

8. *Ang A.L., Wong W.H., Tan J. et al.* Ex vivo haemostatic capacity of plasma upon thawing and beyond: a comparison between fresh frozen plasma (FFP) and frozen plasma prepared from whole blood stored at room temperature up to 24 hours postcollection (RTFP24) // *Vox Sang.* 2019. Vol. 114 (3). PP. 198-206.
9. *Kuta P., Melling N., Zimmermann R. et al.* Clotting factor activity in fresh frozen plasma after thawing with a new radio wave thawing device // *Transfusion.* 2019. Vol. 59 (5). PP. 1857-1861.
10. *Platton S., Elegbe O., Bower L. et al.* Thawing times and hemostatic assessment of fresh frozen plasma thawed at 37 °C and 45 °C using water-bath methods // *Transfusion.* 2019. Vol. 59 (11). PP. 3478-3484.

*Александр Григорьевич Гудков,
д-р техн. наук, профессор,
кафедра «Технологии приборостроения»,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
генеральный директор,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
Виталий Юрьевич Леушин,
канд. техн. наук, зам. генерального директора,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
г. Москва,*

*Сергей Владимирович Сидоркевич,
д-р мед. наук, директор,
Андрей Дмитриевич Касьянов,
канд. мед. наук,
руководитель группы контроля качества,
Елена Анатольевна Киселева,
канд. мед. наук, зав. отделением переливания крови,
ФГБУ РосНИИГТ ФМБА России
(Санкт-Петербург),
г. С.-Петербург,
Светлана Викторовна Агасиева,
канд. техн. наук, доцент,
кафедра нанотехнологий
и микросистемной техники,
ФГАОУ ВО «Российский университет
дружбы народов»,
Сергей Владимирович Чижиков,
аспирант,
кафедра «Технологии приборостроения»,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
Григорий Александрович Гудков,
лаборант,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
г. Москва,
e-mail: ooo.giperion@gmail.com*

А.А. Гавришев, Н.В. Гавришева

Новые технологические подходы к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19

Аннотация

В настоящее время, исходя из эпидемиологической ситуации по COVID-19, актуальным является внедрение методов обследования пациентов, уменьшающих или исключаяющих вероятность заражения медицинского персонала. В статье проведен аналитический обзор новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19. Установлено, что в мире уже начата разработка и апробация данных технологий. Исходя из этого видится целесообразным их повсеместное широкомасштабное внедрение в медицинскую практику.

Введение

В настоящее время, в соответствии с нормативными документами [1], проведение аускультации является одним из обязательных физикальных обследований при диагностике и лечении пациентов с коронавирусной инфекцией (COVID-19). Она позволяет достаточно просто и эффективно проводить неинвазивные исследования пациентов с поражением легких, сердца. Однако аускультация пациентов с COVID-19, как и другие диагностические исследования, например ультразвуковая диагностика, эхокардиография, электрокардиография, пульсоксиметрия и некоторые другие [2], [3], относятся к ситуациям с высоким риском заражения COVID-19 медицинского персонала из-за невозможности соблюдать безопасное расстояние между пациентом и медицинским работником. В связи с этим во время всех процедур, связанных с оказанием помощи больным с признаками ОРВИ, с подозрением на COVID-19 или подтвержденным (вероятным) случаем, медицинским работникам в обязательном порядке следует использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ) для обеспечения как своей безопасности, так и безопасности пациента [4], [5]. Однако, несмотря на принимаемые меры защиты от COVID-19, статистика показывает [6]-[9], что немалая часть известных случаев заражения COVID-19 приходится на медицинских работников,

непосредственно контактировавших с пациентами с COVID-19 во время выполнения своих трудовых обязанностей.

Проведенный авторами анализ источников показывает [10]-[39], что одной из самых сложных проблем при аускультации пациентов с COVID-19 является невозможность провести классическую аускультацию из-за того, что медицинские работники при работе в защитных костюмах с капюшонами и защитными очками просто не могут вставить оловы стетоскопа в уши, не нарушая герметичность СИЗ. Кроме того, отсутствие единой методики безопасной аускультации для пациентов с COVID-19 и необходимого для ее проведения оборудования затрудняет проведение диагностики и лечения пациентов с COVID-19, вынуждая медицинский персонал приспосабливаться для решения указанных проблем [2], [3], [10]-[39]: использовать свой медицинский опыт; использовать специальные шкалы, например NEWS; опираться исключительно на дорогостоящие и вредные для здоровья пациентов методы обследования (рентген, КТ) и т. д. Исходя из этого исследование новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19 является актуальной научной и практической задачей [2], [3], [10]-[39].

Целью данной статьи является аналитический обзор новых технологических подходов к организации работы медицин-

кого персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19.

Материалы и методы

Для аналитического обзора новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19 авторами были проведены анализ и обобщение данных по указанной тематике, которые опирались на данные из различных источников, в частности РИНЦ, РГБ, ФИПС, КиберЛенинка, Google Scholar, PubMed, Physionet, EBSCO, Springer, поисковые системы Yandex, Google и др.

Результаты

Прежде чем рассматривать новые технологические подходы к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19, обратимся к работам с родственной тематикой, опубликованным до 2020 года.

Так, в работе [18] описан электронный стетоскоп, предназначенный для дистанционной аускультации. Указанный стетоскоп может использовать различные каналы связи для передачи данных от пациента к врачу, в том числе и беспроводные, что расширяет его функциональные возможности.

В работе [19] разработан многофункциональный диагностический прибор, в основу которого положен электронный стетоскоп ФСЭ-1М с учетом использования в нем стандарта беспроводной связи Bluetooth для передачи получаемого акустического сигнала на компьютер или смартфон. За счет этого возможно проводить дистанционную аускультацию пациентов, а также осуществлять обработку, отображение и хранение полученных данных.

В статье [20] представлено исследование с использованием аускультационной куртки со встроенными электронными стетоскопами и программной системы классификации, способной различать нормальные и определенные аускультативные отклонения.

В работе [21] описан электронный медицинский стетоскоп для проведения аускультации, который позволяет увеличить соотношение сигнал/шум, устранить влияние посторонних шумов, передать результаты исследования на удаленный терминал. В качестве беспроводного канала связи возможно использовать Bluetooth, Wi-Fi и др.

В работе [22] описано устройство для широкодиапазонной аускультации, позволяющее значительно расширить арсенал средств для аускультации тела человека. В качестве беспроводного канала связи возможно использовать Wi-Fi, Bluetooth и др.

Как видно из представленных источников, опубликованных еще до начала пандемии COVID-19, указанное направление, связанное с дистанционной аускультацией при помощи электронного стетоскопа, получало определенное развитие, хотя и не такое активное, как в данный момент. Однако после начала пандемии оно получило новый толчок для своего развития.

Далее рассмотрим новые технологические подходы к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19, представленные в литературе начиная с 2020 года.

В работе [23] представлен электронный стетоскоп, который позволяет проводить дистанционную аускультацию, снижая риск инфицирования среди медицинских работников. Для этого указанный электронный стетоскоп может быть соединен с беспроводными аудиоустройствами, такими как наушники или колонки, при помощи передатчика Bluetooth.

В работе [24] предлагается использовать разработанный авторами дистанционный стетоскоп, позволяющий врачу аускультировать пациентов без необходимости вставлять наушники в уши во время работы в СИЗ. Предлагаемая система состоит из самой автономной головки стетоскопа и беспроводного приемника, который может быть подключен либо к мобильному телефону, либо к гарнитуре.

В работе [25] предлагается использовать дистанционный стетоскоп для передачи звуков легких посредством беспроводного канала связи напрямую на смартфон. В качестве беспроводного канала связи возможно использовать сети 3G, 4G или Wi-Fi.

В работе [26] описан портативный цифровой прибор для определения шумов в легких при различных заболеваниях. Он обладает определенным частотным диапазоном, звуковую запись врач может получить от пациента дистанционно через различные каналы передачи данных.

В [28] разработано портативное устройство, позволяющее провести удаленную оценку течения заболевания пациента. Система основана на использовании беспроводного цифрового стетоскопа, при помощи которого записываются аускультативные феномены (шумы, хрипы и пр.) и передаются в приложение для смартфона через Bluetooth. Звуки обрабатываются и классифицируются в «облаке» при помощи нейросети.

В [29] разработан медицинский робот-помощник, состоящий из наземного робота с манипулятором, подключенным к Raspberry Pi 4. Raspberry pi имеет встроенный Bluetooth, что обеспечивает возможность дистанционного управления роботом при помощи смартфона по беспроводному каналу. В настоящий момент робот может кормить, поить пациентов и давать им лекарства. В перспективе функционал робота возможно расширить, например для проведения аускультации пациентам с COVID-19.

В работе [30] предложено использовать устройство, состоящее из аппаратного устройства с поддержкой технологии Bluetooth и программного приложения, позволяющего передавать звуки на смартфон по беспроводному каналу связи. Главной особенностью использования указанного устройства, по мнению авторов, является то, что врачи могут проводить аускультацию одетыми в СИЗ.

В работе [31] предлагается использовать для аускультации разработанный авторами дистанционный стетоскоп, работающий на базе Raspberry Pi и передающий данные посредством Wi-Fi. Предлагаемое устройство позволяет в режиме реального времени записывать звуки аускультации при помощи микрофона и может хранить файлы данных для последующего анализа.

В работе [32] разработаны схемы использования максимально простого одноканального устройства для беспроводной записи легочных шумов на смартфон и микроконтроллерного многоканального устройства для одновременной записи легочных шумов в разных точках грудной клетки пациента. Одноканальное устройство с Bluetooth-микрофоном позволяет делать записи на смартфон на расстоянии до 10 м.

В работе [33] предложена технология электронного стетоскопа. Указано, что разработанное устройство имеет стандартное гнездо для наушников, для подключения к нему можно использовать небольшие готовые Bluetooth-передатчики и передавать по беспроводному каналу аускультационные звуки от пациента к наушникам врача.

В работе [34] описан диагностический комплекс для диагностики бронхолегочных заболеваний у детей. Особенность разработанного электронного фонендоскопа состоит в том, что здесь отсутствуют звукопроводящие трубки; он прикладывается к определенным точкам грудной клетки, при этом звуки записываются специальной программой, которая установлена на смартфоне. Полученные файлы сохраняются в базе данных, их затем можно подвергнуть анализу.

В работе [35] разработана недорогая система для преобразования существующего стетоскопа пользователя в цифровой. Разработанная система состоит из микрофона, подключенного к стетоскопу, специального приложения на базе Android и наушников. Она может быть быстро развернута и может оказать влияние на уход за пациентами не только в стационарных условиях, но и в амбулаторных, где врачи могут аускультировать пациента с безопасного расстояния.

В работе [36] представлен цифровой стетоскоп для аускультации, который позволяет достичь повышения качества и ско-

рости обработки сигнала со сниженным энергопотреблением и с возможностью безопасной аускультации пациентов с COVID-19. В качестве беспроводного канала передачи данных возможно использовать, например, Bluetooth.

В работе [37] изложены результаты исследований, посвященных вопросам построения информационных систем беспроводного мониторинга распределенных медицинских параметров. Приводятся результаты разработки действующего образца системы, основанного на использовании беспроводной технологии ZigBee.

В работе [38] описано использование в рамках эксперимента технологии 5G в практической работе больницы китайско-японской дружбы для лечения пациентов и внедрения дистанционной компьютерной аускультации. В феврале 2020 года дистанционная компьютерная аускультация помогла медицинским работникам указанной больницы одними из первых в мире услышать шумы в легких у пациентов с COVID-19. Связь 5G позволила передать звук на центральную платформу в реальном времени для дальнейшего многопрофильного анализа специалистами с применением систем искусственного интеллекта.

В работе [39] описано использование на базе Боткинской больницы первого в России 5G-полигона для пилотирования различных инновационных медицинских сервисов, в частности круглосуточного мониторинга состояния пациента, создания его VR- и AR-моделей, 3D-моделирования рентгеновских снимков, результатов УЗИ и КТ и т. д. В качестве инновационного медицинского сервиса также возможно провести исследования дистанционной компьютерной аускультации пациентов с COVID-19.

Анализ и обобщение полученных результатов

Анализ и обобщение полученных результатов по указанной тематике позволили установить, что:

- 1) направление, связанное с дистанционной аускультацией при помощи электронного стетоскопа, после начала пандемии получило новый толчок для своего развития;
- 2) безопасную аускультацию пациентов с COVID-19 потенциально возможно провести посредством дистанционной аускультации, в основу которой может быть положено использование беспроводных систем передачи данных;
- 3) перспективной технологией беспроводной передачи данных при проведении дистанционной аускультации в условиях небольших и средних медучреждений может стать Bluetooth, позволяющей проводить обмен информацией между различными широко распространенными устройствами (гарнитуры, смартфоны, компьютеры и т. д.) на расстоянии до 100 м на нелицензируемых частотах;
- 4) перспективной технологией беспроводной передачи данных при проведении дистанционной аускультации в условиях больших медучреждений может стать 5G, дающая в рамках одного учреждения возможность с большой скоростью и на достаточно удаленном расстоянии собирать и обрабатывать данные от значительного количества различных источников информации, например носимых пациентами датчиков и др.;
- 5) системы по обработке и сохранению аускультативных звуков с последующим их анализом и выдачей рекомендаций медицинскому персоналу при помощи технологий машинного обучения или нейросети находят все большее применение в медицинской практике в условиях пандемии COVID-19 и поэтому требуют более детальных исследований;
- 6) в явном виде отсутствует повсеместное широкомасштабное внедрение в медицинскую практику новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19; многие из рассмотренных выше подходов являются либо единичными случаями в рамках работы какого-либо медицинского учреждения, либо представляют собой экспериментальные исследования.

- 7) в явном виде отсутствуют нормативно-правовые документы, регламентирующие проведение безопасной аускультации при помощи новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала в условиях пандемии COVID-19.

Заключение

В данной статье проведен аналитический обзор новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19. Установлено, что в настоящий момент развитие получают новые технологические подходы к организации работы медицинского персонала при проведении аускультации пациентов с COVID-19, в частности основанные на использовании дистанционной аускультации, позволяющей при помощи беспроводных систем передачи данных (например Bluetooth, 5G) проводить исследования на безопасном расстоянии между пациентом и медицинским работником в условиях работы в СИЗ. Кроме того, отмечено внедрение технологий машинного обучения и нейросетей в работу медицинского персонала при проведении аускультации в условиях пандемии COVID-19. Однако многие из рассмотренных выше подходов являются либо единичными случаями в рамках работы какого-либо медицинского учреждения, либо представляют собой экспериментальные исследования. Исходя из этого видится целесообразным их повсеместное широкомасштабное внедрение в медицинскую практику. В связи с этим также необходимо будет в перспективе разработать нормативно-правовые документы, регламентирующие проведение безопасной аускультации при помощи новых технологических подходов к организации работы медицинского персонала в условиях пандемии COVID-19.

Несмотря на проблемы в указанной области, медицинскому персоналу не следует отказываться от проведения аускультации в условиях пандемии COVID-19 [10]-[39], так как она позволяет достаточно просто и эффективно проводить неинвазивные исследования пациентов с COVID-19 и дополнять другие исследования. Видится целесообразным опыт по проведению дистанционной аускультации, полученный в результате обследования и наблюдения за пациентами с COVID-19, обобщить и распространить на другие сферы медицины, где для обслуживающего медицинского персонала также есть риск заразиться при работе с пациентами с другими инфекционными заболеваниями, например с туберкулезом.

Список литературы:

1. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». Версия 13.1 (17.11.2021) (утв. Минздравом России).
2. Ультразвуковая диагностика в акушерстве в условиях пандемии COVID-19 / <https://lib.medvestnik.ru/articles/Ultrazvukovaya-diagnostika-v-akusherstve-v-usloviyah-pandemii-COVID-19.html> (дата обращения: 07.11.2021).
3. *Агеев Ф.А., Амброси О.Е., Анциферов М.Б. и др.* Клинический протокол диагностики новой коронавирусной инфекции (COVID-19) у больных, находящихся на стационарном лечении в медицинских организациях государственной системы здравоохранения города Москвы / Под ред. А.И. Хрипуна. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2021. 32 с.
4. Как должен быть одет врач в период распространения COVID-19. Графическая памятка по использованию средств индивидуальной защиты медработниками / <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/05/22/14034-kak-dolzhen-byt-odet-vrach-v-period-rasprostraneniya-covid-19-opublikovana-graficheskaya-pamyatka-po-ispolzovaniyu-sredstv-individualnoy-zaschity-medrabotnikami> (дата обращения: 07.11.2021).
5. Временное руководство Всемирной организации здравоохранения от 19 марта 2020 г. «Коронавирусная болезнь (COVID-19): права, роль и ответственность медицинских работников, включая основные рекомендации по профессиональной безопасности и здоровью» / <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73761130> (дата обращения: 07.11.2021).

6. *Шпагина Л.А., Кузьмина Л.П., Котова О.С., Шпагин И.С., Камнева Н.В., Кузнецова Г.В., Лихенко-Логвиненко К.В.* COVID-19 у медицинских работников (обзор литературы и собственные данные) // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 1. С. 18-26.
7. *Шулакова Н.И., Тутельян А.В., Квасова О.А., Акимкин В.Г., Конохов А.В.* Факторы риска инфицирования медицинских работников SARS-CoV-2 и меры профилактики // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 1. С. 34-39.
8. *Атьков О.Ю., Горохова С.Г., Пфаф В.Ф.* Коронавирусная инфекция – новая проблема в профессиональной заболеваемости медицинских работников // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 1. С. 40-48.
9. *Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Пфаф В.Ф.* Пандемия COVID-19: проблемы медицины труда работников здравоохранения // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 1. С. 49-61.
10. Коронавирусная инфекция COVID-19 у взрослых. Республиканский центр развития здравоохранения РЦРЗ (Республиканский центр развития здравоохранения МЗ РК). Версия: Клинические протоколы МЗ РК - 2021.
11. *Patel L., Gandhi D., Beddow D.* Controversies on the Stethoscope During COVID-19: A Necessary Tool or an Unnecessary Evil? // *Am. J. Med. Sci.* 2021. № 361 (2). PP. 278-280.
12. В Екатеринбурге студенты изобрели прибор для аускультации легких и сердца в «ковидных» госпиталях / https://eaneews.ru/news/v-yekaterinburge-studenty-izobreli-pribordlya-auskultatsii-legkikh-i-serdtsa-v-kovidnykh-gospitalyakh_15-12-2020 (дата обращения: 07.11.2021).
13. «Врачи пытаются понять, куда коронавирус выстрелит во второй раз». Интервью о второй волне и мутации вируса / <https://ngs.ru/text/health/2020/09/29/69483361> (дата обращения: 07.11.2021).
14. Меры предосторожности при интубации пациентов с COVID-19 / https://stopcovid19.com.ru/wp-content/uploads/2020/06/31_RUS_Intubation_patients_COVID-19.pdf (дата обращения: 07.11.2021).
15. *Jian Zhu et al.* Don't throw the stethoscope away! // *European Heart Journal.* 2020. № 0. PP. 1-2.
16. В красной зоне: студенты-медики МАГУ рассказали о работе с COVID-положительными / <https://www.masu.edu.ru/press/news/24887-v-krasnoy-zone-studenty-mediki-magu-rasskazali-o-rabote-s-covid-polozhitelnymi> (дата обращения: 07.11.2021).
17. В московских госпиталях внедрили цифровой сервис для оценки тяжести пациентов с COVID-19 / <https://medvestnik.ru/content/news/V-moskovskih-gospitalyah-vnedrili-cifrovoy-servis-dlya-ocenki-tyazhesti-pacientov-s-covid-19.html> (дата обращения: 07.11.2021).
18. *Birger Orten* Electronic auscultation kit / Patent WO01/78604. 25.10.2001. 14 p.
19. *Потапов А., Потапов И., Махов В.* Аппаратно-программные средства для медицины // Компоненты и технологии. 2007. № 1. 3 с.
20. *Visagie C. et al.* Autonomous detection of heart sound abnormalities using an auscultation jacket // *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine.* 2009. № 32. PP. 240-250.
21. *Борисов Е.Г., Борисова Л.И., Семенов А.Г.* Электронный медицинский стетоскоп / Патент РФ на изобретение № 2644546 от 12.02.2018. 13 с.
22. *Kont P., Батера Д., Саммерс Р.Дж.* Устройство для широкодиапазонной аускультации / Патент РФ на изобретение № 2685813 от 23.04.2019. 29 с.
23. Электронный стетоскоп, который снижает риск заражения / <https://evercare.ru/news/elektronnyy-stetoskop-kotoryy-snizhaet-risk-zarazheniya> (дата обращения: 07.11.2021).
24. *Seidel et al.* Keeping PPE barriers in COVID-19 wards while doing proper auscultation // *Antimicrob. Resist. Infect. Control.* 2020. № 9. P. 196.
25. *Akinari Noda et al.* Evidence of the Sequential Changes of Lung Sounds in COVID-19 Pneumonia Using a Novel Wireless Stethoscope with the Telemedicine System // *Intern. Med.* 2020. № 59. PP. 3213-3216.
26. В Тульском госуниверситете создали портативный прибор для выявления шумов в легких / <https://nauka.tass.ru/nauka/9844969> (дата обращения: 07.11.2021).
27. В Нюрбинском районе медработник придумал новый метод аускультации больных с коронавирусом / <https://ysia.ru/v-nyurbinskom-medrabotnik-primudal-novyy-metod-auskultatsii-bolnyh-s-koronavirusom/> (дата обращения: 07.11.2021).
28. Портативное устройство удаленного контроля пациентов с COVID-19 и контактных лиц разработали в Беларуси / <https://1prof.by/news/v-strane/portativnoe-ustrojstvo-udalennogo-kontrolya-pacientov-s-covid-19-i-kontaktnyh-lic-rabotali-v-belarusi/> (дата обращения: 07.11.2021).
29. *Prakash Kanade, Sunay Kanade* Raspberry Pi Project – Voice Controlled Robotic Assistant for Senior Citizens // *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).* 2020. № 10. PP. 1044-1049.
30. *Pengyu Zhang et al.* Lung Auscultation of Hospitalized Patients with SARS-CoV-2 Pneumonia via a Wireless Stethoscope // *International Journal of Medical Sciences.* 2021. № 18 (6). PP. 1415-1422.
31. *Chuan Yang et al.* A Low-Cost, Ear-Contactless Electronic Stethoscope Powered by Raspberry Pi for Auscultation of Patients with COVID-19: Prototype Development and Feasibility Study // *JMIR Med. Inform.* 2021. № 9 (1). P. 22753.
32. *Висоцька О.* Засоби для реєстрації акустичних шумів легень / *National Health as Determinant of Sustainable Development of Society / Monograph.* – School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2021. PP. 95-106.
33. Thinklabs Medical создала передовую технологию электронного стетоскопа / <https://tmexpo.ru/news/thinklabs-medical-sozdala-peredovuyu-tehnologiyu-elektronnogo-stetoskora> (дата обращения: 07.11.2021).
34. Ученые АлтГУ разрабатывают уникальную технологию диагностики заболеваний легких у детей / <https://www.asu.ru/news/40487> (дата обращения: 07.11.2021).
35. *Jain A. et al.* Development and validation of a low-cost electronic stethoscope: DIY digital stethoscope // *BMJ Innov.* 2021. № 7. PP. 609-613.
36. *Гуменюк М.Г., Заборонок А.П.* Цифровой стетоскоп / Патент РФ на изобретение № 2749725 от 16.06.2021. 28 с.
37. *Анциперов В.Е., Мансуров Г.К., Евсеев О.В., Бельчик А.А., Ничипорук И.А., Моруков Б.В., Орлов О.И.* Распределенные информационные системы беспроводного мониторинга для медицинских и иных приложений // Журнал радиоэлектроники. 2012. № 2. 15 с.
38. Решение для телемедицины на основе 5G получило награду GSMA GLOMO / <https://huawei.ru/reshenie-dlya-telemeditsiny-na-osnove-5g-poluchilo-nagradu-gsma-glomo> (дата обращения: 18.12.2021).
39. Первый в стране инновационный 5G-полигон создадут на базе Боткинской больницы / <https://www.mos.ru/news/item/95885073/> (дата обращения: 18.12.2021).

Алексей Андреевич Гавришев,
магистрант,
Институт интеллектуальных
и кибернетических систем,
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»,
г. Москва,
Наталья Васильевна Гавришева,
преподаватель,
Лечебно-диагностическая ЦМК,
Санкт-Петербургское государственное
бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Медицинский колледж № 2»,
г. С.-Петербург,
e-mail: alexxx.2008@inbox.ru