

При использовании материалов статьи необходимо использовать данную ссылку:

Жуков А.О., Заверзаев А.А., Карпов Е.А., Карпов Д.Е., Созинов Г.М. Инновационный подход к мониторингу основных жизненных показателей человека // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 3 (61). С. 100-104

УДК 371.3

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ ОСНОВНЫХ ЖИЗНЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА

**Жуков А.О., Заверзаев А.А., Карпов Е.А., Карпов Д.Е., Созинов Г.М.**

*В работе представлены результаты разработки перспективной отечественной системы удаленного контроля ключевых жизненных показателей человека, которая выгодно отличается от обычных решений тем, что наряду с традиционным снятием электрокардиограммы (ЭКГ) и измерением частоты сердечных сокращений (ЧСС), она позволяет еще дополнительно производить измерение температуры тела, насыщенности крови кислородом SPO<sub>2</sub>, подвижности и ориентации в пространстве, регистрации факта падения, частоты дыхания и др. Это открывает возможность осуществлять всестороннюю оценку состояния здоровья пациентов с комплексными заболеваниями. Показано, что система может эффективно использоваться как для целей скрининга, так и для длительного мониторинга. Обсуждены преимущества системы перед стандартными системами мониторинга по Холтеру.*

**Ключевые слова:** беспроводная мобильная система для регистрации сигнала электрокардиограммы и других жизненных показателей здоровья

### **В** ВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития общества медицина становится все более пациентоориентированной, чему способствует необратимый переход к применению цифровых технологий диагностики. Расширение территорий, охваченных сетью Интернет, наряду с совершенствованием способов использования телемедицинских технологий открывает широкие перспективы развития персональных телемедицинских устройств [1 – 4].

Проблема большого количества недообследованных пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и отсутствие удобных, простых в эксплуатации средств скринингового контроля Covid-инфекции повышают актуальность создания систем, сочетающих в себе возможность удаленного онлайн-мониторинга

одновременно нескольких важных жизненных показателей здоровья с компактностью конструкции и легкостью самостоятельного подключения и управления [5 – 6].

Одно из таких решений – инновационная отечественная система мобильного контроля основных жизненных показателей здоровья человека Telemedicine Technologies Laboratory (далее – ТМТ), разработанная в ООО «Квазар».

Общая схема работы системы ТМТ представлена на рисунке 1.

В состав системы входят нательное

**Жуков Александр Олегович**, заместитель директора, ФГБНУ «Экспертно-аналитический центр»

Москва

**Заверзаев Александр Александрович**, доцент отдела образовательной и редакционно-издательской деятельности, ФГБНУ «Экспертно-аналитический центр»

Москва

**Карпов Евгений Анатольевич**, Конструктор, ООО «Квазар»

Москва

**Карпов Денис Евгеньевич**, Конструктор, ООО «Квазар»

Москва

**Созинов Геннадий Максимович**, Технический директор, ООО «Квазар»,  
Москва

персональное устройство ТМТ для регистрации и записи различных биосигналов, отображающих жизненные показатели здоровья; устройство для визуального отображения текущих показателей здоровья и передачи данных мониторинга – смартфон или планшет на платформе ОС Android; сервер для хранения и аналитической обработки данных; веб-приложение для анализа и визуального отображения полученных данных – личные кабинеты врача, пациента, лечебного учреждения.

Персональный нательный модуль ТМТ – ключевое устройство системы, определяющее качество оказываемых медицинских услуг. Его размеры составляют 72 x 40 x 15 мм. На нижней поверхности корпуса модуля, приведенной на рисунке 2а, расположен фигурный выступ высотой 2 мм, внутри которого встроен датчик температуры и оптический датчик регистрации фотоплетизмограммы, выполненные на современных цифровых микросхемах.



Рисунок 1. Схема работы системы ТМТ

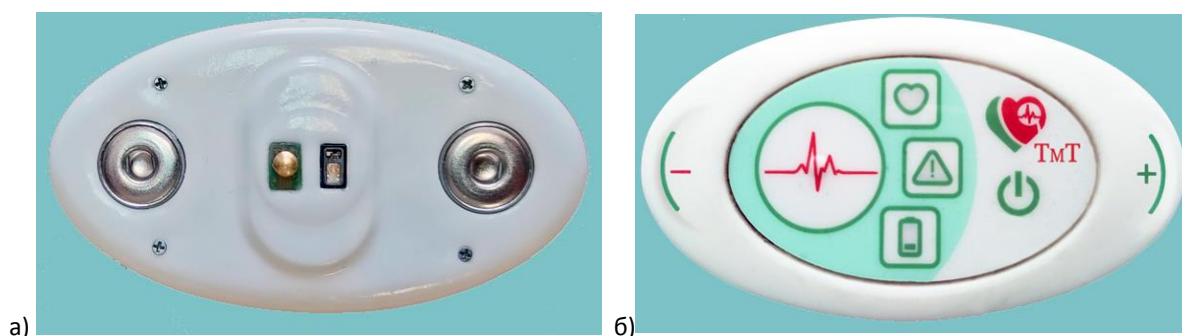


Рисунок 2. Внешний вид нательного модуля:  
а – нижняя поверхность, б – верхняя поверхность

Конструкция позволяет дополнительно к регистрации ЭКГ, ЧСС и частоты дыхания измерять температуру поверхности тела без предварительной калибровки с точностью 0,1 °С и с клинической точностью определять насыщенность крови кислородом. В ближайшей перспективе конструкцию планируется дополнить функцией неинвазивного безманжетного измерения артериального давления также с клинической точностью. Встроенный в корпус акселерометр позволяет помимо суточной активности регистрировать падение и дополнительно определять пространственную ориентацию пациента: стоит,

лежит на животе, лежит на спине, лежит на боку. Встроенная в модуль SD-карта памяти объемом 8 Гб дает возможность непрерывно записывать ЭКГ в течение 30 суток.

Регистрация ЭКГ производится одноразовыми электродами с вынесенными центрами подключения, что, с одной стороны, обеспечивает более высокий уровень ЭКГ-сигнала за счет большего разнесения центров регистрации ЭКГ-сигнала (95 мм) при малых размерах корпуса, а с другой – малый уровень артефактов в условиях естественной двигательной активности.

На боковой поверхности корпуса предусмотрен герметичный микро-USB разъем для подключения зарядного устройства, или для скачивания данных из памяти устройства на компьютер, либо для проводного подключения ЭКГ-электродов дополнительных отведений.

На верхней поверхности корпуса смонтирована пленочная клавиатура со светодиодной индикацией режимов работы, кнопкой питания и тревожной кнопкой «Симптом», как показано на рисунке 26.

Зарегистрированные нательным модулем биосигналы записываются в карту памяти и параллельно передаются в мобильное приложение по Bluetooth-4.0 радиоканалу. Поточковая скорость передачи данных составляет 1 Кбайт, частота дискретизации – 500 Гц при разрядности 24 бит, полоса воспроизводимых частот – 0,05–150 Гц, емкость аккумулятора – 280 мА/ч. В зависимости от используемых режимов работы можно обеспечить время непрерывной работы одного цикла зарядки от 2 до 14 суток.

Модуль может работать в режиме однократного/периодического скрининга, например, по 5 минут с любым программируемым периодом регистрации, или мониторинга. При этом пациенту, а также врачу и родственникам в любой момент времени доступны текущие значения ключевых жизненных показателей здоровья, значения которых можно визуально наблюдать на экране смартфона.

Еще одна отличительная особенность нательного модуля – предварительное автоматическое выявление встроенным программным обеспечением модуля критических аритмических ситуаций (запредельных значений брадикардии и тахикардии, фибрилляции предсердий, паузы ритма и др.). Это позволяет выиграть драгоценные минуты для помощи при осложненных ситуациях со здоровьем, например, во время реабилитации после операции и т. д.

Наряду с возможностью непрерывного онлайн-наблюдения в смартфоне жизненных показателей здоровья исходные данные мониторинга поступают для централизованного доступа в облачный сервер аналитики, интерпретации и хранения, откуда они передаются в личные кабинеты врача или в различные медицинские информационные системы.

Кроме того, система позволяет периодически или непрерывно в онлайн-режиме удаленно проводить оценку других жизненно важных показателей здоровья, связанных с

контуром вегетативного регулирования, которые могут потребоваться, например, для Covid-скринингового контроля пациента: измерять с точностью до 0,1 °С температуру поверхности тела, частоту дыхания и вариабельность кардиореспираторных показателей, насыщенность крови кислородом при выбранном аппаратном исполнении датчиков фотоплетизмограммы с клинической точностью в соответствии с требованиями ISO 80601-2-61:2017.

Основное назначение подобных устройств – проведение мониторинга с высоким уровнем выявления жизнеугрожающих аритмий в любое время. А с учетом дополнительной регистрации температуры тела, активности пациента, включая регистрацию падения, дыхания и насыщенности крови кислородом, обеспечиваются преимущества предоставления полной информации о ключевых показателях здоровья в реальном времени, что может эффективно использоваться для профилактического скринингового контроля Covid [7].

Устройство отличается простотой в эксплуатации, допускающей возможность самостоятельной установки на тело пользователя без помощи врача в амбулаторных (домашних) условиях, а также применение в семейной диагностике. По конструкторскому решению подана заявка на промышленный образец.

Данная разработка позволит повысить качество и доступность предлагаемых услуг в реальной врачебной практике, снизить нагрузку на систему здравоохранения и стимулировать приверженность пациентов к лечению. **iea**

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Атьков О.Ю., Кудряшов Ю.Ю. Персональная телемедицина. Телемедицинские и информационные технологии реабилитации и управления здоровьем. – М.: Практика, 2015.
2. Владзимирский А.В. Медицина в эпоху интернета. – М: Эксмо, 2020.
3. Сокольская М.А., Шварц В.А., Бокерия О.А. Опыт использования беспроводной системы SPYDER для многосуточного мониторинга электрокардиограммы. // Анналы аритмологии, 2018, т. 15, № 4. С. 213–218.
4. Карпов Е.А., Карпов Д.Е. Нательное диагностическое устройство для дистанционного непрерывного мониторинга электрокардиограммы. Патент RU 2675752, МПК А61В5/0432, приоритет от 22.12.2016.

5. Козловская И.Л., Лопухова В.В, Булкина О.С., Карпов Ю.А. Телемедицинские технологии в кардиологии. Часть 1. Персональный телемониторинг электрокардиограммы в амбулаторной практике: выбор оптимального подхода. // Кардиология Терапия, 2020, т. 19, № 5. С. 35–41.
6. Согласованное заключение экспертов ISHNE–HRS 2017 по амбулаторному мониторингованию ЭКГ и наружному мониторингованию деятельности сердца/телеметрии // Журнал для непрерывного медицинского образования врачей. Кардиология: новости, мнения, обучение. № 1, 2018.
7. Карпов Е.А., Далина В.С. Мобильное устройство для непрерывного дистанционного контроля состояния здоровья. Патент RU 2735925, МПК А61В5/04, приоритет от 26.11.2019.

## AN INNOVATIVE APPROACH TO MONITORING HUMAN KEY PERFORMANCE INDICATORS

**Zhukov Alexander Olegovich**, Deputy Director, Federal State Budgetary Scientific Institution "Expert and Analytical Center", Moscow

**Zaverzaev Alexander Alexandrovich**, Associate Professor of the Department of Educational and Editorial and Publishing Activities, Federal State Budgetary Scientific Institution "Expert-Analytical Center", Moscow

**Karpov Evgeniy Anatolyevich**, Constructor, LLC "Kvazar", Moscow

**Karpov Denis Evgenievich**, Constructor, LLC "Kvazar", Moscow

**Sozinov Gennady Maksimovich**, Technical Director, LLC "Kvazar", Moscow

*The paper presents the results of the development of a promising domestic system for remote monitoring of key vital signs of a person, which compares favorably with conventional solutions in that, along with the traditional recording of an electrocardiogram (ECG) and measurement of heart rate (HR), it allows you to additionally measure body temperature, blood oxygen saturation SPO2, mobility and orientation in space, registration of the fact of falling, respiratory rate, etc. This opens up the possibility of a comprehensive assessment of the health status of patients with complex diseases. It has been shown that the system can be effectively used both for screening purposes and for long-term monitoring. The advantages of the system over standard Holter monitoring systems are discussed.*

**Keywords:** wireless mobile system for recording electrocardiogram signal and other vital signs of health

### REFERENCES:

1. At'kov O.YU., Kudryashov YU.YU. Personal'naya telemeditsina. Telemeditsinskiye i informatsionnyye tekhnologii reabilitatsii i upravleniya zdorov'yem. [Personal telemedicine. Telemedicine and information technologies for rehabilitation and health management.] – М.: Praktika, 2015.
2. Vladimirovskiy A.V. Meditsina v epokhu internet [Medicine in the Internet Age]. – М: Eksmo, 2020.
3. Sokol'skaya M.A., Shvarts V.A., Bokeriya O.A. Opyt ispol'zovaniya besprovodnoy sistemy SPYDER dlya mnogosutochnogo monitorirovaniya elektrokardiogrammy. [Experience in using the wireless SPYDER system for multi-day monitoring of the electrocardiogram] Annaly aritmologii [Annals of Arrhythmology], 2018, t. 15, № 4. pp. 213–218.
4. Karpov Ye.A., Karpov D.Ye. Natel'noye diagnosticheskoye ustroystvo dlya distantsionnogo nepreryvnogo monitoringa elektrokardiogrammy. Patent RU 2675752, MPK A61B5/0432, prioritet ot 22.12.2016 [Wearable diagnostic device for remote continuous monitoring of the electrocardiogram. Patent RU 2675752, IPC A61B5 / 0432, priority from 22.12.2016.].
5. Kozlovskaya I.L., Lopukhova V.V, Bulkina O.S., Karpov YU.A. Telemeditsinskiye tekhnologii v kardiologii. Chast' 1. Personal'nyy telemonitoring elektrokardiogrammy v ambulatornoy praktike: vybor optimal'nogo podkhoda [Telemedicine technologies in cardiology. Part 1. Personal telemonitoring of electrocardiogram in outpatient practice: choosing the optimal approach]. Kardiologiya Terapiya [Cardiology Therapy], 2020, t. 19, № 5. S. 35–41.
6. Soglasovannoye zaklyucheniye ekspertov ISHNE–HRS 2017 po ambulatornomu monitorirovaniyu EKG i naruzhnomu monitorirovaniyu deyatel'nosti serdtsa/telemetrii. [The agreed opinion of the ISHNE – HRS 2017 experts on ambulatory ECG monitoring and external cardiac monitoring / telemetry] Zhurnal dlya nepreryvnogo

meditsinskogo obrazovaniya vrachey. Kardiologiya: novosti, mneniya, obucheniye [*Journal for Continuing Medical Education of Physicians. Cardiology: news, opinions, training*]. № 1, 2018.

7. Karpov Ye.A., Dalina V.S. Mobil'noye ustroystvo dlya nepreryvnogo distantsionnogo kontrolya sostoyaniya zdorov'ya. Patent RU 2735925, MPK A61V5/04, prioritet ot 26.11.2019. [*Mobile device for continuous remote monitoring of health status. Patent RU 2735925, IPC A61B5 / 04, priority dated 11/26/2019*]