

В.В. Гилка, А.С. Кузнецова, А.А. Молдовская, Д.Ф. Эль-Аит

**ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОДЕЛИ И МЕТОДА
УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НА ПРИМЕРЕ
ОТКЛОНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА**

Стремительное развитие телемедицины в сфере здравоохранения способствует активному внедрению различных методов и моделей удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека. В связи с этим большое внимание уделяется разработке мобильных приложений, которые способны обеспечить точный и своевременный мониторинг ключевых показателей здоровья в режиме реального времени. Цель данного исследования заключается в оценке применимости предлагаемого метода и модели для удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека, а также анализе эффективности разработанного мобильного приложения HelpMeTracker в выявлении отклонений в показателях температуры тела человека. Чтобы произвести оценку работоспособности предложенного способа мониторинга состояния здоровья был проведен комплексный эксперимент, который включал в себя участников из различных возрастных категорий и социальных групп. В ходе эксперимента приложение должно было анализировать и отслеживать динамику изменений в показателях температуры тела человека с применением датчиков, интегрированных в умные часы или фитнес-трекеры и своевременно оповещать об зафиксированных аномалиях для возможности быстрого реагирования на изменения в состоянии здоровья. Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, демонстрируют, что предложенные модель и метод для удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека обладают высокой степенью эффективности для наблюдения за текущим состоянием здоровья. Во время эксперимента приложение HelpMeTracker надежно зафиксировало у испытуемых все отклонения в показателях температуры тела, полученных с датчиков носимых устройств и успешно проинформировало об этом всех участников процесса. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что применение предложенного подхода для удаленного мониторинга достаточно, чтобы фиксировать отклонения в показателях температуры тела, отслеживать динамику изменения и формировать на основе полученной информации с датчиков устройств обоснованную комплексную оценку состояния здоровья человека.

Модель; метод; удаленный мониторинг; датчики; умные часы; фитнес-трекеры; показатели; отклонения.

V.V. Gilka, A.S. Kuznetsova, A.A. Moldovskaya, D.F. El-Ait

**VERIFICATION OF THE MODEL AND METHOD FUNCTIONALITY
FOR REMOTE HEALTH MONITORING ILLUSTRATED BY THE
DEVIATIONS IN HUMAN BODY TEMPERATURE INDICATORS**

The rapid development of telemedicine in the healthcare sector facilitates the active implementation of various methods and models for remote monitoring of human health indicators. In this regard, significant attention is paid to the development of mobile applications capable of providing accurate and timely monitoring of key health indicators in real-time. The aim of this research is to evaluate the applicability of the proposed method and model for remote monitoring of human health indicators, and to analyze the effectiveness of the developed mobile application HelpMeTracker in identifying deviations in human body temperature indicators. To assess the functionality of the proposed health monitoring method, a comprehensive experiment was conducted, which included participants from different age categories and social groups. During the experiment, the application was to analyze and track the dynamics of changes in human body temperature indicators using sensors integrated into smartwatches or fitness trackers, and timely notify about detected anomalies for the possibility of rapid response to changes in health status.

The results obtained during the conducted research demonstrate that the proposed model and method for remote monitoring of human health indicators have a high degree of effectiveness for observing the current health status. During the experiment, the HelpMeTracker application reliably detected all deviations in body temperature indicators obtained from sensors of wearable devices and successfully informed all participants of the process. Based on the obtained results, it can be concluded that the application of the proposed approach for remote monitoring is sufficient to capture deviations in body temperature indicators, track the dynamics of changes, and form a substantiated comprehensive assessment of human health based on the information received from the device sensors.

Model; method; remote monitoring; sensors; smartwatches; fitness trackers; indicators; deviations.

Введение. В сфере здравоохранения в настоящее время одним из важных направлений развития является телемедицина, позволяющая врачам консультировать, диагностировать и контролировать лечение своих пациентов, используя современные технологические решения и методы связи. Одним из перспективных направлений телемедицины является удаленный мониторинг пациентов (УМП), который предоставляет возможность на расстоянии собирать информацию о различных показателях здоровья человека в режиме реального времени с применением различных датчиков и медицинского оборудования, тем самым позволяя своевременно выявлять отклонения в самочувствии пациентов и принимать необходимые меры для предотвращения возможных осложнений [1, 2].

В настоящее время мобильные приложения (МП) для удаленного мониторинга (УМ) состояния пациентов стали неотъемлемой частью сферы здравоохранения. Согласно детальному аналитическому отчету о динамике рынка МП в области здравоохранения, наблюдается постоянное увеличение популярности и использования таких приложений во всем мире. Исследование показывает, что согласно показателю CAGR (совокупный среднегодовой темп роста), ожидается значительный прирост их применения на период с 2020 по 2027 год, составляющий 45,0% и это говорит о том, что разработка таких приложений, очень важна для мониторинга состояния здоровья [3]. Применение МП в области УМП позволяет надежно и эффективно контролировать различные физиологические показатели и параметры здоровья человека. Эти данные собираются с помощью современных высокотехнологичных носимых устройств и после передаются для дальнейшей обработки и анализа на мобильные устройства пользователей. Прогрессивное развитие этого сегмента рынка указывает на постоянно возрастающую потребность в улучшении качества и доступности медицинских услуг. Расширение возможностей дистанционного мониторинга пациентов способствует не только оптимизации процессов в медицинских учреждениях, но и улучшению самостоятельного контроля здоровья со стороны пациентов. Эти данные свидетельствуют о важности и актуальности разработки таких приложений.

Постановка задачи. Провести анализ предложенного метода и модели (УМП) [4] с целью оценки его применимости для отслеживания текущего состояния здоровья человека.

Провести экспериментальное исследование для оценки отклика разработанного мобильного приложения на различные отклонения в показателях температуры тела.

Удостовериться в работоспособности разработанного мобильного приложения «HelpMeTracker» [5–7] (на примере, одного из жизненно важных показателей (далее ЖВП) – температура тела человека, выделенного в ходе анализа возможностей современных устройств, таких как смарт-часы и фитнес-трекеры) [4].

Модель удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека. Разработанная модель процесса УМ с применением таких устройств как смарт-часы и фитнес-трекеры для области медицины в контексте удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека и представлена в соответствии с рис. 1.

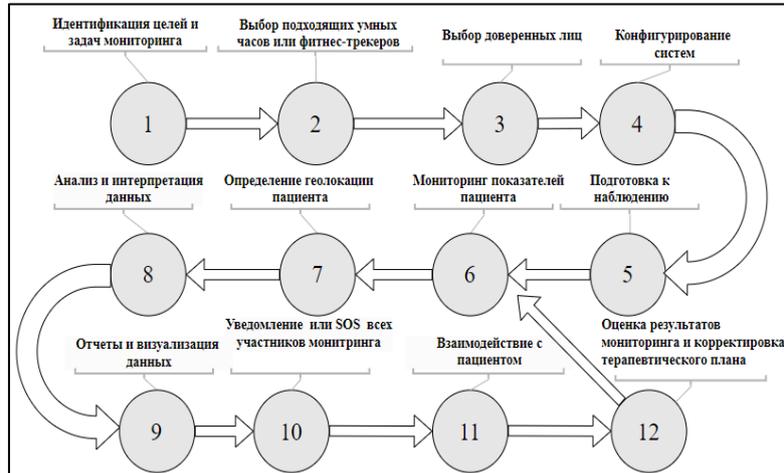


Рис. 4. Модель процесса УМ состояния показателей здоровья пациента

Научная новизна предложенной модели информационного процесса и ее отличие от существующих заключается в том, что был введен блок подготовки различных вариантов представления информации для различных классов субъектов, что дает возможность контроля состояния целевого объекта различными классами субъектов.

Представленная модель способствует решению многочисленных проблем, и обладает рядом следующих преимуществ:

- ◆ обеспечивает регулярный мониторинг физиологических параметров и состояния здоровья пациентов в режиме реального времени;
- ◆ данный тип носимых устройств использует неинвазивный подход, делая процесс мониторинга менее навязчивым;
- ◆ обладает высокой степенью точности, что обеспечивает достоверность собранных данных;
- ◆ способствует раннему выявлению потенциальных проблем в показателях здоровья;
- ◆ позволяет адаптировать подход к каждому человеку, учитывая его индивидуальные особенности и потребности;
- ◆ дает возможность предоставления медицинских услуг на расстоянии;
- ◆ способствует в обеспечении более эффективного контроля динамики изменений хронических заболеваний;
- ◆ определение геолокации человека, чтобы в случае отсутствия возможности установить с ним контакт при фиксации отклонений, отследить его текущее местоположение
- ◆ за счет систематического сбора и анализа данных о физиологических показателях и состоянии здоровья пациентов в рамках УМП создает основу для проведения научных исследований, способствуя развитию знаний в области медицины, позволяя выявлять новые закономерности и зависимости.

Метод удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека. Разработанный метод процесса УМ с применением таких устройств как смарт-часы и фитнес-трекеры для области медицины в контексте удаленного мониторинга состояния показателей здоровья человека и представлен в соответствии с рис. 2.

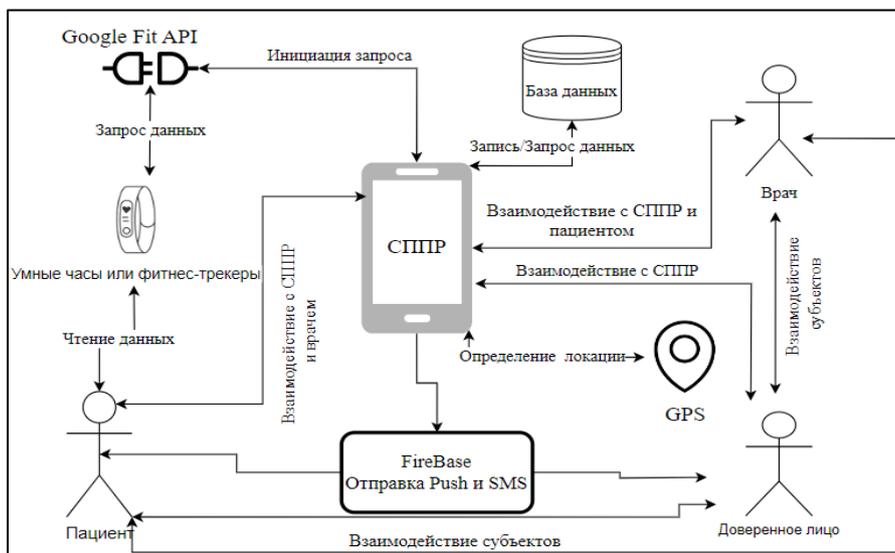


Рис. 2. Метод удаленного мониторинга пациента

Научная новизна предложенного метода сбора и анализа гетерогенной информации о состоянии целевого объекта и его отличие от известных заключается в едином источнике гетерогенных показателей, что обеспечивается введением блока формирования гетерогенных показателей - один датчик много свойств.

В представленном методе мы можем увидеть то, каким образом происходит процесс получения данных с носимых устройств таких как смарт-часы или фитнес-трекеры (браслеты). Приложением отправляется запрос к датчикам смарт-часов используя API Google Fit [8]. Датчики отправляют показания в Google Fit, мы их считываем, анализируем, перенаправляем в приложение в виде отчета, где они становятся видны пациенту и врачу. Также эти данные сохраняются на сервере. Далее, как мы можем увидеть, что приложение дублирует отчет о ЖВП наблюдателю (к примеру родственник). Отправка отчета наблюдателю будет осуществляться с использованием Firebase, который предоставляет возможность отправлять push и SMS уведомления. Такое дублирование необходимо для своевременной доставки отчета, если будет слабый сигнал LTE [9] или доступ к интернету отсутствует. Также наблюдателю доступен просмотр показателей из приложения наблюдаемого. В случае экстренной ситуации, когда полученные ЖВП выходят за пределы нормы, приложение реагирует на это, и отправляет тревожный сигнал, наблюдаемому, наблюдателю и врачу если данная опция активирована у него в приложении. На основе данных полученных с GPS [10] мы сможем определять текущее местоположение человека (к примеру, это необходимо тогда, если приложение зафиксировало критические отклонения в ЖВП и при этом мы не можем установить связь с наблюдаемым, чтобы узнать по геолокации его местоположение) [4, 5, 11].

Увидеть, внутреннюю структуру того, как это устроено в приложении можно на диаграмме классов концептуального уровня, представленной в соответствии с рис. 3.

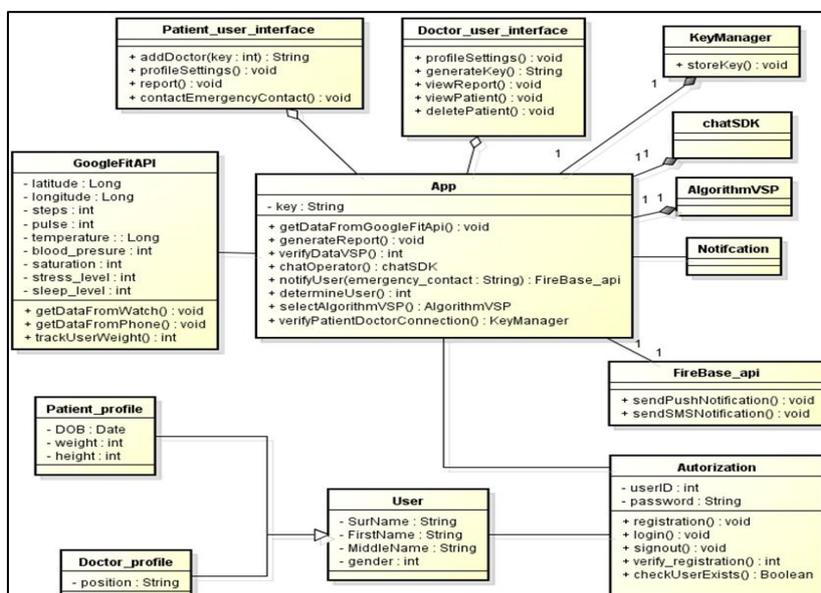


Рис. 3. Архитектура приложения в нотации UML

Детальное описание архитектуры приводится в статье [5].

Эксперимент и анализ полученных результатов. В процессе исследования, основываясь на анализе медицинской литературы и консультациях с медицинскими специалистами, были определены возрастные границы, категории показателей, а также диапазоны верхних и нижних пределов значений, используемые в разработанном приложении [12–20]. В табл. 1 представлена выделенная классификация по возрастам.

Таблица 1

Классификация возрастов

Название категории	Диапазон возрастов
Молодой возраст	18-29
Зрелый возраст	30-39
Средний возраст	40-59
Пожилой	60 +

В табл. 2 представлены категории показателей, а также диапазоны показателей уровня температуры тела верхних и нижних границ для каждой из них.

Таблица 2

Границы показателей температуры тела

Категории Возраст	Норма	В пределах нормы	Умеренные		Критическое	
			Ниж. гр.	Верх. гр.	Ниж. гр.	Верх. гр.
18+	36-36,6	35-37	34,5-35	37-39,5	34,5	39,5

На основе данных, из табл. 2 были определены конкретные значения, представленные в табл. 3 для каждой возрастной категории, при достижении которых должно осуществляться реагирование на отклонения в показателях.

Таблица 3

Значения реагирования в показателях температуры тела

Категории Возраст	Норма	В пределах нормы	Умеренные (Push)		Критическое (Push, SMS, SOS)	
			Ниж. гр.	Верх. гр.	Ниж. гр.	Верх. гр.
18+	-	-	≥ 34,6 и ≤ 34,9	≥ 37 и ≤ 39,4	≤ 34,5	≥ 39,5

Эксперимент проводился в течении 4 месяцев и для его проведения применялись браслеты «Huawei Watch GT 3», «Huawei Watch 3 Pro», «Huawei Watch D». Для корректной работы приложения и получения максимально точных данных с датчиков браслета, испытуемые и наблюдатели должны были соблюдать следующие условия:

- ◆ вести свою обычную повседневную деятельность;
- ◆ исключить физические нагрузки;
- ◆ полностью соблюдать предписания врача по приему лекарственных препаратов, если таковые имеются.

Наблюдатели во время эксперимента должны были выполнять следующие действия:

- ◆ фиксировать, когда приходит простое push уведомление или включается режим экстренного реагирования (SOS) и фиксировать показатели с временем, когда это произошло, любым из удобных способов;
- ◆ установка связи с наблюдаемым в случае, когда приложение реагирует, чтобы уточнить состояние человека [11].

Общее количество принимающих участие в тесте приложения составило 19 человек. В категорию 18-29 лет вошли 6 человек. В возрасте 30-39 лет вошли 5 человек. От 40-59 лет 4. В группе от 60 – 4 испытуемых.

На основе проведенного эксперимента были получены следующие результаты. В возрастной категории 18-29 лет аномалии были определены у трех людей, данные которых представлены в соответствии с рис. 4.

Из полученных данных человека «а» мы можем увидеть, что первое отклонение в состоянии температуры тела, было зафиксировано в послеобеденное время на уровне 37 °С и после она становилась все больше.

Установив контакт с наблюдаемым, выяснили, что он чувствует себя очень плохо. Была вызвана бригада скорой помощи, которая определила у него пищевое отравление. У испытуемого «б» скачек температуры был определен на отметке 37,7 °С. В последующие дни скачки температуры наблюдались регулярно и сопровождалась кашлем с мокротой. В ходе долгого разбирательства с врачами, было установлено, что это аллергическая реакция на увлажнителя воздуха, приобретенный им в период эксперимента. У наблюдаемого «в» отклонение в показателях было зафиксировано в ночной период времени на отметке в 37,4 °С и держалась высокой на протяжении всех суток. В следствии чего в последующие дни было установлено, что пациента covid-19.

В возрастной категории 30-39 лет отклонения были зафиксированы у одного человека, данные которого представлены в соответствии с рис. 5. У наблюдаемого «г» аномалия в отклонении температуры тела была определена на уровне 37,5 °С. В дальнейшем было установлено, что такой скачек у него стал следствием респираторной вирусной инфекцией.

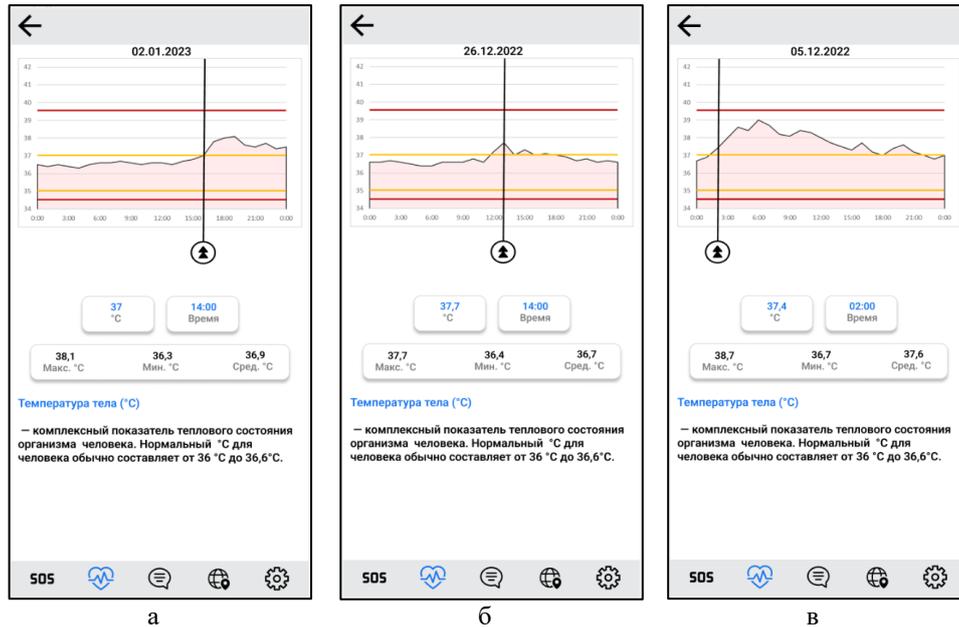


Рис. 4. Данные испытуемых из возрастной категории 18-29 лет

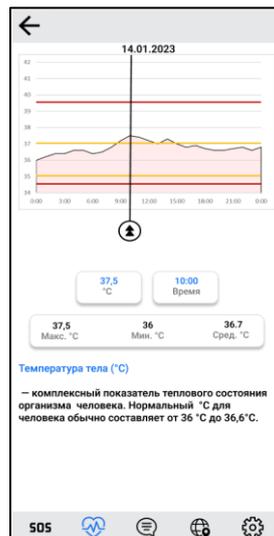


Рис. 5. Данные испытуемых из возрастной категории 30-39 лет

В категории 40-59 лет отклонения были зафиксированы у двух людей, данные которых представлены на рис. 6.

У испытуемого «д» на основе полученных сведений отклонения были зафиксированы во второй половине дня, где максимальный показатель температуры был определен на отметке в 39 °С. В ходе установленного контакта с человеком, выяснили, что он чувствует себя плохо и его лихорадит. В последующем испытуемый обратился за помощью в больницу, где ему был поставлен диагноз бронхит и оказана первая медицинская помощь. У наблюдаемого «д» отклонения начали фикси-

роваться в первой половине дня на показателе 37,2 градуса и держалась на протяжении всех суток. В ходе выяснения причины такой аномалии, врачами была определена у испытуемого респираторная вирусная инфекция.

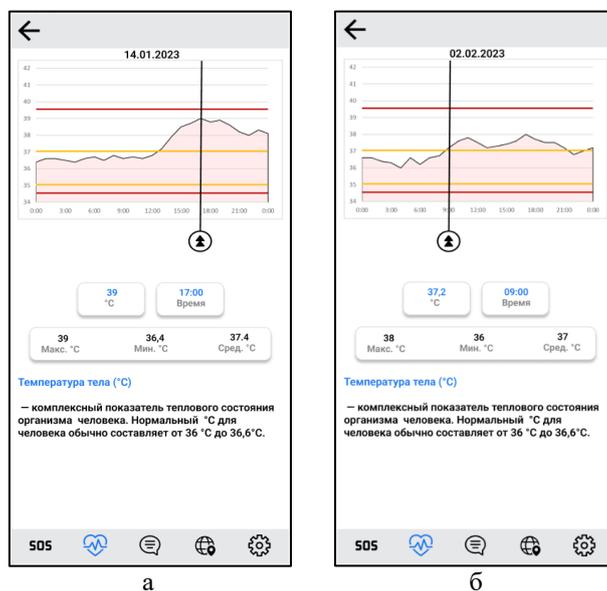


Рис. 6. Данные испытуемых из возрастной категории 40-59 лет

В категории 60+ лет приложением не были зафиксированы отклонения в показателях °C.

В ходе эксперимента, у всех категории пользователей «HelpMeTracker» были определены отклонения в состоянии температуры тела. Показатели за рамки умеренных значений не выходили и приложение успешно проинформировало об зафиксированных аномалиях наблюдателей с помощью push уведомления.

Заключение. В ходе исследования было продемонстрировано, что предложенная модель и метод успешно выполняют задачу мониторинга температуры тела человека на удаленном расстоянии. Разработанная система "HelpMeTracker" на их основе способна фиксировать отклонения и изменения в показателях температуры с достаточно высокой точностью. Результаты исследования подтверждают работоспособность модели и метода и их потенциал для применения в медицинской практике. Это может способствовать улучшению качества медицинского обслуживания и обеспечению более эффективного контроля за здоровьем пациентов. Научная новизна исследования заключается в предложенной модели, методе и СППР, работающей на их основе, позволяющей проводить удаленный мониторинг состояния показателей температуры тела в режиме реального времени и контроль общего состояния пациента.

Система зафиксировала все аномалии в показателях, получаемых с датчиков браслета, помимо тех, которые обзревались, и осведомляла об этом наблюдателей. Таким образом, эксперимент по оценке эффективности разработанной модели и метода, а также функциональности СППР "HelpMeTracker" для удаленного мониторинга состояния пациента, по проверке отклика приложения на различные отклонения в показателях температуры тела на реальных участниках можно считать успешным. Эксперимент показал, что предложенная модель и метод удаленного мониторинга пациентов являются полностью пригодным для контроля текущего состояния человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Farias F.A.C., Dagostini C.M., Bicca Y.A., Falavigna V.F., Falavigna A.* Remote Patient Monitoring: A Systematic Review. *Telemed J.E. Health.* – 2020 May. – 26 (5). – P. 576-583. – DOI: 10.1089/tmj.2019.0066. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31314689.
2. *Stranieri Andrew & Balasubramanian Venki.* Remote Patient Monitoring for Healthcare. – 2019. – 10.4018/978-1-5225-7277-0.ch009.
3. Healthcare Mobile Application Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Fitness Products Training, Appointment Booking & Construction), By Platform, By Technology, By End User, And Segment Forecasts, 2020-2027 // Grandviewresearch. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthcare-mobile-applications-market/methodology> (accessed: 01.02.2023).
4. *Гилка В.В., Орлова Ю.А., Хужахметова Д.Х., Кузнецова А.С.* Разработка метода и архитектуры мобильного приложения для удаленного мониторинга текущего состояния человека на основе данных жизненно важных показателей с датчиков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 212-230.
5. *Gilka V.V., Kachanov Y.A., Kuznetsova A.S.* Architecture of the Android Application for Monitoring Person's Condition Based on Data Readings from Sensors of Smart Watches and Mobile Devices / Krouska A., Troussas C., Caro J. (eds) // *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 2nd International Conference (NiDS 2022): Lecture Notes in Networks and Systems.* – Vol 556. – Springer, Cham, 2023. – https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_22.
6. *Гилка В.В.* Общая архитектура взаимодействия компонентов Android приложения HelpMeTracker для удаленного отслеживания текущего состояния человека // России – творческую молодежь: Матер. XV Всерос. науч.-практ. студ. конф. (г. Камышин, 20-22 апреля 2022 г.). В 4 т. Т. 3 / под общ. ред. И.В. Степанченко; ВолгГТУ, КТИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – С. 13-16.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023613348 Российской Федерация. HelpMeTracker: № 2023611626: заявл. 30.01.2023; опубл. 14.02.2023 / В.В. Гилка.
8. *Chougale Pankaj & Yadav Vaibhav & Gaikwad Anil & Student Bharati & Vidyapeeth.* Fire-base - overview and usage // *Journal of Engineering and Technology Management.* – 2022. – 2582-5208.
9. *Tanenbaum E., Weatherall D.* Computer networks. – 5th ed. – St. Petersburg: Piter, 2012. – 960 p.
10. *Mamdyal Miss & Sandupatla Miss & Saka I & Kothawale J & Shirashayad V & Kazi K.* GPS Tracking System. – 2022. – 2581-9429.
11. *Гилка В.В., Кузнецова А.С.* Тестирование работоспособности метода удаленного мониторинга, реализованного в HelpMeTracker на людях, и проверка реагирования приложения на отклонения в показателях здоровья // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2023. – Т. 50, № 2. – С. 48-57. – DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-2-48-57.
12. *Покровский В.М.* Физиология человека: учебник / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – 3-е изд. – М.: Медицина, 2011. – 664 с. – ISBN 978-5-225-10008-7.
13. *Дудель Й., Рюэгг Й., Шмидт Р. [и др.].* Физиология человека. В 3 т. Т. 1. – М.: Мир, 1996. – 323 с. – ISBN 5-03-002544-8.
14. *Циммерман М., Ениг В., Вутке В. [и др.].* Физиология человека. В 3 т. Т. 2. – М.: Мир, 1996. – 313 с. – ISBN 5-03-002544-8.
15. *Ульмер Х.-Ф., Брюк К., Эве К. [и др.].* Физиология человека. В 3 т. Т. 3. – М.: Мир, 1996. – 198 с. – ISBN 5-03-002544-8.
16. *Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Гайворонский А.И.* Анатомия и физиология человека: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 496 с.
17. *Агаджанян Н.А., Смирнов В.М.* Нормальная физиология: учебник. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ООО «Изд-во «Медицинское информационное агентство», 2012. – 576 с.
18. *Зильбернагель С., Деспонулос А.* Наглядная физиология: пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 408 с.

19. Орлов П.С. Нормальная физиология: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 832 с.
20. Агаджанян Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология: учебник для студентов медицинских вузов. – М.: ООО «Изд-во «Медицинское информационное агентство», 2009. – 520 с.

REFERENCES

1. *Farias F.A.C., Dagostini C.M., Bicca Y.A., Falavigna V.F., Falavigna A.* Remote Patient Monitoring: A Systematic Review. *Telemed J.E. Health*, 2020 May, 26 (5), pp. 576-583. DOI: 10.1089/tmj.2019.0066. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31314689.
2. *Stranieri Andrew & Balasubramanian Venki.* Remote Patient Monitoring for Healthcare. 2019. 10.4018/978-1-5225-7277-0.ch009.
3. Healthcare Mobile Application Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Fitness Products Training, Appointment Booking & Construction), By Platform, By Technology, By End User, And Segment Forecasts, 2020-2027, Grandviewresearch. Available at: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthcare-mobile-applications-market/methodology> (accessed 01 February 2023).
4. *Gilka V.V., Orlova Yu.A., Khuzhakhmetova D.Kh., Kuznetsova A.S.* Razrabotka metoda i arkhitektury mobil'nogo prilozheniya dlya udalennogo monitoringa tekushchego sostoyaniya cheloveka na osnove dannykh zhiznenno vazhnykh pokazateley s datchikov [Development of a method and architecture of a mobile application for remote monitoring of a person's current state based on data from vital signs from sensors], *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* [News of the South-West State University. Series: Management, computer technology, computer science. Medical instrumentation], 2021, Vol. 11, No. 4, pp. 212-230.
5. *Gilka V.V., Kachanov Y.A., Kuznetsova A.S.* Architecture of the Android Application for Monitoring Person's Condition Based on Data Readings from Sensors of Smart Watches and Mobile Devices, Krouska A., Troussas C., Caro J. (eds), *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 2nd International Conference (NiDS 2022): Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol 556. Springer, Cham, 2023. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_22.
6. *Gilka V.V.* Obshchaya arkhitektura vzaimodeystviya komponentov Android prilozheniya HelpMeTracker dlya udalennogo otslezhivaniya tekushchego sostoyaniya cheloveka [General architecture of interaction between components of the Android application HelpMeTracker for remote tracking of a person's current state], *Rossii – tvorcheskuyu molodezh': Mater. XV Vseros. nauch.-prakt. stud. konf. (g. Kamyshin, 20-22 aprelya 2022 g.)* [Russia – creative youth: Proceedings of the XV All-Russian scientific and practical student conference (Kamyshin, April 20-22, 2022)]. In 4 vol. Vol. 3, under general. ed. I.V. Stepanchenko; VolgSTU, KTI (branch) VolgSTU. Volgograd, 2022, pp. 13-16.
7. *Gilka V.V.* Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2023613348 Rossiyskaya Federatsiya. HelpMeTracker: № 2023611626: zayavl. 30.01.2023: opubl. 14.02.2023 [Certificate of state registration of a computer program No. 2023613348 Russian Federation. HelpMeTracker: No. 2023611626: declared 01/30/2023: published 02/14/2023]
8. *Chougale Pankaj & Yadav Vaibhav & Gaikwad Anil & Student Bharati & Vidyapeeth.* Fire-base - overview and usage, *Journal of Engineering and Technology Management*, 2022, 2582-5208.
9. *Tanenbaum E., Weatherall D.* Computer networks. 5th ed. St. Petersburg: Piter, 2012, 960 p.
10. *Mamdyal Miss & Sandupatla Miss & Saka I & Kothawale J & Shirashayad V & Kazi K.* GPS Tracking System, 2022, 2581-9429.
11. *Gilka V.V., Kuznetsova A.S.* Testirovanie rabotosposobnosti metoda udalennogo monitoringa, realizovannogo v HelpMeTracker na lyudyakh, i proverka reagirovaniya prilozheniya na otkloneniya v pokazatelyakh zdorov'ya [Testing the performance of the remote monitoring method implemented in HelpMeTracker on people and checking the application's response to deviations in health indicators], *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical science], 2023, Vol. 50, No. 2, pp. 48-57. DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-2-48-57.

12. *Pokrovskiy V.M.* Fiziologiya cheloveka: uchebnik [Human physiology: textbook], ed. by V.M. Pokrovskogo, G.F. Korot'ko. 3rd ed. Moscow: Meditsina, 2011, 664 p. ISBN 978-5-225-10008-7.
13. *Dudel' Y., Ryuegg Y., Shmidt R. [i dr.]*. Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. In 3 vol. Vol. 1. Moscow: Mir, 1996, 323 p. ISBN 5-03-002544-8.
14. *Tsimmerman M., Enig V., Vutke V. [i dr.]*. Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. In 3 vol. Vol. 2. Moscow: Mir, 1996, 313 s. ISBN 5-03-002544-8.
15. *Ul'mer Kh.-F., Bryuk K., Eve K. [i dr.]*. Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. In 3 vol. Vol. 3. Moscow: Mir, 1996, 198 p. ISBN 5-03-002544-8.
16. *Gayvoronskiy I.V., Nichiporuk G.I., Gayvoronskiy A.I.* Anatomiya i fiziologiya cheloveka: uchebnik dlya stud. uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya [Human anatomy and physiology: a textbook for students. institutions of secondary vocational education]. 6th ed., revised and expanded. Moscow: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2011, 496 p.
17. *Agadzhanian N.A., Smirnov V.M.* Normal'naya fiziologiya: uchebnik [Normal physiology: textbook]. 3rd ed., corrected and expanded. Moscow: ООО «Izd-vo «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo», 2012, 576 p.
18. *Zil'bernagl' S., Despopulos A.* Naglyadnaya fiziologiya [Visual physiology]: trans. from engl. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2013, 408 p.
19. *Orlov R.S.* Normal'naya fiziologiya: uchebnik [Normal physiology: textbook]. 2nd ed., corrected and expanded. Moscow: GEOTAR-Media, 2010, 832 p.
20. *Agadzhanian N.A., Smirnov V.M.* Normal'naya fiziologiya: uchebnik dlya studentov meditsinskikh vuzov [Normal physiology: a textbook for medical students]. Moscow: ООО «Izd-vo «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo», 2009, 520 p.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор М.А. Бутакова.

Гилка Вадим Викторович – Волгоградский государственный технический университет; e-mail: gilka_vv@mail.ru; г. Волгоград, Россия; кафедра программного обеспечения автоматизированных систем; старший преподаватель.

Кузнецова Агнесса Сергеевна – e-mail: agnessakyz@yandex.ru; кафедра программного обеспечения автоматизированных систем; старший преподаватель.

Эль-Аит Джалалиддин Фирасович – e-mail: djalaliddin@yandex.ru; стоматологический факультет; студент.

Молдовская Ангелина Алексеевна – ГУ "Рыбницкое ЦРБ"; e-mail: amoldovskaia@gmail.com; г. Рыбница, Молдова; главный врач.

Gilka Vadim Viktorovich – Volgograd State Technical University; e-mail: gilka_vv@mail.ru; Volgograd, Russia; the department of software for automated systems; senior lecturer.

Kuznetsova Agnessa Sergeevna – e-mail: agnessakyz@yandex.ru; the department of software for automated systems; senior lecturer.

El-Ait Jalaliddin Firassovich – e-mail: djalaliddin@yandex.ru; faculty of dentistry; student.

Moldovskaya Angelina Alexeevna – Rybnitskoe Central City Hospital; e-mail: amoldovskaia@gmail.com; Rybnitsa, Moldova; head doctor.