

ПЕРЕДАЧА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕЛЕКАНАЛАМ СВЯЗИ ИЗ ОТДАЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

¹Ю. Н. Закревский*, ²А. А. Шагивалеев, ³Д. А. Архангельский, ⁴Н. Ф. Гезей

¹ Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия

² Казанский завод вычислительной техники, ООО «Ай Си Эл Техно», г. Казань, Россия

³ 1469 Военно-морской клинический госпиталь Минобороны России, г. Североморск, Россия

⁴ Мурманская городская поликлиника № 1, г. Мурманск, Россия

ЦЕЛЬ. Изучение, разработка и внедрение технологии передачи биологической информации в экстремальных условиях и чрезвычайных ситуациях от пациентов, находящихся на отдаленных островных (Арктических) территориях, а также на других малозаселенных территориях Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Материалом исследования послужили выпускаемые Казанским заводом вычислительной техники и ООО «Ай Си Эл Техно» телемедицинские комплексы.

РЕЗУЛЬТАТЫ. По результатам исследования установлено, что система телемедицинских консультаций позволяет передавать данные, снятые с помощью медицинских цифровых аппаратных исследований (электрокардиограммы, ультразвуковые исследования, цифровые рентгенограммы, лабораторные анализы) по используемым каналам телекоммуникационной связи на значительные расстояния до нескольких тысяч километров.

ОБСУЖДЕНИЕ. Наиболее целесообразно использовать систему телемедицинских консультаций на крупных морских судах (линейных ледоколах, крупных спасательных судах и буксирах, пассажирских лайнерах, крупных плавающих базах рыболовецких судов) со штатным врачебным персоналом, оборудованных большими медицинскими амбулаториями, операционными и лазаретами с наличием реанимационной, диагностической и рентгеновской аппаратуры

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Определено, что передача биологической информации по телеканалам связи из медицинских учреждений отдаленных арктических населенных пунктов в городские клинические центры позволяет значительно повысить качество медицинских консультаций и улучшить оказание медицинской помощи размещенному там контингенту.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, телемедицина, Арктика, чрезвычайные ситуации, биологическая информация

*Для корреспонденции: Закревский Юрий Николаевич, e-mail: zakrev.sever@bk.ru

*For correspondence: Yuri N. Zakrevsky, e-mail: zakrev.sever@bk.ru

Для цитирования: Закревский Ю.Н., Шагивалеев А.А., Архангельский Д.А., Гезей Н.Ф. Передача биологической информации по телеканалам связи из отдаленных территорий Арктической зоны Российской Федерации // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 1. С. 112-118, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-1-112-118> EDN: <https://elibrary.ru/RTEJAX>

For citation: Zakrevsky Yu.N., Shagivaleev A.A., Arkhangelsky D.A., Gezei N.F. Transfer of biological information via TV channels of communication from remote Arctic zone of Russian Federation // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 1. P. 112-118, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-1-112-118> EDN: <https://elibrary.ru/RTEJAX>

© Авторы, 2024. Издатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-Non-Commercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

TRANSFER OF BIOLOGICAL INFORMATION VIA TV CHANNELS OF COMMUNICATION FROM REMOTE ARCTIC ZONE OF RUSSIAN FEDERATION

¹Yuri N. Zakrevsky*, ²Albert A. Shagivaleev, ³Dmitry A. Arkhangelsky, ⁴Natalya F. Gezei

¹Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

²Kazan Computer Equipment Plant, LLC "ICL Techno", Kazan, Russia

³1469 Naval Clinical Hospital of the Russian Ministry of Defense, Severomorsk, Russia

⁴Murmansk city clinic No. 1, Murmansk, Russia

OBJECTIVE. Research, develop and implement technologies of biological information transfer in extreme conditions and emergencies from patients in remote island (Arctic) territories as well as in other sparsely populated territories of the Russian Federation.

MATERIALS AND METHODS. The material of the study was telemedicine complexes, produced by the Kazan plant of computer technology and "ICL Techno" Ltd.

RESULTS. According to the results of the study it was found that the system of telemedicine consultations allows to transfer data, taken with medical digital hardware studies (electrocardiogram, ultrasound examinations, digital radiographs, laboratory test) via telecommunication channels used at a considerable distance up to several thousand kilometers.

DISCUSSION. It is the most appropriate to use the system of telemedicine consultations on large sea vessels (linear icebreakers, large rescue vessels and tugs, passenger liners, big floating bases of fishing vessels) with the regular medical staff, equipped with huge medical outpatient clinics, operating rooms and infirmaries with resuscitation, diagnostic and x-ray equipment.

CONCLUSION. It was determined that the transfer of biological information via TV channels of communication from medical institutions of remote Arctic human settlements to city clinical centers can significantly increase quality of medical consultations and improve the delivery of health care for the contingents there.

KEYWORDS: marine medicine, telemedicine, Arctic, emergency, biological information

Введение. Большая территория Российской Федерации, включающая Арктическую зону и другие отдаленные труднодоступные регионы и районы страны, несет в себе проблему сложной логистической транспортной составляющей в освоении, строительстве и эксплуатации промышленных объектов, поддержании инфраструктуры и жизнеобеспечения, а также возможности и доступности оказания плановой и экстренной медицинской помощи находящемуся на данных территориях контингенту [2]. Выезды бригад скорой медицинской помощи, вылеты вертолетов и самолетов санитарной авиации на значительные расстояния требуют существенных материальных затрат, связаны с большими рисками перелетов в экстремальных условиях Крайнего Севера [3]. В определенных ситуациях при плохих погодных условиях вылет (выезд) реанимационных бригад и бригад медицины катастроф может быть невозможен, что в ряде случаев лишает травмированных и заболевших медицинской помощи на сроки до нескольких суток, что может привести к летальному исходу у пациента или к развитию затяжного хронического течения заболевания [4]. Внедрение системы передачи биологиче-

ской информации – данных лабораторных и аппаратных исследований значительно сокращает сроки оказания медицинской помощи [5].

Цель. Изучение технологии передачи биологической информации, включая электрокардиограмму (ЭКГ), ультразвуковое исследование (УЗИ), рентгенографию, данные лабораторных анализов по телеканалам связи.

Материалы и методы. Материалом исследования являются медицинские аппаратные исследования человека – структурно-функциональная схема разработанной системы, технологии снятия цифровизации и шифровки биологических данных человека (ЭКГ, УЗИ, цифровые рентгенограммы, клинические лабораторные данные) и используемые каналы телекоммуникационной связи.

Результаты. Изучены цифровые составляющие на различных носителях снятой биологической информации при аппаратных диагностических исследованиях больных. Проанализированы имеющиеся в эксплуатации каналы связи в Арктической зоне. Передача биологической информации по телеканалам связи из медицинских учреждений отдаленных арктических населенных пунктов

в городские клинические центры позволит значительно повысить качество медицинских консультаций и оказание медицинской помощи размещенным контингентам. Для создания системы распознавания и передачи по телекоммуникационным системам биологической информации в виде аппаратных показателей исследования органов и систем организма ЭКГ, УЗИ внутренних органов, рентгенографии легких, костей скелета, черепа; гематологических и биохимических показателей крови, анализа мочи выполнено коммуникационное соединение [5, 6]:

1. Медицинской диагностической аппаратуры;
2. Системы видео-конференц-связи;
3. Создано специализированное программное обеспечение;
4. Разработано мобильное автоматизированное защищенное рабочее место врача для телемедицинской работы.

Состав медицинского оборудования: 1. Электрокардиограф цифровой; 2. УЗИ-аппарат; 3. Портативный рентгеновский аппарат; 4. Гематологический анализатор крови; 5. Биохимический анализатор крови; 6. Анализатор мочи клинический лабораторный; 7. Тонометр медицинский; 8. Спирометр; 9. Отоскоп.

Для создания телекоммуникационного канала передачи данных биологических обследований пациента использованы: 1. Вычислительный модуль – процессор (ОЗУ DDR4), накопители HDD, SSD; видеокарта; операционная система Windows 10/Linux; 2. Модуль средств защиты информации; 3. Коммутационный модуль; 4. Порты для подключения медицинского оборудования – сетевые интерфейсы. Устройство для подключения эндоскопов, УЗИ, отоскопов, флюорографов, портативных лабораторий, электрокардиографа и др.; 5. Модуль видео-конференц-связи: PTZ-камера, спикерфон, программное обеспечение видео-конференц-связи; 6. Специализированное программное обеспечение для работы с DICOM-изображениями [7–9] (рис. 1).

Современные телекоммуникационные каналы связи, используемые для передачи данных в Мурманской области и в других регионах Российской Федерации, включая приполярные и полярные регионы (республика Карелия, Ямало-Ненецкий автономный округ, Камчатский край), это кабельные каналы; оптоволоконные; каналы радиосвязи и сотовой связи; спутниковые каналы связи. Для передачи персональных биологических данных пациентов потребова-

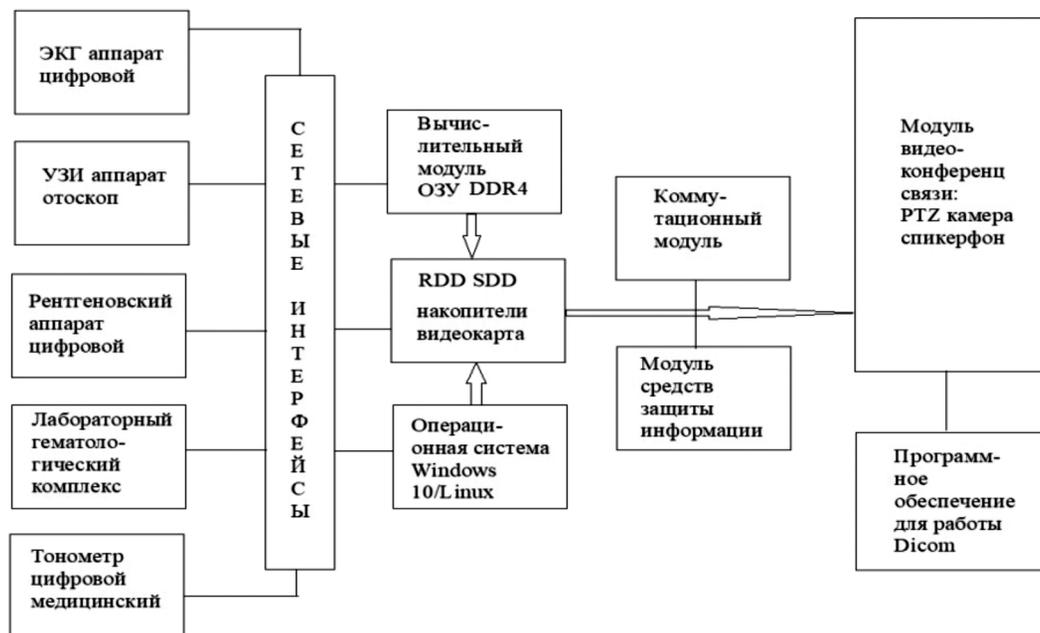


Рис. 1. Структурно-функциональная схема комплекса телемедицинской аппаратуры Казанского завода вычислительной техники и ООО «Ай Си Эл Техно», Казань

Fig. 1. Structural and functional diagram of the telemedicine equipment complex of the Kazan Computer Equipment Plant and ICL Techno LLC, Kazan

лось использование оптоволоконных (10 Гб в мин) и современных кабельных каналов (1 Гб в мин). Для сохранения передаваемых результатов обследования пациентов и пострадавших необходимо применить конверторы (шифраторы) имеющейся сети Vitnet [10].

Достигнутые эффекты от передачи биомедицинских данных по каналам телекоммуникационных связей: подключение медицинских центров (также учреждений третьего уровня), расположенных в труднодоступных местах; качественно изменился подход к госпитализации пациентов при вызове санитарной авиации или для принятия решения об эвакуации и, как следствие, экономия средств от эксплуатации вертолетов и самолетов при отсутствии необходимости в эвакуации или госпитализации; возможность круглосуточного мониторинга медицинских показателей больного до прилета санитарной авиации (рис. 2).

Потребовалось обучение работе с медицинским комплексом как минимум двух представителей отдаленного лечебного учреждения или медицинского пункта для доведения работы с комплексом до автоматизма. На отдаленных арктических островах организовано включение в комплекс специализированного оборудования усиления связи (усилитель сигнала сотовой связи или специальное оборудование спутниковой связи). Для сравнения показателей обследования пациентов в динамике необходимо обеспечение доступа врачей к электронным медицинским картам пациентов из многопрофильных стационаров, к которым

прикреплены пациенты в период пребывания на континентальной части.

Обсуждение. Количество военно-медицинских организаций в Вооруженных Силах Российской Федерации, обеспеченных телемедицинскими комплексами, с 2016 по 2021 г. увеличилось в 6,4 раза: с 8 до 51, и продолжало возрастать в 2022–2023 гг. за счет дополнительного оснащения в основном отдаленно дислоцированных филиалов военных госпиталей, медицинских рот и медицинских подразделений; число проводимых телемедицинских консультаций между ними и центральными военно-медицинскими учреждениями приблизилось к 2000 в год [2, 5]. Телемедицинская аппаратура успешно используется с 2017 г. в медицинских блоках развернутых подразделений на островах Арктической зоны: о. Котельный (архипелаг Новосибирские острова), о. Земля Александры (архипелаг Земля Франца-Иосифа), о. Средний (архипелага Северная Земля), в медицинской роте отдаленно расположенной отдельной мотострелковой бригады (Арктической) в п. Алакуртти Мурманской области. В настоящее время все более актуальна возможность использования телемедицинских комплексов для медицинского обеспечения гражданских судов и военных кораблей Российской Федерации в дальней морской и океанской зонах и на линейных атомных ледоколах Северного морского пути, оснащенных современными медицинскими амбулаториями с операционными, реанимационными, лазаретами и лабораторно-диагностической аппаратурой. В мае 2022 г. на судне «Тавр» Архангельского морского



Рис. 2. Административно-жилой комплекс и медицинский блок на о. Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа

Fig. 2. Administrative residential complex and medical block on the Alexander Land island of the Franz Josef Land archipelago

порта в рейсе выполнена апробация мобильного телемедицинского комплекса «Система удаленных телемедицинских консультаций» (СУТК). За две недели плавания в море после подключения комплекса был проведен скрининг состояния здоровья всех членов экипажа, при этом три работника судна по медицинским показаниям были взяты под динамический диспансерный контроль. Выполнялась апробация и реальное использование телемедицинской аппаратуры, при этом особенно востребованными у 36 членов экипажа были онлайн-консультации с врачами береговых многопрофильных лечебных учреждений (88,4 %), офлайн-ЭКГ с интерпретацией врачей-консультантов профильных лечебных отделений больниц (42,6 %); офлайн-лабораторные исследования общего анализа крови, мочи и биохимического анализа крови с использованием консультативной помощи врачей специализированных лечебных отделений больниц (33,5 %); онлайн-УЗИ исследований с сопровождением врачей УЗИ-диагностики на берегу (12,7 %); офлайн-рентгеновские исследования с описанием цифровых снимков врачей-рентгенологов больниц (11,4 %). Наиболее целесообразно использовать СУТК на крупных морских судах (линейных ледоколах, крупных спасательных судах и буксирах, пассажирских лайнерах, крупных плавающих базах рыболовецких судов) со штатным врачебным персоналом, и оборудованных большими медицинскими амбулаториями, операционными и лазаретами с наличием реанимационной, диагностической и рентгеновской аппаратуры (рис. 3).

Морской коллегией при Правительстве Российской Федерации на расширенном заседании 11.12.2022 г. вынесено предложение Министер-

ству транспорта РФ и Министерству здравоохранения РФ укомплектовать один из линейных ледоколов, следующих по Северному морскому пути, бригадой специализированной медицинской помощи (хирург, терапевт, реаниматолог) и мобильным комплексом телемедицинской аппаратуры.

Заключение. Внедрение системы передачи данных лабораторных и аппаратных исследований с использованием современных телекоммуникационных систем с визуализацией по видеосвязи объективного статуса и общего состояния больного или пострадавшего значительно сокращает сроки оказания помощи после снятия основного комплекса лабораторно-диагностических показателей и установки окончательного диагноза. Состав телемедицинского мобильного комплекса включает в себя современные медицинские диагностические аппараты: цифровые электрокардиографы, УЗИ-аппараты, портативные цифровые рентгеновские аппараты, портативные гематологические анализаторы крови, цифровые биохимические анализаторы крови и мочи, медицинские цифровые спирометры, отоскопы. Коммуникационный канал передачи биологических данных состоит из вычислительного модуля – процессора (ОЗУ); накопителя HDD, SSD; видеокарты; операционной системы Windows (предпочтительно 10/Linux); модуля средств защиты информации; коммутационного модуля; портов для подключения медицинского оборудования.

Для онлайн-консультирования и прямой связи между врачом отдаленного медпункта, пациентами и специалистами центрального лечебного учреждения используется модуль видео-конференц-связи: PTZ-камера, спикерфон, про-



Рис. 3. Мобильный телемедицинский комплекс Казанского завода вычислительной техники и ООО «Ай Си Эл Техно»

Fig. 3. Mobile telemedicine complex produced by the Kazan Computer Equipment Plant and LLC «ICL Techno»

граммное обеспечение видео-конференц-связи и специализированное программное обеспечение для работы с DICOM-изображениями.

Применение системы отдаленного регистрирования и передачи биологических данных имеет большой экономический эффект и значительно повышает клинические возможности диагностики, консультирования и лечения пациентов, размещенных на отдаленных объектах Арктической зоны Российской Федерации и других труднодоступных территорий. В случае задержки вылета (выезда) реанимационно-хирургической бригады будет иметься возможность круглосуточного мониторинга медицинских показателей больного до прилета санитарной авиации.

Целесообразно использовать СУТК на крупных морских судах (линейных ледоколах, крупных спасательных судах и буксирах), со

штатным врачебным персоналом и оборудованных большими медицинскими амбулаториями, операционными и лазаретами с наличием реанимационной, диагностической и рентгеновской аппаратуры.

Использование системы телемедицинских консультаций с удаленным обследованием больного или пострадавшего с помощью современной диагностической аппаратуры, шифровки и передачи данных (рентгенографии, УЗИ, ЭКГ, лабораторных анализов) из Арктической островной зоны и других отдаленных территорий в центры медицинских консультаций Мурманска, Архангельска, Москвы, Санкт-Петербурга значительно снизит расходы при постановке диагноза и затраты при выездах бригад скорой медицинской помощи и привлечении вертолетов и самолетов санитарной авиации.

Сведения об авторах:

Закревский Юрий Николаевич – доктор медицинских наук, декан медицинского факультета Мурманского арктического государственного университета (МАУ), профессор кафедры клинической медицины, действительный член Академии военных наук; Россия, 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13; e-mail: zakrev.sever@bk.ru

Шагивалеев Альберт Аухатович – кандидат технических наук, заместитель начальника ООО «Ай Си Эл Техно», Казанский завод вычислительной техники, Казань; Россия, Республика Татарстан, 420044, Казань, проспект Ямашева, д. 36; e-mail: a.shagivaleev@icl.kazan.ru

Архангельский Дмитрий Анатольевич – кандидат медицинских наук, начальник ФГКУ «1469 Военно-морской клинический госпиталь» Минобороны России; Россия, 184606, Североморск, Мурманское шоссе, д. 1

Гезей Наталья Федоровна – заместитель главного врача по методической работе ГОБУЗ «Мурманская городская поликлиника № 1»; Россия, 183038, Мурманск, ул. Шмидта, дом 49/1

Information about authors:

Yuri N. Zakrevsky – Dr. of Sci. (Med.), Dean of the Faculty of Medicine of the Murmansk Arctic State University (MAU), Professor of the Department of Clinical Medicine, full member of the Academy of Military Sciences; Russia, 183010, Murmansk, Sportivnaya str., 9; e-mail: zakrev.sever@bk.ru

Albert A. Shagivaleev – Cand. of Sci. (Technic.), Deputy Head of LLC “ICL Techno”, Kazan Computer Equipment Plant; Russia, Republic of Tatarstan, 420044, Kazan, Yamasheva Av., 36; e-mail: a.shagivaleev@icl.kazan.ru

Dmitry A. Arkhangelsky – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Federal State Institution “1469 Naval Clinical Hospital” of the Russian Ministry of Defense; Russia, 184606, Severomorsk, Murmanskoe Highway, 1

Natalya F. Gesev, deputy chief physician for methodological work of the state budgetary healthcare institution “Murmansk city clinic No. 1”; 183038, Murmansk, Schmidt str, 49/1

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом. Вклад в концепцию и план исследования – Вклад в концепцию и план исследования – Ю. Н. Закревский, Д. А. Архангельский. Вклад в сбор данных – А. А. Шавгалиев, Ю. Н. Закревский. Вклад в анализ данных и выводы – А. А. Шавгалиев, Ю. Н. Закревский, Н. Ф. Гезей. Вклад в подготовку рукописи – Ю. Н. Закревский, Н. Ф. Гезей

Author contributions. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution. IMU, VVR contribution to the concept and plan of the study. IMU, VVR, ESO, AAS contribution to data collection, contribution to data analysis and conclusions. IMU, VVR contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 10.12.2023
Принята к печати/Accepted: 15.02.2024
Опубликована/Published: 30.03.2024

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Владимирский А. В., Лебедев Г. С. *Телемедицина*. М.: ГОЭТАР-Медиа, 2018. С. 576 [Vladimirsky A. V., Lebedev G. S. *Telemedicine*. Moscow: GOETAR-Media, 2018, P. 576 (in Russ.)].
2. Закревский Ю. Н., Шевченко А. Г., Архангельский Д. А., Перетечиков А. В., Панина Т. В. Медицинское обеспечение и лечебно-эвакуационные мероприятия в подразделениях Северного флота развернутых в арктической зоне Российской Федерации // *Морская медицина*. 2017. Т. 3, № 3. С. 112–118 [Zakrevsky Yu. N., Shevchenko A. G., Arkhangelsky D. A., Peretechikov A. V., Panina T. V. Medical support and medical evacuation measures in units of the Northern Fleet deployed in the Arctic zone of the Russian Federation. *Marine Medicine*. 2017, Vol. 3, No. 3, pp. 112–118 (in Russ.)].
3. Закревский Ю. Н., Кузнецов С. А., Архангельский Д. А., Шевченко А. Г., Сердюк В. И., Перетечиков А. В. Совершенствование системы оказания медицинской помощи на арктических островах и кораблях Северного флота в дальней морской зоне // *Морская медицина*. 2019. Т. 5, № 4. С. 39–47 [Zakrevsky Yu. N., Kuznetsov S. A., Arkhangelsky D. A., Shevchenko A. G., Serdyuk V. I., Peretechikov A. V. Improving the system of medical care on Arctic islands and ships of the Northern Fleet in the far sea zone. *Marine medicine*. 2019, Vol. 5, No. 4, pp. 39–47 (in Russ.)].
4. Закревский Ю. Н., Архангельский Д. А., Балахнов Д. О., Минин Д. О., Добрынин Ю. О. Особенности алгоритма диагностики хронического кашля у военнослужащих // *Военно-медицинский журнал*. 2022. № 1. С. 30–36 [Zakrevsky Yu. N., Arkhangelsky D. A., Balakhnov D. O., Minin D. O., Dobrynin Yu. O. Features of the algorithm for diagnosing chronic cough in military personnel. *Military medical journal*, 2022, No. 1, P. 30–36 (in Russ.)].
5. Калачев О. В., Овечкин В. Б., Першин М. В., Сорокин С. И., Леонидов А. Б., Демидович В. А., Борисов Д. Н. Опыт применения телемедицинских технологий в системе медицинского обеспечения Вооруженных сил // *Военно-медицинский журнал*. 2022. Т. 343, № 9. С. 4–8 [Kalachev O. V., Ovechkin V. B., Pershin M. V., Sorokin S. I., Leonidov A. B., Demidovich V. A., Borisov D. N. Experience in the use of telemedicine technologies in the medical support system of the Armed Forces. *Military medical journal*, 2022, Vol. 343, No. 9, P. 4–8 (in Russ.)].
6. *Радиотехника: Энциклопедия* / Под ред. Ю. Л. Мазора, Е. А. Мачусского, В. И. Правды. М.: Додэка-XXI. 2002. 944 с. [*Radio engineering: Encyclopedia*. Ed. Yu. L. Mazor, E. A. Machusky, V. I. Pravda. Moscow: Dodeka-XXI, 2002, 944 p. (in Russ.)].
7. Прокис Дж. *Цифровая связь* / Пер. с англ. под ред. Д. Д. Кловского. М.: Радио и связь, 2000. 800 с [Prokis J. *Digital Communications*. Trans. from English edited by D. D. Klovsky. Moscow: Radio and communication, 2000, 800 p. (in Russ.)].
8. Скляр Б. *Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение*. 2-е изд. М.: Вильямс. 2017. 1104 с. [Sklyar B. *Digital communication. Theoretical foundations and practical applications*. 2nd ed. Moscow: Williams, 20017, 1104 p. (in Russ.)].
9. Феер К. *Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра*. М.: Радио и связь. 2000. 552 с. [Feer K. *Wireless digital communication. Modulation and Spread Spectrum Applications*. Moscow: Radio and communication, 2000, 552 p. (in Russ.)].
10. Erridge S., Yeung D. K. T., Patel H. R. H., Purkayastha S. Telementoring of Surgeons: A Systematic Review. *Surg Innov*. 2018, 26 (1), 95–111. <https://doi.org/10.1177/1553350618813250>.