

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ: ФОКУС НА КАРДИОЛОГИЮ

Е.Е. Барбакадзе

ГАУЗ "Городская больница № 1 им. Г.И. Дробышева города Магнитогорск", ул. Чкалова, д. 44, г. Магнитогорск, Челябинская область, 455016

### Основные положения

В данной статье проанализированы основные тенденции развития телемедицинских технологий в функциональной диагностике, а именно в электрокардиографии и эхокардиографии; дана оценка преимуществ и недостатков, приведены примеры использования в клинической практике.

### Аннотация

В последние годы инструменты цифровизации широко используются в разных отраслях экономики и социальной сферы, в том числе в здравоохранении. Внедрение новых технологий, появление современных портативных устройств и возможностей удаленной передачи данных – все это вносит весомый вклад в повышение качества и доступности медицинской помощи. В кардиологии высокоточная и своевременная диагностика – это одно из основных условий для постановки диагноза и выбора дальнейшей тактики лечения. Именно цифровые технологии значительно изменили подход в функциональной диагностике и расширили ее возможности. Данная статья посвящена анализу преимуществ и недостатков использования инструментов телемедицины, оценке клинических аспектов их использования; обсуждены перспективы развития цифровых технологий в функциональной диагностике и особенности их интеграции в практическую работу; рассмотрены конкретные примеры инновационных продуктов от отечественных и зарубежных производителей.

**Ключевые слова.** Цифровизация, телемедицина, мобильная медицина, дистанционный мониторинг.

**Автор, ответственный за переписку:** Барбакадзе Е.Е., ул. Чкалова, д.44, город Магнитогорск, Челябинская область, 455016, e-mail: katrinzz@mail.ru

**Для цитирования:** Барбакадзе Е.Е. Цифровые технологии в функциональной диагностике: фокус на кардиологию // Инновационное развитие врача. 2024. №2. С. 7-20. doi: 10.24412/ci-37091-2024-2-7-20

Поступила в редакцию: 18.09.2024; поступила после доработки: 26.11.2024; принята к печати: 17.12.2024

## DIGITAL TECHNOLOGIES IN FUNCTIONAL DIAGNOSTICS: FOCUS ON CARDIOLOGY

Ekaterina E. Barbakadze

G.I. Drobyshev' Magnitogorsk City Hospital, Chkalova str., 44, Magnitogorsk, Chelyabinsk region, Russian Federation, 455016

### Highlights

This article explores key trends in the advancement of telemedicine technologies within functional diagnostics, with a particular focus on electrocardiography and echocardiography. It examines their advantages and limitations while highlighting practical examples of their application in clinical settings.

### Abstract

In recent years, digital technologies have become integral across various sectors, including healthcare. Innovations such as modern portable devices, remote data transmission capabilities, and advanced telemedicine tools have significantly enhanced

# Abstract

the quality and accessibility of medical care. In cardiology, accurate and timely diagnostics are critical for establishing precise diagnoses and determining effective treatment strategies. Digital solutions have revolutionized functional diagnostics, offering expanded capabilities and more efficient workflows. This article provides an in-depth analysis of the benefits and limitations of telemedicine tools, evaluates their clinical effectiveness, and explores future trends in digital diagnostics. Additionally, it discusses the integration of these technologies into everyday clinical practice and showcases examples of innovative solutions from both domestic and international manufacturers.

**Keywords:** digitalization, telemedicine, mobile medicine, remote monitoring.

**Corresponding author:** Barbakadze E.E., Chkalova str., 44, Magnitogorsk, Chelyabinsk region, Russian Federation, 455016, e-mail katinzz@mail.ru

**For citation:** Barbakadze EE. Digital technologies in functional diagnostics: focus on cardiology. Innovative doctor's development. 2024;(2): 7-20. doi: 10.24412/ci-37091-2024-2-7-20

Received: 18.09.2024;

received in revised form: 26.11.2024;

accepted: 17.12.2024

## Список сокращений

ИИ - искусственный интеллект	ФП - фибрилляция предсердий
МИС - медицинская информационная система	ЭКГ - электрокардиография
РФ - Российская Федерация	ЭМК - электронная медицинская карта
УЗИ - ультразвуковое исследование	ЭХОКГ - эхокардиография

## Введение

В последние годы цифровизация охватила все сферы жизни общества, в том числе и медицину. Национальный проект «Здравоохранение» определил цифровизацию данной отрасли как одну из ключевых задач в ее развитии [1]. С 1 января 2025 года начнется реализация федерального проекта «Телемедицина» (в рамках национального проекта «Продолжительная и активная жизнь»), который будет направлен на внедрение новых цифровых медицинских и социальных технологий, их интеграцию в уже действующий цифровой отраслевой контур, что обеспечит персонализированный подход к каждому пациенту, возможность дистанционных консультаций и наблюдения, мониторинга и обратной связи [2].

К 2020 году уже организовано 800 тысяч автоматизированных рабочих мест для медицинского персонала. В 85 субъектах Российской Федерации (РФ) реализовано внедрение медицинских информационных систем (МИС), соответствующих требованиям Минздрава России и подключенных к Единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). На 2022 год в 85 субъектах РФ функционирует централизованная подсистема «Телемедицинские консультации», а также налажена выписка электронных рецептов [3].

Пациенты также могут получать информацию через Единый портал государственных услуг (ЕПГУ) в личном кабинете «Мое здоровье», который позволяет осуществлять запись на прием к специалистам и аккуму-

лирует разнородную информацию об оказанных медицинских услугах [3].

Цифровизация становится одним из важнейших механизмов развития отрасли здравоохранения и вносит весомый вклад в повышение качества и доступности медицинской помощи. Создание больших информационно-аналитических проектов (ЕГИСЗ, единый цифровой контур (ЕЦК)) повышают гибкость и оперативность системы, расширяют возможности граждан для контроля за состоянием своего здоровья и смещают акцент от лечения на профилактику.

Целью настоящего обзора является анализ тенденций развития цифровых технологий в области функциональной диагностики (ФД), в частности в электрокардиографии (ЭКГ) и эхокардиографии (ЭхоКГ).

## Актуальность цифровизации функциональной диагностики

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются ведущей причиной смертности населения РФ. Среди всех причин на их долю приходится 57%. По данным Росстата, в 2022 году от заболеваний сердечно-сосудистой системы умерло 831 557 человек (43,8% от общей смертности) [4].

Обеспечение высокоточной, своевременной диагностики в кардиологии — это одно из основных условий для установки диагноза и выбора соответствующего

лечения, в том числе высокотехнологического. С другой стороны, акцент на профилактику делает диагностические инструментальные исследования все более востребованными в рутинной практике для первичного выявления кардиоваскулярной патологии и обеспечения охвата всех граждан профилактическими медицинскими осмотрами не реже одного раза в год. Электrokардиография включена в профилактические, диспансерные осмотры как обязательное исследование, необходима для оформления санаторно-курортной карты, а также прохождения предварительного и периодического медицинского осмотра [5, 6].

Эхокардиография играет важную роль в диагностике заболеваний сердечно-сосудистой системы, она считается надежным средством выявления органической патологии сердца и стоит в одном ряду с объективным осмотром, не уступаая по важности аускультации и измерению артериального давления.

При проведении диагностики важную роль играет доступность самого исследования: кадровый дефицит, большие расстояния между населенными пунктами, неблагоприятные условия в весенне-осенний период с ограничением передвижения по некоторым транспортным путям делают телемедицинские технологии в ФД крайне востребованными и перспективными [7]. Они позволяют не только повысить доступность медицинских услуг, но и улучшить качество диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Использование телемедицинских консультаций и удаленного мониторинга позволяет своевременно контролировать параметры состояния пациента, отслеживать динамику и прогнозировать ухудшение и развитие осложнений для оперативной коррекции медикаментозной терапии или для госпитализации пациента.

## Правовые аспекты внедрения цифровых технологий в функциональную диагностику

Внедрение инструментов цифровизации требует четкого правового регулирования, что находит отражение в различных подзаконных актах.

Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. N 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан» регламентирует ситуации, когда могут быть применены телемедицинские технологии: «профилактика, сбор, анализ жалоб пациента и данных анамнеза, оценки эффективности лечебно-диагностических мероприятий, медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента». Кроме того, возможно дистанционное наблюдение за состоянием здоровья человека, в том числе с помощью зарегистрированных медицинских изделий (статья 36.2) [8].

Более детально применение телемедицинских технологий регламентируется в Федеральном законе от 29 июля 2017 г. N 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья», где дается определение телемедицинских технологий: «это инфор-

мационные технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента».

Этот закон направлен на создание правовых условий для внедрения электронных медицинских документов, телемедицинских технологий и других инновационных решений, способствующих улучшению качества медицинского обслуживания. Консультация пациента с применением телемедицинских технологий осуществляется в целях «... оценки эффективности лечебно-диагностических мероприятий, медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента», что может быть основанием для возможности применения методов ФД дистанционно. Важно, что применение телемедицинских технологий при оказании медицинской помощи осуществляется с соблюдением требований, установленных законодательством Российской Федерации в области защиты персональных данных и с соблюдением врачебной тайны [9].

Следующим издается Приказ Минздрава России от 30 ноября 2017 г. N 965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий», который устанавливает «порядок организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий при дистанционном взаимодействии медицинских работников между собой и с пациентами и их законными представителями». Данный нормативный акт конкретизирует формы оказания помощи в удаленном формате, участников, сроки и документооборот. В подразделе VIII приводится порядок проведения консультаций в целях вынесения заключения по результатам диагностических исследований. Регламентация данной процедуры делает правомочным использование телемедицины в ФД.

Также данный нормативно-правовой акт дает пояснения по организации самого процесса удаленного консультирования: медицинская организация обеспечивает необходимое помещение, средства связи и оборудование для проведения консультаций, сама процедура должна проводиться в соответствии с установленными стандартами и порядками по определенной нозологии, а специалистам необходимо соблюдать все установленные нормы, что обеспечит безопасность и эффективность использования дистанционных технологий в ФД.

Подраздел X приказа 965н посвящен дистанционному наблюдению за состоянием здоровья пациента, в том числе с использованием медицинских изделий с функцией передачи данных, что также может стать правовым полем для развития ФД [10].

Важно отметить, что проведение диагностических процедур в удаленном формате уже зафиксировано в нормативных актах: в частности Приказ Министерства здравоохранения РФ от 13 октября 2017 г. N 804н «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг»

включает в себя шифр A05.10.004.001, что интерпретируется как «Расшифровка, описание и интерпретация данных электрокардиографических исследований с применением телемедицинских технологий» [11].

## Преимущества использования телемедицинских технологий в функциональной диагностике

В последние годы цифровые технологии значительно изменили подход в ФД. Клиническое использование таких современных IT-решений, как дистанционная передача и интерпретация результатов ЭКГ, спирографии, суточного мониторинга артериального давления, электроэнцефалографии; внедрение в работу переносных («карманных») аппаратов для ЭхоКГ и портативных устройств для снятия ЭКГ; телемедицинские консилиумы по заключениям ЭхоКГ – все это открывает новые возможности для повышения качества и доступности медицинской помощи.

- Основным достоинством цифровизации в области ФД является оптимизация потока различных видов исследований. Это позволит высвободить трудовые и временные ресурсы для анализа данных, поступающих дистанционно, и соответственно увеличить продуктивность и эффективность очного приема пациентов, уменьшить загруженность врачей ФД.
- Проведение исследований в формате телемониторинга может осуществляться в разных форматах: в непрерывном или прерывистом режиме; в рамках диагностического поиска, контроля эффективности лечения, профилактики осложнений.
- Увеличивается скорость и эффективность прохождения профилактических и диспансерных осмотров.
- Телемедицинские консультации и консилиумы по результатам ЭхоКГ позволяют в реальном времени дать оценку несколькими экспертами данного клинического случая и сформулировать общее заключение по поводу дальнейшей тактики ведения пациента, что поможет оказать необходимую медицинскую помощь в максимально короткие сроки.
- Применение инструментов телемедицины может компенсировать дефицит врачей разных специальностей на удаленных территориях, увеличивая доступность медицинской помощи для сельской местности [12].
- Использование цифровых технологий может обеспечить быструю обработку и хранение больших объемов данных. Это существенно сокращает время ожидания результатов обследования и позволяет врачам быстрее принимать решения о выборе тактики лечения. Кроме того, цифровые данные легко интегрируются в электронные медицинские карты (ЭМК), что позволит отказаться от бумажного дублирования заключений. Цифровой архив позволяет хранить результаты исследования даже при утере самой записи ЭКГ на бумажном носителе.
- При регистрации ЭКГ в цифровом формате появляется возможность формирования статистических отчетов по данному виду исследования: по пациентам, нозологиям, типам нарушений и т.д. [13].
- Для пациентов с хроническими заболеваниями, ко-

торые требуют регулярного динамического наблюдения, особенно важно регулярно проходить диагностические инструментальные исследования, что может быть обеспечено за счет использования телемедицинских технологий.

## Возможности телемедицины в электрокардиографии

Современные представления о возможностях дистанционного наблюдения за пациентами с сердечно-сосудистыми заболеваниями обобщены в документах рабочей группы по цифровой кардиологии Европейского кардиологического общества [14].

ЭКГ является одним из самых распространенных видов инструментальной диагностики, и создание специализированных информационных систем и портативных устройств является важным шагом к оптимизации работы клиник. В настоящее время отечественная медицина может удовлетворить этот запрос лишь в небольшой степени. Основная проблема – доставить ЭКГ-запись до врача ФД, чтобы провести ее анализ, а после отправить врачебное заключение на место регистрации, что может быть решено посредством использования аппаратов, которые имеют техническую возможность дистанционно передавать ЭКГ на удаленное автоматизированное рабочее место врача ФД.

Цифровые технологии позволяют значительно улучшить точность диагностики. Современные ЭКГ-аппараты оснащены алгоритмами, которые автоматически анализируют полученные данные, выявляя даже малозначительные изменения. Это особенно важно для раннего выявления нарушений ритма и ишемических паттернов по ЭКГ.

Цифровизация, а именно внедрение искусственного интеллекта (ИИ) для интерпретации ЭКГ, а также передача самой ЭКГ на удаленное рабочее место врача ФД для анализа и составления заключения, представляет собой революционный шаг в области медицины: традиционная регистрация ЭКГ на бумажном носителе уже уходит в прошлое. Цифровые технологии предоставляют врачам возможность формировать заключения в режиме онлайн, что оптимизирует процессы диагностики патологических изменений и ускорит процессы выбора тактики лечения.

Использование телемедицинских технологий и искусственного интеллекта (ИИ) позволит не только повысить точность диагностики острых патологий, но и значительно сократить время, необходимое для принятия медицинских решений: анализ данных ЭКГ в реальном времени и возможность выявления критических изменений является необходимым условием оказания качественной медицинской помощи в короткие сроки. Врач может получать данные в реальном времени, что позволяет быстро реагировать на изменения состояния пациента. Это особенно актуально для людей, живущих в удаленных районах, где доступность некоторых медицинских услуг ограничена [15].

В 2002 году международная научная организация



Open-ECG способствовала развитию компьютеризированной 12-канальной ЭКГ с анализом на основе ИИ и создала платформу с открытым исходным кодом для сбора, анализа и обмена данными [16].

Отечественный разработчик ООО «НПП «МОНИТОР» предлагает собственные решения для реализации телемедицинских технологий в функциональной диагностике. Компьютерный электрокардиограф «Мискард 12» позволяет регистрировать ЭКГ по стандартным отведениям с одновременным мониторингом на экране аппарата. Преимуществом является одномоментная интеграция с МИС, где возможно создать архив медицинских изображений. Также эта функция позволяет врачу ФД проводить удаленное описание ЭКГ. Данное устройство имеет режим работы прикроватного монитора с автоматическим анализом ЭКГ в режиме реального времени. Этот режим предназначен для выявления проходящего нарушения, а также для контроля работы сердца пациента при проведении коррекции лечения. Также ООО «НПП «МОНИТОР» выпускает ЭКГ-аппараты, которые имеют возможность удаленной передачи данных с помощью встроенного GSM-модуля, что позволяет использовать их на станциях скорой медицинской помощи, на фельдшерско-акушерских пунктах и пересылать информацию в единый диагностический центр для интерпретации исследования [17].

Электрокардиограф Валента ЭКГ-02 представляет собой компактный аппарат, который может быть подключен к любому компьютеру через USB разъем. Контроль регистрации проводится через монитор компьютера, также возможна передача данных исследования через мобильные сети для удаленной интерпретации результатов врачом [18].

## Возможности телемедицины в эхокардиографии

Эхокардиография на протяжении последних 15-20 лет является одним из основных методов визуализации сердца. С внедрением новых современных технологий она обеспечивает высокую диагностическую точность, а использование методов телемедицины позволяет делать это быстро и своевременно. Портативные ультразвуковые аппараты позволяют проводить ЭхоКГ в любых условиях - в стационаре, в отделении реанимации, даже на дому в случае нетранспортабельности пациента.

Трансформируется и процесс хранения изображений и данных после проведенного исследования. Если ранее цифровой архив не формировался, то сейчас существует возможность хранения кинолент, что позволяет оценить ситуацию пациента в динамике, сравнить с предшествующими показателями, а также провести удаленную консультацию по интерпретации данных исследования с врачами-экспертами других учреждений. Принятие международного стандарта DICOM позволило унифицировать формат данных для различных эхо-лабораторий по всему миру для обеспечения их взаимодействия друг с другом [19].

Появление портативных аппаратов и развитие теле-

телемедицинских технологий стали драйверами цифровизации в направлении ЭхоКГ [20]. Данные УЗ-приборы работают на базе ноутбука и имеют возможности для 2D-эхокардиографии, но не обеспечивают проведение цветовой оценки потоков и спектральную доплерографию. Использование подобных приборов удобно на месте оказания помощи пострадавшим вне зон доступа стационарного УЗ-аппарата и значительно повышает эффективность лечения пациента в условиях реанимации и является незаменимым при физикальном обследовании, для ультразвуков-ассистированных осмотров. Введено понятие POCUS — это применение ультразвукового исследования (УЗИ) на месте оказания помощи. Суть данного подхода заключается в том, что УЗИ проводится по сокращенным протоколам на определенных анатомических областях, диагностика сводится к бинарной оценке ситуации (наличие или отсутствие свободной жидкости в брюшной полости, пневмоторакса, венозного тромбоза) и выполняется врачом любой специальности, прошедшим обучение по соответствующему протоколу. Благодаря своей доступности, POCUS может использоваться в более разнообразных ситуациях и более широким кругом врачей, чем стандартная ЭхоКГ. В настоящее время клиническая эффективность такого подхода подтверждена с позиций доказательной медицины. Рядом исследований показано, что применение протоколов POCUS помогает быстро установить верный диагноз и выбрать правильное лечение, позволяет экономить медицинские ресурсы и способствует снижению летальности [21].

Появляются устройства размером со смартфон с качеством изображения, достаточным для оценки состояния сердца с использованием технологий на основе искусственного интеллекта. Датчик выполняет большую часть работы по формированию луча, получению изображений и их реконструкция, а смартфон служит экраном, подключенным к облачному приложению. Некоторые устройства оснащены сенсорными экранами, и пользователи могут нажимать на них для запуска функций, перемещать изображения и менять их масштаб, а также проводить пальцем для расширения изображений, которые также можно передавать в систему хранения и по беспроводной сети. Точность таких систем была изучена в нескольких исследованиях. Например, Furukawa A. et al. изучили 130 пациентов со стенозом аорты и сообщили, что "карманный" ультразвуковое исследование с помощью аппарата Vscan Extend (GE Healthcare) позволило дифференцировать стеноз аорты средней и тяжелой степени с чувствительностью 84% и специфичностью 90% даже без количественной доплерографической информации [22]. Система Vscan Extend оснащена двусторонним датчиком (линейным и секторным), аппараты постоянно подключены к системе, а приложение позволяет интегрировать полученные изображения в медицинскую информационную систему в формате DICOM [23].

Компания Philips предлагает систему Lumify - УЗИ с использованием камеры смартфона. Датчик (в том числе и секторный) для проведения ЭхоКГ) подключается к мобильному устройству через USB или

Туре-С разъем, устанавливается специальное приложение и проводится сканирование. Оператор может не только транслировать изображение экрана, но и удаленно получать коррективы и комментарии от участников обсуждения [24]. Wejner-Mik P. et al. показали, что визуализация с помощью сканера Philips Lumify имеет высокую точность: размеры левого желудочка, левого предсердия и аорты, полученные в ходе этого исследования, хорошо коррелировали со стандартными результатами эхокардиографии ( $r = 0,89$ ,  $r = 0,82$ ,  $r = 0,92$  соответственно), но корреляция для измерений TAPSE была менее выраженной ( $r = 0,52$ ) [25].

Рандомизированное клиническое исследование ASE-VALUES по использованию карманных устройств показало, что время направления пациентов на оперативное вмешательство по поводу порока сердца (открытое или чрескожное) было меньше в группе пациентов, которые обследовались с использованием возможностей mHealth (ЭхоКГ и ЗКГ, измерение артериального давления и уровня кислорода через смартфон) в сравнении с теми, кто проходил рутинную диагностику ( $83 \pm 79$  дней против  $180 \pm 101$  дня,  $p < 0,001$ ). Частота госпитализаций и/или смертей в группе с использованием портативных устройств была также ниже по сравнению с группой контроля стандартного лечения (15% [95% ДИ: от 9% до 21%] против 28% [95% ДИ: от 2% до 36%], средняя разница -13% [95% ДИ: от -23% до -3%;  $p = 0,012$ ]) [26].

## Слабые стороны использования цифровых технологий в функциональной диагностике

Несмотря на многочисленные преимущества, реализация процесса цифровизации отрасли здравоохранения сталкивается с рядом трудностей. В первую очередь, это проблемы технического характера. В Приказе Минздрава России от 30 ноября 2017 года №965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» четко регламентируется оснащения медицинских учреждений и уровень квалификации специалистов, использующих дистанционные технологии для лечебно-диагностической работы, а также технические характеристики средств, необходимых для обеспечения качества диагностики [10].

Некоторые формы использования цифровых технологий до настоящего времени не регламентированы законодательством. Согласно приказу Министра Здравоохранения РФ №557н от 08.06.2020 г. «Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований» экспертное УЗИ может проводить только врач ультразвуковой диагностики. Исследование, выполненное врачом-клинистом, не может быть зафиксировано как отдельный протокол УЗИ [27]. POCUS имеет ограниченные возможности с точки зрения качества изображения, так как не предполагает использование всех инструментов ЭхоКГ (импульсно-, постоянно-волновая, цветная и тканевая доплерография). Сканирование пациентов с помощью POCUS и интерпретация изображений начинающим опера-

торами могут привести к упущению важных деталей. Поэтому важно, чтобы все медицинские работники, использующие POCUS, были обучены и понимали ограничения данной методики [28].

С другой стороны, существует проблема низкой цифровой грамотности пациентов и их недоверия использованию IT-технологий для решения вопросов медицинского характера [29]. Вследствие этого снижается возможность налаживания дистанционного взаимодействия врача и пациента. В исследовании Бошева Д.В., проведенного в сентябре 2023 года, было показано, что 70,8% респондентов не пользовались инструментами телемедицины; используют ЕПГУ для записи к специалисту только 23,2% опрошенных, а 46,6% отдают предпочтение непосредственному обращению в регистратуру медицинских организаций [30]. Эти данные подтверждаются результатами исследования Исаевой А.В. и соавторов, которые продемонстрировали, что только 41,6% пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) информированы о возможности проведения телемедицинских консультаций, а 35,4% - о существовании мобильных приложений для контроля за параметрами здоровья [31].

Актуальным является вопрос безопасности и хранения большого объема информации, которая относится к персональным данным. С увеличением объемов цифровых данных возрастает и риск утечки. Согласно Федеральному закону от 27.07.2006 г. N 152-ФЗ «О персональных данных», необходимо обеспечить надежную защиту данных пациентов, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к информации. Медицинская организация, получая персональные данные от пациента, например, при его первоначальном обращении или заключении договора на оказание медицинских услуг, а также в процессе лечения, приобретает статус оператора. У нее возникают определенные обязанности в части работы с полученными персональными данными. Данные обязанности регулируются различными нормативными актами, в том числе Конституцией РФ, Уголовным кодексом РФ, Кодексом об административных правонарушениях, Федеральным законом от 27.07.2006 N 152-ФЗ (ред. от 06.02.2023) «О персональных данных», Федеральным законом от 27.07.2006 N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», Федеральным законом от 21.11.2011 N 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ».

Кроме того, цифровые технологии быстро устаревают, и медицинские учреждения должны постоянно обновлять оборудование и программное обеспечение, чтобы оставаться на уровне современных стандартов. Это, а также затраты на обучение специалистов для работы в цифровых системах, может стать значительной финансовой нагрузкой для многих организаций [32].

## Технические аспекты интеграции цифровых технологий в функциональную диагностику

Для успешной интеграции цифровых технологий в рутинную практику необходимо использовать специализированное программное обеспечение и четкие регламентирующие документы по работе с оборудованием.

В настоящее время существуют программно-аппаратные комплексы и приложения, предназначенные для самоконтроля и амбулаторного мониторинга ряда инструментальных показателей, которые используются для наблюдения за основными показателями здоровья пациентов с кардиологическими заболеваниями: артериальное давление, частота сердечных сокращений, ЭКГ. Кроме того, существуют системы телемониторинга, позволяющие осуществлять удаленный динамический контроль одновременно нескольких показателей.

Большинство систем, предназначенных для дистанционного мониторинга, включают регистратор, накопитель данных и устройство со специальным программным обеспечением (смартфон, планшет, персональный компьютер), передающее посредством сети Интернет полученные данные от пациента врачу либо на сервер. Регистратор и запоминающее устройство могут быть объединены под одним корпусом. Связь между регистратором с накопителем и передающим устройством осуществляется по каналу Bluetooth, через GSM-модуль или с помощью проводного соединения. Передача данных на сервер происходит в режиме off-line (после завершения процесса регистрации) либо on-line (одномоментно с регистрацией), непрерывно (real-time) или прерывисто (non-real-time).

Любое программное наполнение медицинских приборов должно обеспечивать сбор и анализ данных, а также обработку информации, полученной от диагностических устройств, таких как, например, портативные ЭКГ и УЗИ-аппараты. Это дает возможность проводить автоматическую интерпретацию результатов. Второй важной функцией является возможность хранения большого объема данных. Это обеспечивается за счет работы с облачными сервисами для обеспечения доступа к информации из любой точки мира.

Удобный и интуитивно понятный интерфейс позволяет медицинским работникам эффективно использовать систему, что особенно важно в условиях клинической практики. Программное наполнение оборудования должно обеспечить интеграцию с другими системами, например, с ЭМК, что делает информацию о пациенте доступной и удобной для использования.

Карпов О.З. и соавт. провели анализ программного обеспечения, используемого в различных вариантах ЭКГ-аппаратов. Программный продукт может быть как встроены в электрокардиограф (для контроля корректности ЭКГ, минимального анализа и формирования сигнальной информации), так и быть внешним, что позволяет вести неограниченный архив, проводить интеллектуальный анализ, а также формировать сводную отчетность по нагрузке персонала, качестве исследования, использования парка электрокардиографов.

Среди важных дополнительных параметров авторы выделяют следующие:

- возможность различной маршрутизации ЭКГ («цитовые» и плановые),
- индикация поступившей/нерасшифрованной/интерпретированной ЭКГ,
- инструменты для ручного измерения интервалов и сегментов,
- автоматическое оповещение о наличии архивной ЭКГ у данного пациента,
- построение автоматического заключения,
- инструменты для ускорения написания врачебного заключения,
- возможность интеграции в систему результатов других методов исследований,
- сбор статистики в автоматическом режиме,
- формирование базы данных и выгрузка исследований в цифровой формате,
- возможность интеграции с МИС и формирование единой базы медицинских данных.

Таким образом, аппарат может представлять собой как простую автоматизированную систему ЭКГ, так и целостную информационную систему и аналитическую платформу для научных исследований [13].

УЗИ-аппараты для проведения ЭхоКГ также должны соответствовать определенным требованиям для осуществления телемедицинских консультаций: наличие встроенных модулей для передачи данных через GSM, Bluetooth и WiFi, а также соответствующий интерфейс. На мировом рынке существует большое количество ультрапортативных (карманных, планшетных, handheld, ultramobile) ультразвуковых диагностических приборов, которые можно условно разделить на две большие группы: проводные (датчик соединен гибким многожильным кабелем с устройством отображения получаемой информации) и беспроводные (передача информации от датчика осуществляется по каналам WiFi или Bluetooth). В качестве устройств отображения используются планшеты или смартфоны, а основные узлы ультразвукового сканера для обработки информации и формирования акустических изображений в разных моделях могут располагаться полностью или частично в корпусе датчика или корпусе мобильного устройства [33].

## M-health в функциональной диагностике

Портативные устройства для снятия ЭКГ и измерения артериального давления делают мониторинг состояния здоровья доступным и простым. Такие устройства могут использоваться в повседневной жизни, что позволяет пациентам следить за своим состоянием в любое время. Особенно это важно для людей с хроническими заболеваниями, требующими постоянного контроля, такие как гипертоническая болезнь, хроническая сердечная недостаточность, ишемическая болезнь сердца и пр. Благодаря компактности и простоте использования, портативные устройства становятся неотъемлемой частью жизни многих людей, обеспечивая им чувство безопасности при контроле показателей своего здоровья.

Пациентами широко используются фитнес-браслеты. Они позволяют регистрировать частоту пульса, артериальное давление, сатурацию. В настоящее время из-за низкой точности измерения фитнес-браслеты еще не рекомендуются для использования в медицинских целях, но качество работы данных устройств постепенно повышается, приближаясь к уровню, принятому в стандартных методах функциональной диагностики [34]. Многие смарт-часы предлагают потребителям функцию мониторинга сердечного ритма. Датчики сердечного ритма в большинстве таких устройств, включая Apple Watch (Apple Inc.), используют фотоплетизмографию. С помощью световых лучей и светочувствительных датчиков в смарт-часах измеряются изменения объема крови, проходящей через артерии запястья, для создания сигнала, который затем используется для оценки сердечного ритма. Интервал между «пиками» пульсаций можно интерпретировать как интервал R-R сердечного ритма и использовать в алгоритме для обнаружения фибрилляции предсердий (ФП) [35]. Различные группы исследователей создали алгоритмы для обнаружения ФП, но на точность таких алгоритмов могут влиять, в частности, экстрасистолы, движение пациента, условия окружающей среды, а также уровень кровотока и другие факторы [36]. В спонсируемом Apple многоцентровом исследовании с участием 70 пациентов с ФП и 70 пациентов с синусовым ритмом было определено, что форма сигнала, генерируемая приложением для ЭКГ, морфологически эквивалентна ЭКГ в I отведении у 98,4% пациентов с ФП и 100% пациентов с синусовым ритмом; только 0,8% были исключены из анализа из-за артефактов [37].

Создан кардиопояс с набором биодатчиков, регистрирующих ЭКГ, артериальное давление и ряд других параметров; смартфон с возможностью регистрации ЭКГ и отправки её врачу, а также одновременной возможностью определения координат человека в случае угрозы жизни с помощью GPRS (или ГЛОНАСС) [33].

Существует большое количество мобильных приложений и устройств для ЭКГ: AliveCor KardiaMobile; AliveCor KardiaMobile 6L; iRhythm ZioPatch; Apple Smartwatch ECG; и CardioSecur System, CardioVARK, KARDIA. Эти мобильные устройства для ЭКГ различаются по количеству измеряемых отведений и продолжительности мониторинга.

Например, приложение CardioVARK представляет из себя чехол для iPhone, в который встроены специальные сенсоры: пациенту необходимо прикладывать к ним пальцы для снятия кардиограммы. Разработчики гаджета создали мобильные приложения, с помощью которых снятую ЭКГ можно отправить лечащему врачу. В приложении существует возможность вести дневник — так врач может понимать, чем обусловлены изменения параметров работы сердца («после занятий спортом почувствовал себя плохо»). Отдельное приложение для врачей — это полноценный рабочий инструмент, в нем представлена более подробная информация по кардиограмме, снятой с помощью гаджета [38].

Кардиофлешки представляют собой компактные устройства, которые позволяют быстро и удобно

регистрировать ЭКГ. Одним из основных преимуществ их использования является возможность мгновенной передачи данных врачу для анализа. Это значительно ускоряет процесс диагностики, устраняя задержки в лечении и выявлении острых состояний. Кроме того, кардиофлешки обеспечивают высокую точность и надежность получаемых данных, что критически важно для правильной интерпретации результатов.

Кардиофлешка ECG Dongle — компактная, удобная в использовании и управлении. Она подключается к мобильному устройству через обычный USB-кабель и передает данные в мобильное устройство для сохранения, распечатки, передачи лечащему врачу. Также устройство имеет функцию передачи данных в облачный сервис для автоматической или ручной расшифровки ЭКГ. Кардиофлешка подразумевает бесплатное мобильное приложение. Во время регистрации на экран выводится ЭКГ, частота сердечных сокращений и уровень стресса. Данные исследования можно отправить в облачный сервис «КардиоОблако» и сразу получить результат автоматического анализа. При необходимости, ЭКГ можно сохранить в форматах PDF, MIT-BIN и EDF. Сервис «КардиоОблако» позволяет сразу получить автоматический анализ после отправки. Расшифровка специалистом в большинстве случаев занимает до 2-х часов с момента отправки. Ограничений по количеству отправляемых в сервис ЭКГ нет. Кардиокомплекс ECG Dongle получил в 2019 году Регистрационное удостоверение о том, что он является медицинским диагностическим прибором и имеет добровольный сертификат качества [39].

Мобильный кардионализатор «МИОКАРД-3», предназначенный для личного использования кардиологическими больными, работает под управлением телефона или компьютера, связанных с регистратором по каналу Bluetooth. Особенно важен этот прибор для больных ишемической болезнью сердца, ФП, с эпизодами пароксизмальной тахикардии, с частой экстрасистолией или блокадами. Данный аппарат может использоваться при жалобах на боли в работе сердца, сердцебиение, потерю сознания, а также у пациентов с искусственным водителем ритма для оценки правильности работы кардиостимулятора. Прибор может работать при отсутствии мобильной связи и регистрировать ЭКГ в течение длительного промежутка времени [40].

ЭКГ регистратор «Сердечко» («Биосс») с программным обеспечением Easy ECG Mobile (ООО «АТЕС МЕДИКА») представляет собой мини-аппарат, который присоединяется к мобильному устройству через гнездо для наушников. Большие пальцы рук прикладываются к электродам прибора и на телефоне регистрируются I отведение ЭКГ. Запись может быть передана по электронной почте на адрес пациента, врача или телемедицинского центра. В последнем случае протокол ЭКГ будет автоматически присоединен к электронной карте пациента [41].

Подобный функционал есть у отечественной разработки КардиоКАРТА — также регистрируется I отведение с больших пальцев рук, которое потом через Bluetooth передается в мобильное приложение. Прибор обладает рядом преимуществ: отсутствие дополни-

тельных проводов, возможность работы устройства до 30 дней без подзарядки, оценка рисков и тенденций с помощью ИИ, регистрация в качестве медицинского изделия [37].

Аппарат SmartКардио (ООО «Аритмед») позволяет синхронно регистрировать ЭКГ в 6 отведениях, сатурацию и частоту дыхательных движений. Компактный прибор размером с банковскую карту имеет 3 электрода: один электрод во время регистрации прижимается к коже туловища, к двум другим – пальцы рук. Результаты обследования фиксируются в мобильном приложении, которое позволяет архивировать данные или передавать врачу [42].

Также существуют тонометры с возможностью регистрации ЭКГ, например, прибор ГемоКарт-АКСМА (ООО «АКСМА»), который имеет 2 электрода на корпусе тонометра для снятия одного отведения ЭКГ. Аппарат передает данные в облачное хранилище, а также может быть синхронизирован с мобильным приложением, для оценки сохраняются результаты тонометрии и ЭКГ для оценки медицинским работником [43].

## Заключение

Применение цифровых технологий в ФД становится мощным инструментом, который может не только улучшить качество и доступность медицинских услуг, но и снизить нагрузку на медицинский персонал и систему здравоохранения в целом. Использование современных IT-решений позволяет широко внедрять дистанционный мониторинг за пациентами с сердечно-сосудистыми заболеваниями, что позволит быстрее

достигать и дольше удерживать основные показатели здоровья в необходимых референсах. Выбор устройства зависит от цели исследования, способности больного к самоконтролю и экономических возможностей.

Несмотря на технические сложности, недостаточный уровень цифровой грамотности врачей и пациентов, преимущества цифровизации очевидны. Дистанционная регистрация ЭКГ, интерпретация с использованием ИИ будет способствовать оптимизации данного процесса и позволит высвободить ресурсы для обработки дополнительного потока записей ЭКГ, увеличит продуктивность и эффективность очного приема потоковых пациентов и уменьшит загруженность врачей ФД. Портативные платформы визуализации и телемедицины позволяют оценивать состояние сердца на месте, без дополнительных потерь времени, обеспечивают возможность обсудить спорные аспекты с коллегами и экспертами, и быстро принять решение о дальнейшем ведении пациентов. Однако всегда важно помнить о необходимости тщательного контроля за качеством и безопасностью цифровых технологий, чтобы минимизировать риски и обеспечить максимальную пользу для пациентов.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Информация об авторе

Екатерина Евгеньевна Барбакадзе, врач-терапевт, ГАУЗ «Городская больница №1 им. Г.И. Дробышева города Магнитогорск», г. Магнитогорск, Российская Федерация.

ORCID: 0009-0006-4325-9890

## Information about the author

Ekaterina E. Barbakadze, MD, G.I. Drobyshev' Magnitogorsk City Hospital, Magnitogorsk, Russian Federation.

ORCID: 0009-0006-4325-9890

## Список литературы

1. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24 декабря 2018 г. N 16). [дата обращения: 18.08.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.garant.ru/products/lpo/prime/doc/72085920/?ysclid=m3rojpovh87112183>
2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». [дата обращения: 18.08.2024]. Доступно по ссылке:

<https://www.garant.ru/products/lpo/prime/doc/408892634/?ysclid=m3rojpovh87112183>

3. Портал оперативного взаимодействия участников ЕГИСЗ. Цифровое здравоохранение России: построение пациентоориентированной модели. [дата обращения: 18.08.2024]. Доступно по ссылке: <https://portal.egis.zrosminzdrav.ru/news/547>
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [дата обращения: 18.10.2024]. Доступно по ссылке: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>

5. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 27 апреля 2021 года №404н «Об утверждении порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения». [дата обращения: 18.08.2024]. Доступно по ссылке: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=477456&ysclid=m3eot6413m196411542#h21>
6. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 августа 2017 года №514н «О порядке проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних». [дата обращения: 18.08.2024]. Доступно по ссылке: <https://minzdrav.gov.ru/rf>
7. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». [дата обращения: 18.08.2024]. Доступно по ссылке: – URL:<http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542>
8. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. N 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». [дата обращения: 01.09.2024]. Доступно по ссылке: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121895/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/)
9. Федеральном законе от 29 июля 2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». [дата обращения: 01.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71632844/?ysclid=m3ccp94d9f5256825>
10. Приказ Минздрава России от 30 ноября 2017 г. №965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий». [дата обращения: 01.09.2024]. Доступно по ссылке: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_287515/?ysclid=m3royk0v1w205905570](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_287515/?ysclid=m3royk0v1w205905570)
11. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 13 октября 2017 г. N 804н «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг». [дата обращения: 15.08.2024]. Доступно по ссылке: <https://base.garant.ru/71805302/?ysclid=m3dcysutpu47626545>
12. Саломатина О. В., Рычкова А. А. Цифровизация здравоохранения и телемедицинские технологии как механизм повышения доступности медицинской помощи // Актуальные исследования. 2022. №19. С. 87-93.
13. Карпов О.З., Замятин М.Н., Вахромеева М.Н., и др. Цифровая ЭКГ: перспективы развития, преимущества и недостатки. Часть 1 // Врач и информационные технологии. 2021. №1. С. 40-46. doi: 10.25881/ITP.2021.64.62.004
14. Kim Y., Park J.-E., Lee B.-W., et al. Comparative effectiveness of telemonitoring versus usual care for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis // J. Telemed. Telecare. 2019. Vol. 25, №10. P. 587-601. doi: 10.1177/1357633X18782599
15. Козловская И.Л., Лопухова В.В., Булкина О.С., и др. Телемедицинские технологии в кардиологии. Часть 1. Персональный телемониторинг: электрокардиограммы в амбулаторной практике: выбор оптимального подхода // Доктор.Ру. 2020. Т. 19, №5. С. 35-41. doi: 10.31550/1727-2378-2020-19-5-35-41
16. Unlocking the Power of Open ECG: Revolutionizing Healthcare with AI-Powered Electrocardiography. [дата обращения: 01.09.2024]. Доступно по ссылке: [https://www.google.com/url?q=https://openecg.net/&sa=D&source=docs&ust=1732171368645021&usq=AOvVaw0c16Xh0nZTVfSPDKAOg\\_yI](https://www.google.com/url?q=https://openecg.net/&sa=D&source=docs&ust=1732171368645021&usq=AOvVaw0c16Xh0nZTVfSPDKAOg_yI)
17. Официальный сайт научно-производственного предприятия «Монитор». [дата обращения: 01.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.monitor-ltd.ru/o-nas>
18. Электрокардиограф компьютерный Валента ЭКГ-02. [дата обращения: 03.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://ross-med.ru/diagnosticheskoe-oborudovanie/ekg-apparaty/elektrokardiograf-kompyuternyy-valenta-ehkg-02>
19. Seetharam K., Kagiya N., Sengupta P.P. Application of mobile health, telemedicine and artificial intelligence to echocardiography // Echo Res Pract. 2019. No 6. P. R41-R52. doi: 10.1530/ERP-18-0081
20. Chamsi-Pasha M.A., Sengupta P.P., Zoghbi W.A. Handheld echocardiography: current state and future perspectives // Circulation. 2017. No 136. P. 2178-2188. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.026622
21. Отдельнов Л.А., Горох О.В. Современные подходы к обучению программам Point-of-care ultrasound // Медицинское образование и профессиональное развитие. 2021. Т. 12, № 2. С. 86-94. doi: 10.33029/2220-8453-2021-12-2-86-94
22. Furukawa A., Abe Y., Ito M., et al. Prediction of aortic stenosis-related events in patients with systolic ejection murmur using pocket-sized echocardiography // Journal of Cardiology. 2017. No 69. P. 189-194. doi: 10.1016/j.jcc.2016.02.021
23. Портативная ультразвуковая система Vscan Extend Portable. [дата обращения: 03.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.gehealthcare.ru/products/ultrasound/vscan-family/vscan-extend>
24. Ультразвуковая система Philips Lumify. [дата обращения: 03.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.philips.ru/healthcare/sites/lumify>
25. Wejner-Mik P., Teneta A., Jankowski M., et al. Feasibility and clinical utility of real-time tele-echocardiography using personal mobile device-based pocket echocardiograph // Arch Med Sci. 2019. Vol.18, №4. P. 998-1003. doi: 10.5114/aoms.2019.83136
26. Chamsi-Pasha M.A., Sengupta P.P., Zoghbi W.A. Handheld echocardiography: current state and future perspectives // Circulation. 2017. №136. P. 2178-2188. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.026622
27. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 08.06.2020 N 557н «Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований». [дата обращения: 15.11.2024]. Доступно по ссылке:

<https://base.garant.ru/74636910/?ysclid=m3r1rf642357407534>

28. Ávila-Reyes D., Acevedo-Cardona A.O., Gómez-González J.F., et al. Point-of-care ultrasound in cardiorespiratory arrest (POCUS-CA): narrative review article // *Ultrasound J.* 2021. Vol. 13, №46. P. 1-14. doi: 10.1186/s13089-021-00248-0

29. Бузин В.Н., Бузина Т.С. Взаимоотношения врача и пациента в информационном обществе // *Профилактическая медицина.* 2020. Т. 23, №5. С. 111-116. doi: 10.17116/profmed20202305111

30. Вошев Д.В., Сон И.М., Вошева Н.А., и др. Цифровая медицинская грамотность в первичной медико-санитарной помощи: ключевой фактор удовлетворенности пациентов в эпоху цифровой трансформации медицинских услуг // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023. Т. 22, №9. С. 3865. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3865

31. Исаева А.В., Краснова К.С., Тагоев Ю.Ш., и др. Изучение цифровой готовности пациентов с хронической сердечной недостаточностью // *Профилактическая медицина.* 2023. Т. 26, №3. С. 101-108. doi: 10.17116/profmed202326031101

32. Российское здравоохранение: перспективы развития. Доклад НИУ ВШЭ / С. В. Шишкин, И. М. Шейман и др.; под ред. С. В. Шишкина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом ВШЭ, 2024. — 60 с.

33. Балахонova Т.В., Ершова А.И., Ежов М.В., и др. Фокусированное ультразвуковое исследование сосудов. Консенсус российских экспертов // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2022. Т. 21, №7. С. 3333. doi: 10.15829/1728-8800-2022-3333

34. Гельман В. Я. Пути развития аппаратуры и методов исследований для функциональной диагностики // *Медицина.* 2022. Т. 10, №3. С. 42-52.

doi: 10.29234/2308-9113-2022-10-3-42-52

35. Isakadze N., Martin S.S. How useful is the smartwatch ECG? // *Trends Cardiovasc Med.* 2020. Vol. 30, №7. P. 442-448. doi: 10.1016/j.tcm.2019.10.010

36. Solosenko A., Petrenas A., Paliakaite B., et al. Detection of atrial fibrillation using a wrist-worn device // *Physiol Meas.* 2019. Vol. 40, №2. P. 025003. doi: 10.1088/1361-6579/ab029c

37. Isakadze N., Martin S.S. How useful is the smartwatch ECG? // *Trends in Cardiovascular Medicine.* 2020. Vol. 30, №7. P. 442-448. doi: 10.1016/j.tcm.2019.10.010

38. Официальный сайт производителя ООО «Кардиокарк». [дата обращения: 05.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.cardioqark.ru/>

39. Кардиоконнект ECG Dongle (кардиофлешка). [дата обращения: 05.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://ecgdongle.com/?ysclid=m3eh32b4lx596649046>

40. Официальный сайт НИМП ЕЧ и лабораторий искусственного интеллекта. Мобильный кардиоанализатор «МИОКАРД-3» экспертного класса. [дата обращения: 05.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://www.myocard.ru/mi3.html>

41. Официальный сайт ООО «АТЕС МЕДИКА» Персональный домашний кардиограф «Сердечко». [дата обращения: 05.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://atesmedica.ru/catalog/ikrz/?ysclid=m3k6hcmf181149780#dilya-kogo-pribor>

42. SmartКардио. Персональное устройство для мониторинга здоровья. [дата обращения: 05.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://smartcardio.ru/?ysclid=m3k7j0deu9425458094>

43. Предприятие ООО «АКСМА». Прибор ГемоДин-АКСМА и ГемоКард-АКСМА [дата обращения: 05.09.2024]. Доступно по ссылке: <https://gemocard.acsma.ru/>

## References

1. Passport of the national Healthcare project (approved by the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects, Protocol No. 16 dated December 24, 2018). [cited 2024 August 18]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72085920/?ysclid=m3rojxvohz871112183>
2. Decree of the President of the Russian Federation No. 309 dated May 7, 2024 «On the National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future up to 2036». [cited 2024 August 18]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/?ysclid=m3r0rpow1q788396047>
3. Portal operativnogo vzaimodejstviya uchastnikov EGIS. Cifrovoe zdorovohranenie Rossii: postroenie pacientoorientirovannoj modeli. [cited 2024 August 18]. Available from: <https://portal.egis.rosminzdrav.ru/news/547>

4. Official cite of Federal State Statistics Service. [cited 2024 August 18]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>
5. Ministry of health of the Russian Federation order No. 404n dated April 27, 2021 on approval of the procedure for preventive medical examination and medical examination of certain groups of the adult population/ Appendix No. 1 No.2. [cited 2024 August 18]. Available from: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=477456&ysclid=m3e0t6413m196411542#h21>
6. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 514n dated August 10, 2017 «On the procedure for preventive medical examinations of minors». [cited 2024 August 18]. Available from: <https://minzdrav.gov.ru/rur> Date of application: 10/20/2024
7. Official network resources of the President of Russia / On the national development

- goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future up to 2036 [Decree of the President of the Russian Federation dated 05/07/2024 No. 309]. [cited 2024 August 18]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542>
8. Federal Law No. 323 of November 21, 2011 «On the basics of Public Health protection in the Russian Federation». [cited 2024 August 18]. Available from: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121895/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/)
9. Federal Law No. 242-FZ dated July 29, 2017 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the Application of information technologies in the field of health protection». [cited 2024 August 18]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71632844/?ysclid=m3ccp94d9f525256825>
10. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated November 30, 2017 No. 965n «On approval of the procedure for the organization and provision of medical care using telemedicine technologies». [cited 2024 August 18]. Available from: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_287515/?ysclid=m3royk0v1w205905570](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_287515/?ysclid=m3royk0v1w205905570)
11. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 804n dated October 13, 2017 «On approval of the nomenclature of medical services». [cited 2024 September 1]. Available from: <https://base.garant.ru/71805302/?ysclid=m3dcysutpu47626545> Accessed: 11/15/2024
12. Salomatina OV, Rychkova AA. Digitalization of healthcare and telemedicine technologies as a mechanism for increasing the availability of medical care. Actual research. 2022;19: 87-93
13. Karpov OE, Zamyatin MN, Vakhromeeva MN, et al. Digital ECG: development prospects, advantages and disadvantages. Part 1. Medical doctor and information technology. 2021; (1): 40-46 (In Russ.). doi: 10.25881/ITP.2021.64.62.004
14. Kim Y, Park JE, Lee BW, et al. Comparative effectiveness of telemonitoring versus usual care for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. J. Telemed. Telecare. 2019; 25(10): 587-601. doi: 10.1177/1357633X18782599
15. Kozlovskaya IL, Lopukhova VV, Bulkina OS, et al. Telemedicine technologies in cardiology. Part 1. Personal telemonitoring of an electrocardiogram in outpatient practice: choosing the optimal approach. Doctor.ru. 2020;19(5):35-41. doi: 10.31550/1727-2378-2020-19-5-35-41
16. Unlocking the Power of Open ECG: Revolutionizing Healthcare with AI-Powered Electrocardiography. [cited 2024 August 18]. Available from: [https://www.google.com/url?q=https://openecg.net/&sa=D&source=docs&ust=1732171368645021&usq=AOvAw0c16XhOnZ1VfSPDKA0g\\_yI](https://www.google.com/url?q=https://openecg.net/&sa=D&source=docs&ust=1732171368645021&usq=AOvAw0c16XhOnZ1VfSPDKA0g_yI)
17. The official website of the scientific and production enterprise «Monitor». [cited 2024 August 18]. Available from: <https://www.monitor-ltd.ru/o-nas>
18. Computer electrocardiography Valenta EKGK-02. ROSS-MED. [cited 2024 August 18] Available at the link <https://ross-med.ru/diagnosticheskoe-oborudovanie/ekg-apparaty/ehlektrokardiograf-kompyuternyj-valenta-ehkgk-02>
19. Seetharam K, Kagiya N, Sengupta PP. Application of mobile health, telemedicine and artificial intelligence to echocardiography. Echo Res Pract. 2019;16: R41-R52. doi: 10.1530/ERP-18-0081
20. Chamsi-Pasha MA, Sengupta PP, Zoghbi WA. Handheld echocardiography: current state and future perspectives. Circulation. 2017;136:2178-2188. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.026622
21. Otdelnov LA, Gorokh OV. Modern approaches to teaching Point-of-care ultrasound programs. Medical education and professional development. 2021;12(2):86-94. doi: 10.33029/2220-8453-2021-12-2-86-94
22. Furukawa A, Abe Y, Ito M, et al. Prediction of aortic stenosis-related events in patients with systolic ejection murmur using pocket-sized echocardiography. Journal of Cardiology. 2017;169:189-194. doi: 10.1016/j.jcc.2016.02.021
23. Portable ultrasound system Vscan Extend Portable. [cited 2024 September 1]. Available from: <https://www.gehealthcare.ru/products/ultrasound/vscan-family/vscan-extend>
24. Philips Lumify ultrasonic system. [cited 2024 September 1]. Available from: <https://www.philips.ru/healthcare/sites/lumify>
25. Wejner-Mik P, Teneta A, Jankowski M, et al. Feasibility and clinical utility of real-time tele-echocardiography using personal mobile device-based pocket echocardiography. Arch Med Sci. 2019;18(4):998-1003. doi: 10.5114/aoms.2019.83136
26. Chamsi-Pasha MA, Sengupta PP, Zoghbi WA. Handheld echocardiography: current state and future perspectives. Circulation. 2017;136:2178-2188. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.026622
27. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/08/2020 No. 557n «On approval of the Rules for ultrasound examinations». [cited 2024 August 18]. Available from: <https://base.garant.ru/74636910/>
28. Ávila-Reyes D, Acevedo-Cardona AO, Gómez-González JF, et al. Point-of-care ultrasound in cardiorespiratory arrest (POCUS-CA): narrative review article. Ultrasound J. 2021;13(46):1-14. doi: 10.1186/s13089-021-00248-0
29. Buzin VN, Buzina TS. The relationship between doctor and patient in the information society. Russian Journal of Preventive Medicine. 2020;23(5):111-116 (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20202305111
30. Voshey DV, Son IM, Vosheva NA, et al. Digital health literacy in primary care: a key driver of patient satisfaction in the era of digital transformation in healthcare. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2023;22(9S):3865. (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2023-3865
31. Isaeva AV, Krasnova KS, Tagoev JSh, et al. A study of the digital readiness of patients with chronic heart failure. The Russian Journal of Preventive Medicine. 2023;26(3):101-108 (In Russ.). doi: 10.17116/profmed202326031101



32. Shishkin SV, Sheiman IM, et al. Russian healthcare: development prospects. Report of the Higher School of Economics. Higher School of Economics Univ., Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2024. 60 p.
33. Balakhonova TV, Ershova AI, Ezhov MV, et al. Focused vascular ultrasound. Consensus of Russian experts. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2022;21(7):3333 (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2022-3333
34. Gelman VYa. Ways of development of equipment and research methods for functional diagnostics. Medicine. 2022;10(3): 42-52. doi: 10.29234/2308-9113-2022-10-3-42-52
35. Isakadze N, Martin SS. How useful is the smartwatch ECG? Trends Cardiovasc Med. 2020;30(7):442-448. doi: 10.1016/j.tcm.2019.10.010
36. Sološenko A, Petrénas A, Paliakaitė B, et al. Detection of atrial fibrillation using a wrist-worn device. Physiol Meas. 2019;40(2):025003. doi: 10.1088/1361-6579/ab029c
37. Isakadze N, Martin SS. How useful is the smartwatch ECG? Trends in Cardiovascular Medicine. 2020; 30(7): 442-448. doi: 10.1016/j.tcm.2019.10.010
38. The official website of LLC «Cardioqvark». [cited 2024 September 3]. Available from: <https://www.cardioqvark.ru/>
39. ECG Dongle cardiocomplex (cardioflash). [cited 2024 September 3]. Available from: <https://ecgdongle.com/?ysclid=m3eh32b4lx596649046>
40. The official website of the NIMP ESN and the Artificial Intelligence Laboratory. The mobile cardioanalyzer «MYOCARD-3» of the expert class. [cited 2024 September 3]. Available from: <https://www.myocard.ru/mi3.html>
41. The official website of ATEC MEDICA LLC. Personal home cardiograph «Heart». [cited 2024 September 3]. Available from: <https://atesmedica.ru/catalog/ikrz/?ysclid=m3k6hcumfh181149780#dlya-kogo-pribor>
42. Smart Cardio. Personal Health Monitoring Device. [cited 2024 September 3]. Available from: <https://smartcardio.ru/?ysclid=m3k7k0eu9425458094>
43. The company «AXMA» LLC. The devices HemoDin-AXMA and HemoCard-AXMA. [cited 2024 September 3]. Available from: <https://gemocard.acsma.ru/>