A., Kolodzhieva V.V., Goncharov N.E., Vargasova V.S., Kraeva L.A., Belova L.V., Zueva L.P. Microbiota of aquatic ecosystems associated with melting glaciers of the Svalbard archipelago: biodiversity and pathogenic potential. *Preventive and clinical medicine*, 2019, Vol. 73, No. 4, pp. 16–21 (In Russ.).]
8. Сажин А.Ф., Романова Н.Д., Копылов А.И., Заботкина Е.А. Бактерии и вирусы в арктическом льду. // *Океанология*. 2019. Т. 59, № 3. С. 373–382. [Sazhin A.F., Romanova N.D., Kopylov A.I., Zabortkina E.A. Bacteria and viruses in the Arctic ice. *Oceanology*, 2019, Vol. 59, No. 3, pp. 373–382 (In Russ.).]

9. Froese D.G., Westgate J.A., Reyes A.V., Enkin R.J., Preece S.J. Ancient permafrost and a future, warmer Arctic // *Science*. 2008. Vol. 321. P. 1648.
10. Reed K.D. Birds, migration and emerging zoonoses: West Nile virus, Lyme disease, influenza A and enteropathogens // *Clinical medicine and research*. 2003. Vol. 1. P. 5–12.
11. Литвин В.Ю., Гинцбург А.Л., Пушкарева В.И., Романова Ю.М., Боев Б.В. *Эпидемиологические аспекты экологии бактерий*. М.: Фармарус-Принт, 1998. 256 с. [Litvin V.Yu., Gintsburg A.L., Pushkareva V.I., Romanova Yu.M., Boev B.V. *Epidemiological aspects of bacterial ecology*. Moscow: Publishing house Farmarus-Print, 1998, 256 p. (In Russ.)].
12. Панин А.Л., Сбойчаков В.Б., Белов А.Б., Краева Л.А., Власов Д.Ю., Гончаров А.Е. Природно-техногенная очаговость инфекционных болезней в районах антарктических поселений // *Успехи современной биологии*. 2016. Т. 136, № 1. С. 55–69. [Panin A.L., Sboychakov V.B., Belov A.B., Kraeva L.A., Vlasov D.Yu., Goncharov A.E. Natural and technogenic focus of infectious diseases in the areas of Antarctic settlements. *Advances in modern biology*, 2016, Vol. 136, No. 1, pp. 55–69 (In Russ.)].
13. Краева Л.А., Панин А.Л., Гончаров А.Е., Власов Д.Ю., Гончаров Н.Е., Сбойчаков В.Б. Факторы риска распространения возбудителей инфекционных заболеваний в Арктической зоне // *Инфекционные болезни*. 2021. Т. 19, № 2. С. 14–20. [Kraeva L.A., Panin A.L., Goncharov A.E., Vlasov D.Yu., Goncharov N.E., Sboychakov V.B. Risk factors for the spread of infectious diseases pathogens in the Arctic zone. *Infectious Diseases*, 2021, Vol. 19, No. 2, pp. 14–20 (In Russ.)].
14. Махнев М.В. Антропургические очаги псевдотуберкулеза: механизмы формирования в воинских коллективах // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2006. № 2. С. 11–17. [Makhnev M.V. Anthropurgic foci of pseudotuberculosis: mechanisms of formation in military collectives. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2006, No. 2, pp. 11–17 (In Russ.)].
15. Панин А.Л., Власов Д.Ю., Тешебаев Ш.Б., Горбунов Г.А., Левандо К.К., Сбойчаков В.Б., Богумильчик Е.А., Лукин В.В. Микробиологический мониторинг на антарктических станциях России: ретроспективный взгляд в будущее // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2012. № 3 (44). С. 70–76. [Panin A.L., Vlasov D.Yu., Teshebaev Sh.B., Gorbunov G.A., Levando K.K., Sboychakov V.B., Bogumilchik E.A., Lukin V.V. Microbiological monitoring at Antarctic stations in Russia: a retrospective look into the future. *Preventive and clinical medicine*, 2012, No. 3 (44), pp. 70–76 (In Russ.)].
16. Orlov D., Menshakova M., Thierfelder T., Zaika Yu., Böhme S., Evengard B., Pshenichnaya N. Healthy Ecosystems Are a Prerequisite for Human Health — A Call for Action in the Era of Climate. Change with a Focus on Russia // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. No. 17. 8453. doi: 10.3390.
17. Pecl G.T., Araújo M.B., Bell J.D., Blanchard J., Bonebrake T.C., Chen I.-C., Clark T.D., Colwell R.K., Danielsen F., Evengard B. et al. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being // *Science*. 2017. No. 18. P. 628.
18. Юшкова Л.Я., Бальбердин Б.Н. Совместные действия ветеринарных специалистов и медиков при изучении климатических изменений на Арктических территориях // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2019. № 3–1 (28). С. 55–59. [Yushkova L.Ya., Balyberdin B.N. Joint actions of veterinarians and physicians in the study of climate change in the Arctic territories. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 2019, No. 3–1 (28), pp. 55–59 (In Russ.)].
19. Солдатов Е.А., Голога А.С., Корнилова А.А., Крассий А.Б., Левандо К.К., Чувашев М.Л., Шалахин Р.А. Медицинское обеспечение в Арктике: 2015 г. // *Военно-медицинский журнал*. 2016. № 5. С. 44–51. [Soldatov E.A., Golota A.S., Kornilova A.A., Krassiy A.B., Levando K.K., Chuvashov M.L., Shalakhin R.A. Medical supply in the Arctic: 2015. *Military Medical Journal*, 2016, No. 5, pp. 44–51 (In Russ.)].
20. Middleton J.H., Ambrose A. Enumeration and antibiotic resistance patterns of fecal indicator organisms isolated from migratory Canada geese (*Branta canadensis*) // *Journal of Wildlife Diseases*. 2005. No. 41 (2). P. 334–341.
21. Sjölund M., Bonnedahl J., Hernandez J., Bengtsson S., Cederbrant G., Pinhassi J., Kahlmeter G., Olsen B. Dissemination of Multidrug-Resistant Bacteria into the Arctic // *Emerging Infectious Diseases*. 2008. Vol. 14, No. 1. P. 70–72.
22. Andremont A. Commensal flora may play key role in spreading antibiotic resistance // *American Society for Microbiology News*. 2003. No. 69 (2). P. 601–607.
23. Власов Д.Ю., Кирцидели И.Ю., Тешебаев Ш.Б., Панин А.Л., Краева Л.А., Рябушева Ю.В. Условно-патогенные микроорганизмы в почвах и грунтах в районах полярных поселений // *Успехи медицинской микологии*. 2018. Т. XIX. С. 83–87. [Vlasov D.Yu., Kirtsideli I.Yu., Teshebaev Sh.B., Panin A.L., Kraeva L.A., Ryabusheva Yu.V. Conditionally pathogenic microorganisms in soils and grounds in the areas of polar settlements. *Advances in medical mycology*, 2018, Vol. XIX, pp. 83–87 (In Russ.)].
24. Терентьев В.И., Румянцев В.А., Терентьев А.В., Лопатин С.А. Проекты здоровьесохраняющих программ, направленных на совершенствование водохозяйственного комплекса // *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*. 2016.

- № 1 (97). С. 8–15. [Terentyev V.I., Rummyantsev V.A., Terentyev A.V., Lopatin S.A. Projects of health-preserving programs aimed at improving the water management complex. *Water treatment. Water supply*, 2016, No. 1 (97), pp. 8–15 (In Russ.).]
25. Гончаров А.Е., Соломенный А.П., Панин А.Л., Григорьев С.Е., Чепрасов М.Ю., Ахременко Я.А., Колодзиева В.В., Гончаров Н.Е., Краева Л.А. Оценка патогенного потенциала сerratий из криогенных местообитаний // *Инфекция и иммунитет*. 2021. Т. 11, № 3. С. 585–590. [Goncharov A.E., Solomenny A.P., Panin A.L., Grigoriev S.E., Cheprasov M.Yu., Akhremenko Ya.A., Kolodzhieva V.V., Goncharov N.E., Kraeva L.A. Assessment of the pathogenic potential of serrations from cryogenic habitats. *Infection and immunity*, 2021, Vol. 11, No. 3, pp. 585–590 (In Russ.).] doi: 10.15789/2220-7619-ASS-1593.
26. Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Крыленков В.А., Ролле Н.Н., Баранцевич Е.П., Соколов В.Т. Сравнительное исследование аэромикоты арктических станций по Северному морскому пути // *Экология человека*. 2018. № 4. С. 16–21. [Kirtsideli I.Yu., Vlasov D.Yu., Krylenkov V.A., Rolle N.N., Barantsevich E.P., Sokolov V.T. Comparative study of aeromycosis of Arctic stations along the Northern Sea Route. *Human Ecology*, 2018, No. 4, pp. 16–21 (In Russ.).]
27. Власов Д.Ю., Тешебаев Ш.Б., Зеленская М.С., Кирцидели И.Ю., Рябушева Ю.В. Микологическое поражение материалов в помещениях как фактор риска для здоровья полярников // *Гигиена и санитария*. 2019. Т. 98, № 1. С. 17–21. [Vlasov D.Yu., Teshebaev Sh.B., Zelenskaya M.S., Kirtsideli I.Yu., Ryabusheva Yu.V. Mycological damage to materials in rooms as a risk factor for the health of polar explorers. *Hygiene and sanitation*, 2019, Vol. 98, No. 1, pp. 17–21 (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 10.11.2021 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — Л.А.Краева, А.Л.Панин, А.Е.Гончаров. Вклад в сбор данных: А.Е.Гончаров, А.Л.Панин, Д.Ю.Власов, Н.Е.Гончаров, Ш.Б.Тешебаев, И.Ю.Кирцидели. Вклад в анализ данных и выводы: А.Л.Панин, А.Е.Гончаров, Л.А.Краева, В.Б.Сбойчаков, Д.Ю.Власов, А.Б.Белов. Вклад в подготовку рукописи: Л.А.Краева, А.Л.Панин, И.В.Баранов.

Сведения об авторах:

Краева Людмила Александровна — доцент, заведующая лабораторией медицинской бактериологии федерального бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 14; профессор кафедры микробиологии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: lykraeva@yandex.ru; ORCID ID: 0000-0002-9115-3250; SPIN: 4863-4001;

Панин Александр Леонидович — научный сотрудник федерального бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 14; научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»; 199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38; e-mail: alp.1952@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-6411-0274; SPIN: 4690-3587;

Гончаров Артемий Евгеньевич — доцент кафедры фундаментальных проблем медицины и медицинских технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; профессор кафедры эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заведующий лабораторией функциональной геномики и протеомики федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт экспериментальной медицины»; 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 12; e-mail: phage1@yandex.ru; ORCID ID: 0000-0002-5206-6656; SPIN: 7909-5446;

Белов Александр Борисович — доцент, доцент кафедры общей и военной эпидемиологии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: syezd2@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8042-5185; SPIN: 6547-9289;

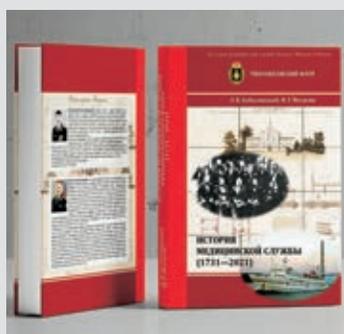
Власов Дмитрий Юрьевич — доцент, доцент кафедры ботаники, биологический факультет федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; e-mail: dmitry.vlasov@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-0455-1462; SPIN: 2871-2979;

Кирцидели Ирина Юрьевна — доцент, старший научный сотрудник лаборатории отдела микологии федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ботанический институт имени В.Л.Комарова Российской академии наук»; 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2; e-mail: microfungi@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-4736-2485; SPIN: 7103-1060;

Гончаров Никита Евгеньевич — специалист лаборатории медицинской бактериологии федерального бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 14; лаборант кафедры эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: n.goncharov@yahoo.com; ORCID ID: 0000-0002-6097-5091;

Баранов Иван Владимирович — курсант IV курса медико-профилактического факультета федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: ivb1801@yandex.ru; SPIN: 9091-7380;

Сбойчаков Виктор Борисович — профессор, профессор кафедры микробиологии, федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: sboich.viktor@yandex.ru; ORCID ID: 0000-0003-3975-3061; SPIN: 5853-8658.



Книга по истории создания и становления военно-морской медицины на Дальнем Востоке является первой из серии «История медицинской службы Военно-Морского Флота» и по своей источниковой базе, научному подходу к разрабатываемой теме, масштабности описываемых событий и хронологическим рамкам является первым трудом, освещающим историю создания и развития медицинской службы за 290 лет Тихоокеанского флота.

Многие события и имена участников дореволюционного периода, формирования органов управления медицинской службы Морских сил Дальнего Востока и Тихоокеанского флота СССР неизвестны современному поколению медиков, а также широкой общественности, как в России, так и за рубежом. Собранные данные дают представление об основных этапах становления и развития медицинской службы Тихоокеанского флота за длительный исторический период.

Книга рассчитана на военнослужащих медицинских служб ВМФ, курсантов военно-медицинских учреждений и студентов вузов медицинских специальностей, историков, краеведов, читателей, интересующихся историей военно-морской медицины и судьбами предшественников, приумножавшими славу отечественной медицины, Тихоокеанского флота и Дальнего Востока России.

Для получения более подробной информации Вы можете обратиться в издательство «Балтийский медицинский образовательный центр» по телефону **(812) 956-92-55**.