

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /
TECHNICAL SCIENCES

DOI 10.54596/2958-0048-2025-2-161-166

УДК 621.7.08

МРНТИ 28.29.01

ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Риттер Е.С.¹, Умаров Н.¹, Риттер Д.В.^{1*}, Зыкова Н.В.¹

¹ НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»
Петропавловск, Казахстан

*Автор для корреспонденции: dritter@mail.ru

Аннотация

В данной статье проводится обзор существующих систем автоматического мониторинга показателей жизнедеятельности человека, их архитектурных решений, технологий и областей применения. Рассматриваются основные типы носимых и стационарных устройств для контроля физиологических параметров, таких как частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление, уровень кислорода в крови (SpO_2), температура тела и физическая активность. Проанализированы используемые датчики (оптические, электрические, механические), методы передачи данных (Bluetooth, Wi-Fi, NFC) и подходы к обработке информации, включая фильтрацию сигналов и алгоритмы машинного обучения. Особое внимание уделено вопросам точности измерений, энергоэффективности, конфиденциальности данных и интеграции с мобильными приложениями и облачными сервисами. Отмечены преимущества и недостатки существующих решений, а также перспективы их развития для повышения качества медицинского обслуживания и персонализированного мониторинга здоровья.

Ключевые слова: частота сердечных сокращений, артериальное давление, температура тела, фильтрация сигналов, микроконтроллерная система, программное обеспечение.

АДАМНЫҢ ӨМІР СҮРУ КӨРСЕТКІШТЕРІН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ
ЗАМАНАУИ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ШОЛУЫ ЖӘНЕ ТАЛДАНУЫ

Риттер Е.С.¹, Умаров Н.¹, Риттер Д.В.^{1*}, Зыкова Н.В.¹

¹ «Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ
Петропавл, Қазақстан

*Хам-хабар үшін автор: dritter@mail.ru

Аңдатпа

Бұл мақалада адам өмір сүру көрсеткіштерін автоматты мониторингтеу жүйелерінің қазіргі жағдайы, олардың архитектуралық шешімдері, технологиялары және қолдану салалары қарастырылады. Физиологиялық параметрлерді бақылау үшін қолданылатын негізгі типтегі киілетін және стационарлық құрылғылар, мысалы, жүрек соғу жиілігі (ЖСЖ), артериалды қысым, қандағы оттегі деңгейі (SpO_2), дене температурасы және физикалық белсенділік талданады. Қолданылатын датчиктер (оптикалық, электрлік, механикалық), деректерді беру әдістері (Bluetooth, Wi-Fi, NFC) және ақпаратты өңдеуге қатысты тәсілдер, соның ішінде сигналдарды фильтрациялау және машиналық оқыту алгоритмдері қарастырылады. Өлшеулердің дәлдігі, энергия тиімділігі, деректердің құпиялылығы және мобильді қосымшалар мен бұлтты қызметтермен интеграция мәселелеріне ерекше назар аударылған. Қолданыстағы шешімдердің артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ медициналық қызмет көрсету сапасын арттыру және денсаулықты жеке мониторингтеуді дамыту перспективалары белгіленген.

Кілт сөздер: жүрек соғу жиілігі, артериалды қысым, дене температурасы, сигналдарды фильтрациялау, микроконтроллерлік жүйе, бағдарламалық қамтамасыз ету.

REVIEW AND ANALYSIS OF MODERN SYSTEMS FOR MONITORING HUMAN
VITAL ACTIVITIESRitter E.S.¹, Umarov N.¹, Ritter D.V.^{1*}, Zykova N.V.¹^{1*}*Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan***Corresponding author: dritter@mail.ru*

Abstract

This article provides an overview of existing systems for automatic monitoring of human vital signs, their architectural solutions, technologies, and areas of application. The main types of wearable and stationary devices for monitoring physiological parameters, such as heart rate (HR), blood pressure, blood oxygen level (SpO₂), body temperature, and physical activity are considered. The sensors used (optical, electrical, mechanical), data transmission methods (Bluetooth, Wi-Fi, NFC), and approaches to information processing, including signal filtering and machine learning algorithms are analyzed. Particular attention is paid to the issues of measurement accuracy, energy efficiency, data privacy, and integration with mobile applications and cloud services. The advantages and disadvantages of existing solutions, as well as the prospects for their development to improve the quality of medical care and personalized health monitoring, are noted.

Keywords. Heart rate, blood pressure, body temperature, signal filtering, microcontroller system, software.

Введение

Системы автоматического мониторинга показателей жизнедеятельности человека представляют собой технологические решения, обеспечивающие постоянный контроль за ключевыми физиологическими параметрами, такими как частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), уровень кислорода в крови (SpO₂), температура тела, физическая активность и другие жизненно важные показатели. Эти системы являются основой для разработки новых подходов в здравоохранении, спортивной медицине, а также в личном мониторинге здоровья [1].

На сегодняшний день существует несколько типов таких систем, включая носимые устройства (умные часы, фитнес-браслеты), стационарные системы в медицинских учреждениях, а также мобильные приложения для пользователей. Основные элементы, которые составляют системы мониторинга, включают сенсоры для измерения показателей, модуль обработки данных и систему передачи информации на устройства для дальнейшего анализа [2].

Материалы и методы исследования

Современные системы используют различные виды сенсоров, которые могут измерять физиологические параметры с высокой точностью. Наиболее распространены:

- Оптические датчики для измерения пульса и уровня кислорода в крови (например, пульсоксиметры);

- Электроды ЭКГ для мониторинга сердечной активности;

- Механические датчики для измерения артериального давления;

- Инфракрасные термометры для измерения температуры тела;

- Акселерометры и гироскопы для отслеживания физической активности.

Каждый из этих сенсоров имеет свои особенности, такие как точность, диапазон измерений и возможности интеграции в устройства.

Системы мониторинга жизнедеятельности человека часто используют беспроводные технологии для передачи собранных данных:

- Bluetooth — наиболее часто используется для краткосрочной передачи данных с носимых устройств на мобильные телефоны или планшеты.

- Wi-Fi — применяется для передачи данных на облачные серверы или удаленные устройства.

- NFC (Near Field Communication) – используется для обмена данными на коротких расстояниях между устройствами.

Передача данных в реальном времени или с минимальными задержками имеет критическое значение для оперативного реагирования в случае возникновения аномалий в показателях.

После сбора данных происходит их обработка и анализ. В современных системах мониторинга часто используются следующие подходы:

- Фильтрация данных для устранения шума и помех, что важно для повышения точности измерений;

- Алгоритмы машинного обучения для обнаружения аномалий и предсказания потенциальных рисков для здоровья. Это особенно важно для выявления трендов в показателях, которые могут свидетельствовать о начале заболевания;

- Сравнение с нормативами или индивидуальными нормами для каждого пользователя, с учетом его возрастных и физиологических характеристик.

Особое внимание уделяется минимизации погрешностей в измерениях, так как точность данных имеет решающее значение для принятия медицинских решений.

Системы автоматического мониторинга предлагают множество преимуществ для пользователей и медицинских специалистов:

- Раннее выявление отклонений от нормы в реальном времени, что позволяет предотвратить развитие заболеваний;

- Персонализированный подход: данные о состоянии здоровья каждого пользователя могут быть учтены при анализе, что способствует улучшению качества медицинского обслуживания;

- Удобство использования: носимые устройства компактны и могут быть использованы в повседневной жизни, что позволяет следить за состоянием здоровья в любое время;

- Доступность данных: передача данных на мобильные устройства и облачные сервисы делает информацию доступной как для пользователя, так и для медицинских специалистов.

Несмотря на многочисленные преимущества, существующие системы мониторинга имеют несколько недостатков:

- Ограниченная точность некоторых сенсоров: хотя многие устройства обеспечивают достаточно высокую точность, все ещё существуют проблемы с точностью измерений в реальных условиях (например, датчики пульсоксиметров могут быть чувствительны к внешним воздействиям);

- Энергоэффективность: многие носимые устройства требуют регулярной подзарядки, что ограничивает продолжительность их работы;

- Конфиденциальность данных: передача медицинских данных в облачные хранилища вызывает опасения по поводу их безопасности и утечек личной информации.

Но тем не менее, существуют и перспективы развития систем автоматического мониторинга жизнедеятельности человека, которые заключаются в следующих направлениях:

- Интеграция с искусственным интеллектом для более точного предсказания заболеваний и анализа данных в реальном времени;

- Усовершенствование сенсоров, что позволит улучшить точность измерений и расширить диапазон данных;

- Повышение энергоэффективности устройств для увеличения времени их работы без подзарядки;

- Развитие стандартов безопасности для защиты данных пользователей и обеспечения конфиденциальности.

Кроме того, дальнейшее распространение телемедицины и удалённых консультаций позволит использовать системы мониторинга в сочетании с виртуальными медицинскими услугами, улучшая доступность здравоохранения для людей, живущих в удалённых регионах [3].

Результаты исследования

На данный момент существуют несколько разновидностей существующих систем автоматического мониторинга показателей жизнедеятельности человека:

1. *Носимые устройства* (Apple Watch, Samsung Galaxy Watch, Xiaomi Mi Band, Fitbit, Garmin) предназначены для индивидуального мониторинга здоровья. Они включают датчики, микроконтроллер и модуль беспроводной передачи данных (Bluetooth, Wi-Fi), позволяя пользователям отслеживать своё состояние через мобильные приложения [4].

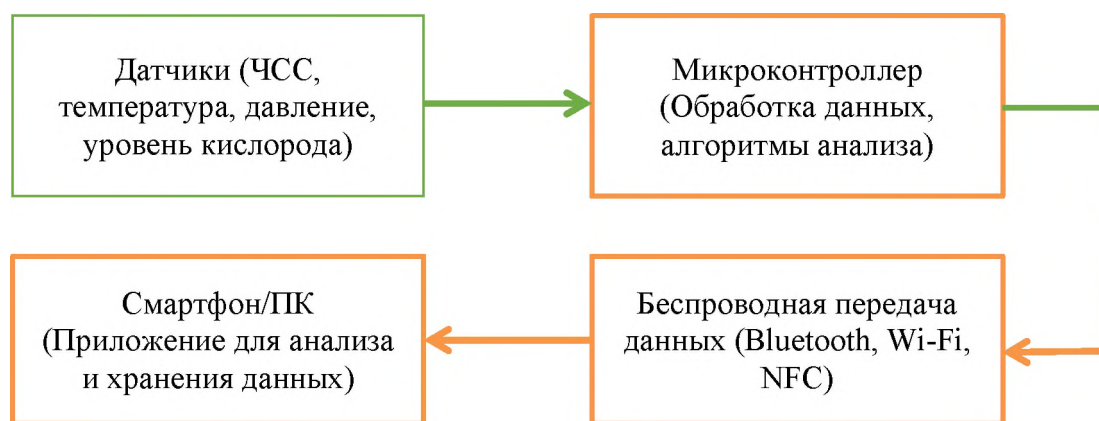


Рисунок 1. Структурная схема носимого устройства

2. *Удалённые медицинские системы мониторинга* (Philips HealthSuite, Medtronic CareLink, Biofourmis, Omron Connect) применяются для дистанционного контроля пациентов с хроническими заболеваниями. Они собирают данные с носимых датчиков и передают их через Wi-Fi, 4G или LoRa на облачные серверы для анализа врачами [5].



Рисунок 2. Структурная схема медицинской удалённой системы мониторинга

Обсуждение

Удалённые системы мониторинга пациентов с хроническими заболеваниями играют важную роль в современной медицине, обеспечивая непрерывный контроль состояния пациентов вне медицинских учреждений. Эти системы включают носимые датчики (ЭКГ, пульсоксиметры, глюкометры, тонометры), которые собирают данные о жизненно важных показателях и передают их в облачные сервисы через беспроводные сети (Wi-Fi, 4G, LoRa).

Преимуществами удалённого мониторинга являются:

1) *Ранняя диагностика осложнений* – система позволяет врачам своевременно выявлять критические изменения в состоянии пациента, что снижает риск госпитализации;

2) *Повышение качества жизни* – пациенты могут находиться дома, не посещая медицинские учреждения, что особенно важно для пожилых людей и лиц с ограниченной подвижностью;

3) *Экономия ресурсов* – удалённый мониторинг снижает нагрузку на стационары и медицинский персонал, позволяя оптимизировать расходы на лечение.

Несмотря на преимущества, также имеются и некоторые ограничения:

1) *Технические сложности* – стабильность связи и точность датчиков могут варьироваться в зависимости от условий эксплуатации;

2) *Конфиденциальность данных* – требуется надёжная защита персональной информации пациента;

3) *Адаптация пациентов* – не все пациенты могут легко освоить работу с мобильными приложениями и устройствами.

Системы, такие как Philips HealthSuite, Medtronic CareLink, Biofourmis и Omron Connect, уже широко применяются в клинической практике, позволяя медицинским специалистам дистанционно наблюдать за состоянием пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, диабетом, хронической обструктивной болезнью лёгких (ХОБЛ) и другими патологиями. В будущем ожидается активное внедрение

искусственного интеллекта и технологий Интернета вещей (IoT) для повышения точности диагностики и персонализации лечения.

Заключение

Системы автоматического мониторинга жизнедеятельности человека являются важным инструментом для обеспечения здоровья пользователей и предотвращения заболеваний. Несмотря на существующие ограничения, такие системы предлагают значительные преимущества в области медицины, спорта и личного здоровья, а также имеют большие перспективы для дальнейшего развития с использованием новых технологий и инновационных решений.

Литература:

1. Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Зудин А.Б., Горенков Р.В., Васильев М.Д., Костров А.А., Хапалов А.А. Методический подход к организации мониторинга состояния общественного здоровья в Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. – №7. – С. 7–17.
2. Науменко А.П. Теория и методы мониторинга и диагностики: материалы лекций. – Омск: ОмГТУ, 2018. – 135 с.
3. Петров А.А. Новые системы контроля и мониторинга // Социальные новации и социальные науки. – 2020. – №2. – С. 45–53.
4. Сидоров И.В., Кузнецов П.М. Актуальные вопросы создания автоматизированной системы дистанционного мониторинга здоровья человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, №1. – С. 112–118.
5. Федоров А.Б., Смирнова Е.Н. Система мониторинга состояния здоровья и качества жизни молодого поколения России // Социальные аспекты здоровья населения. – 2019. – Т. 65, №2. – С. 23–30.

References:

1. Vasil'eva T.P., Larionov A.V., Russkih S.V., Zudin A.B., Gorenkov R.V., Vasil'ev M.D., Kostrov A.A., Hapalov A.A. Metodicheskij podhod k organizacii monitoringa sostoyaniya obshchestvennogo zdorov'ya v Rossijskoj Federacii // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO. – 2022. – №7. – pp. 7–17.
2. Naumenko A.P. Teoriya i metody monitoringa i diagnostiki: materialy lekcij. – Omsk: OmGTU, 2018. – 135 p.
3. Petrov A.A. Novye sistemy kontrolya i monitoringa // Social'nye novacii i social'nye nauki. – 2020. – №2. – pp. 45–53.
4. Sidorov I.V., Kuznecov P.M. Aktual'nye voprosy sozdaniya avtomatizirovannoj sistemy distancionnogo monitoringa zdorov'ya cheloveka // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2021. – T. 28, №1. – pp. 112–118.
5. Fedorov A.B., Smirnova E.N. Sistema monitoringa sostoyaniya zdorov'ya i kachestva zhizni molodogo pokoleniya Rossii // Social'nye aspekty zdorov'ya naseleniya. – 2019. – T. 65, №2. – pp. 23–30.

Information about the authors:

Ritter E.S. – PhD, Associate Professor of the Department of Energetic and radioelectronics, Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: nvzykova@ku.edu.kz;

Umarov N. – student, Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: vizolna@mail.ru;

Ritter D.V. – corresponding author, candidate of technical sciences, Professor of the Department of Energetic and radioelectronics, Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: dritter@mail.ru;

Zykova N.V. – master, Senior lecturer of the Department of Energetic and radioelectronics, Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: esritter@ku.edu.kz.