

Научная статья

УДК 616-71

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-3-3-8>

Телемедицинские технологии и дистанционный электрокардиографический мониторинг. Реальность и перспективы. Взгляд функционалиста. Часть I

Альберт Киманович Пром ✉, Виталий Владимирович Иваненко, Олег Владимирович Илюхин

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия
Волгоградский областной клинический кардиологический центр Волгоград, Россия

Аннотация. В статье представлены методы телемедицины и дистанционного электрокардиографического (ЭКГ) мониторинга и возможности их применения. Цель работы – познакомить врачей общей практики и функциональной диагностики, организаторов здравоохранения с перспективами и возможными трудностями при внедрении цифровых технологий в повседневную практику. Показано состояние проблемы в настоящее время в мире и нашей стране. Обзор выполнен в двух частях. В первой части описаны общие методы дистанционного мониторинга показателей организма человека. Во второй части – дистанционная передача кардиограммы, возможности и перспективы удаленного мониторинга ЭКГ.

Ключевые слова: телемедицина, дистанционный телемониторинг, ЭКГ мониторинг, удаленное мониторирование ЭКГ

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-3-3-8>

Telemedicine technologies and remote electrocardiographic monitoring. Reality and prospects. Functionalist perspective. Part I

Albert K. Prom ✉, Vitaly V. Ivanenko, Oleg V. Ilyukhin

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia
Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia

Abstract. The article presents the methods and their options of telemedicine and remote electrocardiographic (ECG) monitoring. The purpose of the work is to acquaint general practitioners, functional diagnostics physicians and healthcare organizers with the prospects and possible difficulties in introducing digital technologies into everyday practice. The state of the problem today in the world and in our country is shown. The review is made in two parts. In the first part, general methods of remote monitoring of indicators of the human body are described. In the second part, the remote transmission of the cardiogram, the possibilities and prospects of remote ECG monitoring are presented.

Keywords: telemedicine, telehealth, remote telemonitoring, ECG monitoring, remote ECG monitoring

ВВЕДЕНИЕ

Такие термины, как удаленный мониторинг, беспроводной мониторинг, дистанционный телемониторинг, мобильное здравоохранение, телездоровоохранение, telehealth означают дистанционное предоставление услуг здравоохранения, которое включает постановку клинического диагноза и мониторинг состояния пациента на расстоянии, а также широкий круг неклинических функций, в том числе профилактику и укрепление здоровья. Чтобы обеспечить предоставление медицинских услуг каждому пациенту, здравоохранение переходит на специальные приложения для удаленного мониторинга здоровья. По определению Всемирной организации здравоохранения, «Цифровое здравоохранение – это широкое понятие, которое охватывает электронное здравоохранение, мобильное здра-

воохранение, телездоровоохранение» [1]. Вместе с тем все шире используется понятие «цифровое здоровье», которое подразумевает не только электронное здравоохранения как метод хранения и обработки данных о больных, но и использование передовых компьютерных знаний (программ, технологий), изучения человеческого генома и развитие искусственного интеллекта в медицине. Два года работы системы здравоохранения в жестких условиях пандемии COVID-19 изменили отношение к функциональным исследованиям. Пандемия показала роль и значение удаленных методов диагностики и лечения без непосредственного контакта врача и пациента. Одновременно произошел всплеск интереса к дистанционным методам обследования пациентов. С развитием современных коммуникационных технологий дистанционное взаимодействие субъектов друг

с другом все шире применяется не только в медицине, но и во всех сферах жизни (банковское обслуживание, получение государственных услуг, образовательные элементы и т. п.). Имеется тенденция к увеличению использования устройств, совместимых с дистанционными технологиями. Исчезают возрастные и социально-экономические различия в освоении современных девайсов. Прежде всего, это касается использования продвинутых смартфонов последнего поколения.

Цель работы – познакомить врачей общей практики, врачей функциональной диагностики и организаторов здравоохранения с возможностями дистанционных методов исследования, состоянием данной проблемы в мире и Российской Федерации.

Задачи исследования: изучение методов телемедицинских технологий, возможности их применения в практическом здравоохранении, анализ технических проблем, рассмотрение путей их решения, ограничений в использовании. В первой части обзора представлено мониторингирование некоторых показателей организма, во второй – дистанционная передача ЭКГ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели был проведён поиск статей по ключевым словам в медицинских базах MEDLINE/PubMed, Google scholar, а также в Российской электронной библиотеке Elibrary. В англоязычных базах запрос содержал ключевые слова «telemedicine telehealth» и «remote ECG monitoring».

В Elibrary ключевыми словами были «телемедицина» и «дистанционный мониторинг ЭКГ». Глубина поиска 10 лет. В MEDLINE/PubMed по запросу «telemedicine telehealth» найдено 2253 источника, из которых 1927 клинических исследований и обзоров. В русскоязычной базе по запросу «телемедицина» в тематике «Медицина и здравоохранение» не найдено ни одного источника. Запрос был изменен на ключевое слово «дистанционный», по которому найдено 2233 источника.

Критериями первичного отбора материала стали полный доступ к статье, возраст участников исследования (старше 18 лет), длительность наблюдения (более 6 месяцев). Из анализа исключались работы со ссылками на узко специфичные заболевания, явную этническую, гендерную и национальную принадлежность. В результате, 86 статей оценены как релевантные.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дистанционное мониторингирование или амбулаторный мониторинг показателей жизнедеятельности человека включает в себя наблюдение за многими показателями человеческого организма, в том числе, наиболее важными физиологическими параметрами. Имеются широкие возможности дистанционного наблюдения за системами организма в домашних условиях. Наиболее простыми для удаленного мониторингирования оказались 15 показателей [2]. Данные представлены в таблице.

Показатели для удаленного мониторинга и их клиническое значение

№	Показатель	Клиническое значение
1	Артериальное давление	Контроль артериальной гипертензии и течения гипертонической болезни
2	Сатурация кислорода	Оценка насыщения крови кислородом у пациентов с заболеваниями легких
3	Кардиореспираторные показатели во время фитнес-тренировок	Контроль состояния здоровья, оценка изменений в общей физической тренированности
4	Индекс массы тела	Контроль питания, побуждение к двигательной активности
5	Поверхностная электромиограмма для мониторингирования болевого синдрома	Мониторирование болевой чувствительности в госпитальных условиях для проведения превентивных обезболивающих мероприятий
6	Выделение пота	Контроль физической активности, мониторингирование параметров терморегуляции
7	Число дыхательных движений	Контроль основного показателя дыхательной системы
8	Температура тела	Мониторирование термометрии для определения температурной кривой
9	Характер сна для выявления апноэ и определения храпа	Исследования, связанные с проблемами сомнологии и сопутствующих патологий
10	Фотоплетизмография	Диагностика состояния сердечно-сосудистой системы
11	Уровень глюкозы в крови	Динамический контроль течения сахарного диабета
12	Физическая активность	Побуждение к активному образу жизни
13	Уровень электролитов	Наблюдение за гомеостазом человека
14	Масса тела	Модификация пищевых привычек
15	Перепад высот	Узко специфические исследования воздействия данного фактора на человека

Источник: разработано авторами.

Из представленных 15 показателей наиболее важными для клинического здравоохранения являются удаленное мониторирование АД, ЭКГ, физическая активность, кардиореспираторные показатели и масса тела, глюкоза крови, а также мониторинг боли. На них остановимся подробнее.

Удаленный мониторинг артериального давления (АД) изучают в мире и в нашей стране. На рынке есть надежные приборы для дистанционной регистрации АД аускультативным и осциллометрическим методами. Большинство из них имеют регистрационные удостоверения РФ и могут с успехом применяться в широкой клинической практике. Удаленный мониторинг АД актуален для некоторых социальных групп (водители) с целью качественного контроля показателей сердечно-сосудистой системы перед выездом на линию. Специальные мобильные приложения активно используются для контроля артериальной гипертензии (АГ). В Соединенных Штатах ежегодно происходит более 40 миллионов обращений за первичной медико-санитарной помощью среди людей с документально подтвержденной АГ. Переход от визитов в клинику к домашнему мониторингу АД существенно сокращает расходы на лечение гипертонической болезни и количество ненужных посещений. Технология дистанционного наблюдения за АД чаще всего включает в себя устройства для мониторинга АД, которые подключены к смартфону через канал связи (чаще всего Bluetooth), и управляется через специальное приложение с текстовыми напоминаниями о необходимости приема лекарств, кнопкой экстренной связи с врачом, информацией о диете с низким содержанием соли и т. п. Эти технологии могут способствовать снижению уровня АД с различной степенью эффективности и небольшому улучшению приверженности к лечению [3].

Телемедицина широко используется для диагностики и лечения застойной сердечной недостаточности (СН), которая поражает более 5,7 млн взрослых в США и связана с высоким уровнем обращения за медицинской помощью. Осложнения СН ежегодно приводят к примерно 1 млн госпитализаций, а частота повторных госпитализаций в течение 30 дней составляет 27 %, что является самым высоким показателем среди всех хронических заболеваний [4]. В России распространенность СН в 2019 г. только в Санкт-Петербурге на основании анализа данных о кодировании СН в электронных медицинских записях региональной информационной медицинской системы составила 1,4 %. Такие пациенты с СН оказывают высокую нагрузку на систему здравоохранения. Уровень их летальности достигает 15,7 % в год [5].

Применение дистанционных технологий может способствовать сокращению числа госпитализаций данного контингента больных. Программа «Сердечная

недостаточность имеет значение», представленная Европейским обществом кардиологов, является примером облачной платформы для наблюдения пациентов в домашних условиях. Пользователям предоставляются дневники симптомов, напоминания о приеме лекарственных средств, специальные таблицы для правильного питания и даже обучающие видеоролики о СН. Ежегодно программой пользуются более 2,5 млн человек. Однако эффективность этой программы не была подтверждена проспективно. Российское кардиологическое общество также организовало «Цифровую клинику ХСН» в рамках партнерских отношений с одной из фармацевтических компаний. Данный проект является одной из моделей дистанционной телемедицины, способной улучшить приверженность пациентов к лечению, а также развить профессиональные компетенции лечащих врачей.

Кардиореспираторные показатели **во время фитнес-тренировок и показатели** индекса массы тела удаленно регистрируются в наиболее популярных медицинских приложениях, направленных на модифицируемые факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний, а именно, на поощрение физической активности пациентов, борьбу с избыточным весом, отказом от курения. Данные технологии активно используются для больных с СН и другими болезнями системы кровообращения. В плане мониторинга движения пациентов технологии мобильного здравоохранения демонстрируют более высокую точность измерения нагрузок по сравнению с самоотчетами, которые обычно приводят к переоценке собственной физической активности. Из этой технологии вытекает важнейшее направление телемедицины – борьба с ожирением. Методики мобильного здравоохранения, направленные на борьбу с ожирением, включают персонализированный обмен текстовыми сообщениями между пациентом и врачом, уведомления о количестве пройденных шагов, видеосвязь по различным вопросам, касающимся здоровья пациентов, контроль диеты, создание групп по интересам в социальных сетях для повышения мотивации больных и различные финансовые стимулы, например, виртуальный приз за высокую двигательную активность. Эти мероприятия показали краткосрочный успех, но были неэффективны для поддержания снижения веса после 12 месяцев наблюдения. При этом одно исследование показало отсутствие различий в группах вмешательства и контрольной группе уже через 3 месяца [6]. В этой группе мобильных приложений вызывают интерес те, которые ориентированы на пищевое поведение пациентов. При использовании этих приложений на начальном этапе было отмечено соблюдение рекомендаций по питанию и устойчивое увеличение потребления фруктов и овощей, а также снижение потребления насыщенных жиров. Однако со временем

пациенты стали меньше пользоваться этими приложениями. А некоторые отказались от их использования уже в течение одного месяца.

Интересным примером использования технологий мобильного здравоохранения для динамического наблюдения пациентов с болезнями системы кровообращения можно назвать цифровые стетоскопы и ультразвуковые исследования с помощью мобильных телефонов. Особенностью некоторых цифровых стетоскопов является выбор разных частот для разных органов-мишеней. Например, частота стетоскопа в диапазоне от 20 до 420 Гц более специфична для тонов сердца, тогда как диапазон от 350 до 1900 Гц используется для аускультации легких [7]. УЗИ сердца с помощью мобильного телефона показывает надежную точность измерения фракции выброса левого желудочка и выявления ряда патологий, таких как гидронефроз, камни в желчном пузыре, аневризмы брюшной аорты и скопления внутрибрюшной жидкости. УЗИ с помощью мобильного телефона может иметь большое практическое значение в сельской местности, где высококлассные специалисты могут быть недоступны. Ограничения метода включают в себя узкое УЗИ-окно, плохую визуализацию паренхиматозных органов. Тем не менее, данная технология мобильного здравоохранения с успехом применяется во многих странах.

Удаленная регистрация **поверхностной** электромиограммы для мониторинга болевого синдрома стала предметом исследования, которое показало, что ключевым фактором, ограничивающим быстрое и повсеместное внедрение мобильных приложений, является время реагирования на полученные сигналы. Авторы предложили систему удаленного мониторинга боли на основе облачных вычислений. Сигналы поверхностной электромиограммы пациентов собираются и обрабатываются для обнаружения болевого синдрома. В предлагаемой модели информация о боли была доступна для удаленного просмотра через веб-приложение в течение минимального времени, что позволило своевременно оказывать медицинскую помощь пациентам. Предлагаемый подход предполагает использование одного облачного устройства (сервера) для одной больницы. Авторы предложили специальную систему для мониторинга боли, назвав ее «эффективной архитектурой на основе облачных вычислений в режиме реального времени». В настоящее время система ограничивается только мониторингом боли, но в будущем авторы надеются разработать и внедрить такую систему дистанционного мониторинга, которая будет способна отслеживать несколько датчиков, связанных с общим состоянием здоровья пациента [8].

Динамический удаленный контроль глюкозы крови с успехом применяется при лечении сахарного диабета. Прогноз и продолжительность жизни при своевременном лечении сахарного диабета первого и второго

типа значительно улучшились, благодаря достижениям в области создания искусственного инсулина и очистке свиного инсулина. Новые поколения глюкометров, в том числе трансдермальные пластыри для мониторинга гликемии, передают данные об уровне глюкозы автоматически, исключая ручной забор крови и необходимость документирования данных. Дистанционные методики позволили разработать специальные программные интерфейсы, которые обеспечивают персонализированное обучение пациентов на основе индивидуальных показателей измерений уровня глюкозы [9]. Новейшие технологии позволяют неинвазивно (спектроскопически) определять уровень глюкозы с точностью, сопоставимой со взятием крови из пальца с последующей передачей данных лечащему врачу.

Приборы (датчики), с помощью которых дистанционно регистрируют показатели человека, не поддаются точному количественному учету по причине их многочисленности. В 2020 г. на рынке было доступно около 237,1 млн носимых различных устройств дистанционной передачи данных. Поток данных от медицинских приложений, основанных на таком большом количестве биосенсоров, огромен и приблизительно равен 507,5 зеттабайтам. Предполагаемая доля рынка устройств, связанная с отраслью здравоохранения, составила \$117 млрд [10]. Однако во всем разнообразии продуктов для дистанционного мониторинга основными девайсами для амбулаторного мониторинга являются: смартфон, фитнес-браслет, наручные часы, специальный пластырь со встроенным датчиком, одежда с сенсорами, различные повязки, очки.

В России 73 млн человек (61 % взрослого населения РФ) пользуются интернетом на планшетах или смартфонах [11]. Многие используют простейшие программы дистанционного мониторинга показателей, например учет количества шагов за день. Данная опция бесплатная для большинства владельцев смартфонов и не требует установки дополнительных программ. При желании владелец мобильного телефона может установить себе на девайс дополнительные платные или бесплатные программы, позволяющие контролировать различные показатели жизнедеятельности. Только на американском рынке мобильных приложений в 2017 г. было доступно для загрузки более 318 000 мобильных медицинских приложений [12]. В этой связи появляется другая проблема использования дистанционных устройств. Медицинские приложения для дистанционного наблюдения за состоянием отдельных показателей организма, которые доступны и уже используются с коммерческой целью, практически никак не регулируются законодательно. К тому же в настоящее время нет единого подхода к использованию технологий мобильного здравоохранения. Несмотря на консенсус экспертов по цифровым медицинским технологиям, принятый Международным

обществом холтеровского мониторинга и неинвазивной электрокардиологии, Обществом сердечного ритма, Европейской Ассоциацией сердечного ритма, Азиатско-Тихоокеанским Обществом сердечного ритма в 2021 году, многие проблемы остались нерешенными. Например, нет ответа на важнейший вопрос об интернет-безопасности при работе с дистанционными методами регистрации показателей. Смарт-часы, портативные устройства, пластыри для кожи и пр. передают данные о пациентах в сеть в незащищенном виде и определенных случаях могут быть использованы злоумышленниками для незаконных целей. Это проблема, требующая развития специальной инфраструктуры для сбора данных и управления огромным объемом информации о пациентах, а также защиты и шифрования.

В 2019 г. было проведено исследование конфиденциальности в 24 медицинских приложениях, доступных для скачивания на платформе Android. Исследование показало, что 19 из них (79 %) передавали пользовательские данные за пределы приложения. Установлено, что производители программного обеспечения продавали пользовательские данные своим материнским компаниям, другим организациям, которые занимаются аналитикой или рекламой. Причем только 1,4 % из этих компаний принадлежали к сектору здравоохранения [13].

В 2014 г. Американская кардиологическая ассоциация (АНА) провела первый междисциплинарный форум с участием 130 ведущих ученых и 40 докладчиков, чтобы определить основу для внедрения мобильного здравоохранения в повседневную практику. После дискуссий были определены «Семь простых правил жизни» (Life's Simple 7), а именно: правильное питание, активный образ жизни, отказ от курения, контроль уровня холестерина, контроль артериального давления, снижение веса и снижение уровня сахара в крови. Заключительная рекомендация форума касалась использования этих семи правил для развития будущей модели мобильного здравоохранения для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Другими словами, именно эти показатели функционирования человеческого организма будут охвачены мобильным здравоохранением и возможностью дистанционного мониторинга. Определен вектор развития мобильных технологий для производителей девайсов и устройств для американского рынка. При этом особо отмечено, что безопасность использования этих устройств должна контролироваться медицинским сообществом. В нашей стране также идет работа по созданию программы экспериментального правового режима по использованию носимых электронных устройств, которые не являются медицинскими изделиями, для дистанционного наблюдения и контроля здоровья пациентов.

Выводы. Развитие телемедицины опережает развитие государственных институтов в области здравоохранения и общего правового режима не только в нашей

стране, но и в мире. Прогресс технологий в здравоохранении в обозримом будущем перейдет на цифровую платформу, и мы станем свидетелями (а может быть активными участниками) мобильного здравоохранения. Это реальный способ повысить приверженность пациентов к здоровому образу жизни, оказать помощь людям в принятии правильных тактических решений, связанных со здоровьем, и улучшить коммуникацию между пациентом и врачом. Парадоксально, но потенциальная проблема мобильного здравоохранения заключается в том, что инструменты дистанционного мониторинга выявляют большое количество людей, нуждающихся в консультации и лечении, что увеличивает спрос на медицинские и особенно кардиологические услуги, которые могут быть недоступны или ограничены в некоторых регионах нашей страны. К недостаткам мобильного здравоохранения относятся цена устройств, требования к техническим навыкам, отсутствие функциональной совместимости между разными устройствами, проблемы с конфиденциальностью и отсутствие нормальной технической поддержки. В реальной клинической практике гораздо большее значение имеют дистанционные методы регистрации ЭКГ, о которых пойдет речь во второй части обзора.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровое здравоохранение: преобразование системы медицинского обслуживания и расширение его доступности. ВОЗ. URL: <https://www.who.int/ru> (дата обращения: 09.02.2022).
2. Sana F., Isselbacher E. M., Singh J. Pet al. Wearable Devices for Ambulatory Cardiac Monitoring: JACCState-of-the-ArtReview. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;75(13):1582–1592. doi: 10.1016/j.jacc.2020.01.046.
3. Varleta P., Acevedo M., Akel C. Mobile phone text messaging improves antihypertensive drug adherence in the community. *The Journal of Clinical Hypertension (Greenwich)*. 2017;19(12):1276–1284.
4. Jencks S.F., Williams M.V., Coleman E.A. Rehospitalizations among patients in the Medicare fee-for-service program. *The New England Journal of Medicine*. 2009;360(14):1418–1428. doi: 10.1056/NEJMsa0803563.
5. Соловьева А.Е., Ендубаева Г.В., Авдонина Н.Г. и др. Хроническая сердечная недостаточность согласно кодам МКБ-10 в электронных медицинских записях Санкт-Петербурга: распространенность, нагрузка на систему здравоохранения, исходы. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(S3):4621. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4621.
6. Godino J.G., Merchant G., Norman G.J. Using social and mobile tools for weight loss in overweight and obese young adults (project smart): a 2 year, parallel-group, randomised, controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2016;4(9):747–755.
7. Swarup S., Makaryus A.N. Digital stethoscope: technology update. *Medical Devices (Auckland, N.Z.)*. 2018;11:29–36. doi: 10.2147/MDER.S135882.

8. Hassan S.R., Ahmad I., Ahmad S. et al. Remote Pain Monitoring Using Fog Computing for e-Healthcare. *An Efficient Architecture. Sensors (Basel)*. 2020;20(22):6574. doi: 10.3390/s20226574. PMID: 33217896; PMCID: PMC7698725.

9. Klonoff D.C. The current status of mhealth for diabetes: Will it be the next big thing? *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2013;7(3):749–758.

10. Shukla S., Hassan M.F., Khan M.K. et al. An analytical model to minimize the latency in healthcare internet-of-things in fog computing environment. *PLOS ONE*. 2019;14:e0224934.

11. Исследование: доля пользующегося интернетом взрослого населения РФ выросла до 75,4 %. *TASS*. 15.01.2019. URL: <https://tass.ru/ekonomika/6001992> (дата обращения: 22.06.2022).

12. MacKinnon G.E., Brittain E.L. Mobile Health Technologies in Cardiopulmonary Disease. *Chest*. 2020;157(3):654–664. doi: 10.1016/j.chest.2019.10.015.

13. Grundy Q., Chiu K., Held F. et al. Data sharing practices of medicines related apps and the mobile ecosystem: traffic, content, and network analysis. *BMJ*. 2019;364:1920. doi: 10.1136/bmj.1920.

REFERENCES

1. Digital health: Transforming the health care system and expanding its availability. *WHO*. (In Russ.) URL: <https://www.who.int/ru> (accessed: 09.02.2022).

2. Sana F., Isselbacher E. M., Singh J. Pet al. Wearable Devices for Ambulatory Cardiac Monitoring: JACCState-of-the-ArtReview. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;75(13):1582–1592. doi: 10.1016/j.jacc.2020.01.046.

3. Varleta P., Acevedo M., Akel C. Mobile phone text messaging improves antihypertensive drug adherence in the community. *The Journal of Clinical Hypertension (Greenwich)*. 2017;19(12):1276–1284.

4. Jencks S.F., Williams M.V., Coleman E.A. Rehospitalizations among patients in the Medicare fee-for-service pro-

gram. *The New England Journal of Medicine*. 2009;360(14):1418–1428. doi: 10.1056/NEJMsa0803563.

5. Soloveva A.E., Endubaeva G.V., Avdonina N.G. et al. ICD-10 code-based definition of heart failure in Saint Petersburg electronic health records: prevalence, health care utilization and outcomes. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(3S):4621. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4621. (In Russ.).

6. Godino J.G., Merchant G., Norman G.J. Using social and mobile tools for weight loss in overweight and obese young adults (project smart): a 2 year, parallel-group, randomised, controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2016;4(9):747–755.

7. Swarup S., Makaryus A.N. Digital stethoscope: technology update. *Medical Devices (Auckland, N.Z.)*. 2018;11:29–36. doi: 10.2147/MDER.S135882.

8. Hassan S.R., Ahmad I., Ahmad S. et al. Remote Pain Monitoring Using Fog Computing for e-Healthcare. *An Efficient Architecture. Sensors (Basel)*. 2020;20(22):6574. doi: 10.3390/s20226574. PMID: 33217896; PMCID: PMC7698725.

9. Klonoff D.C. The current status of mhealth for diabetes: Will it be the next big thing? *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2013;7(3):749–758.

10. Shukla S., Hassan M.F., Khan M.K. et al. An analytical model to minimize the latency in healthcare internet-of-things in fog computing environment. *PLOS ONE*. 2019;14:e0224934.

11. Study: the share of adults using the Internet in the Russian Federation increased to 75.4%. *TASS*. 15.01.2019. (In Russ.) URL: <https://tass.ru/ekonomika/6001992> (accessed: 22.06.2022).

12. MacKinnon G.E., Brittain E.L. Mobile Health Technologies in Cardiopulmonary Disease. *Chest*. 2020;157(3):654–664. doi: 10.1016/j.chest.2019.10.015.

13. Grundy Q., Chiu K., Held F. et al. Data sharing practices of medicines related apps and the mobile ecosystem: traffic, content, and network analysis. *BMJ*. 2019;364:1920. doi: 10.1136/bmj.1920.

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

Информация об авторах

А.К. Пром – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет; заведующий отделением функциональной диагностики № 1, Волгоградский областной клинический кардиологический центр, Волгоград, Россия; albertprom2@gmail.com

В.В. Иваненко – кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет; главный врач, Волгоградский областной клинический кардиологический центр, Волгоград, Россия; dep_fd@vokkc34.ru

О.В. Илюхин – кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет; врач-кардиолог 3-го кардиологического отделения, Волгоградский областной клинический кардиологический центр, Волгоград, Россия; sim_ilyukhin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.03.2023; одобрена после рецензирования 26.05.2023; принята к публикации 14.08.2023.

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

Information about the authors

A. K. Prom – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Radiation, Functional and Laboratory Diagnostics, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; Head of the Department of Functional Diagnostics No. 1, Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia; albertprom2@gmail.com

V.V. Ivanenko – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiation, Functional and Laboratory Diagnostics, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; Chief Physician, Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia; dep_fd@vokkc34.ru

O.V. Ilyukhin – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiation, Functional and Laboratory Diagnostics, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; Cardiologist of the 3rd Cardiology Department, Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia; sim_ilyukhin@mail.ru

The article was submitted 14.03.2023; approved after reviewing 26.05.2023; accepted for publication 14.08.2023.