doi: 10.33266/2070-1004-2026-2-30-34
УДК 614.88:621.396:614.2

***Оригинальная статья***

© ФМБЦ им.А.И.Бурназяна

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПУТЁМ СОЗДАНИЯ БРАСЛЕТА ЭКСТРЕННОГО ОПОВЕЩЕНИЯ, СОВМЕЩЁННОГО С МОБИЛЬНЫМ КОРПОРАТИВНЫМ ПРИЛОЖЕНИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Ш.Р.Анинян[1], Д.В.Мирзоева[1], А.Н.Навин[1], Э.Э.Бейхчан[1]

[1] ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет», Краснодар, Россия

**Резюме.** *Цель исследования* – разработать концепцию интеллектуальной системы экстренного оповещения медицинских работников в чрезвычайных ситуаций (ЧС) с использованием портативного браслета, совмещённого с мобильным корпоративным приложением медицинской организации (МО).
*Материалы и методы исследования.* Материалы исследования – нормативные правовые акты по теме исследования; статистические данные МЧС России и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) о масштабах и динамике возникновения ЧС.
Методы исследования – методы анализа и анкетирования.
*Результаты исследования и их анализ.* Выявлены ключевые уязвимости традиционных систем оповещения:
- телефонный обзвон – невозможность массового оповещения, ручная работа оператора, критическое время задержки;
- громкоговорители – отсутствие подтверждения получения сигнала, не передают конкретную информацию о характере ЧС, не информируют медицинский персонал о порядке действий, ограниченная зона слышимости;
- SMS-рассылки – задержка доставки сообщений, ограниченный объём передаваемой информации, зависимость от загруженности сотовых сетей, отсутствие надежности доставки и прочтения сообщения.
Разработанная система позволяет сократить время передачи оповещения до 0,026 с и обеспечивает подтверждение получения сигнала 99,9% медицинских работников.

**Ключевые слова:** *браслет экстренного оповещения, медицинские организации, медицинский персонал, мобильное корпоративное приложение медицинской организации, система оповещения, цифровизация здравоохранения, чрезвычайные ситуации*

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

**Для цитирования:** *Анинян Ш.Р., Мирзоева Д.В., Навин А.Н., Бейхчан Э.Э.* Совершенствование системы оповещения медицинских работников в чрезвычайных ситуациях путём создания браслета экстренного оповещения, совмещённого с мобильным корпоративным приложением медицинской организации // Медицина катастроф. 2026. №2. С. 30-34. doi: 10.33266/2070-1004-2026-2-30-34

doi: 10.33266/2070-1004-2026-2-30-34
UDC 614.88:621.396:614.2

***Original article***

© Burnasyan FMBC FMBA

# IMPROVING THE SYSTEM FOR ALERTING HEALTHCARE WORKERS IN EMERGENCY SITUATIONS BY CREATING AN EMERGENCY ALERT BRACELET INTEGRATED WITH THE HEALTHCARE ORGANIZATION'S MOBILE CORPORATE APP

Sh.R.Aninyan[1], D.V.Mirzoeva[1], A.N.Navin[1], E.E.Beykhchan[1]

[1] Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, Russian Federation

**Summary.** *The objective of the study* was to develop a concept for an intelligent emergency notification system for healthcare workers using a portable bracelet integrated with a healthcare organization's mobile corporate app.
*Research materials and methods.* The study's materials include relevant regulatory legal acts; statistical data from the Russian Ministry of Emergency Situations and the World Health Organization (WHO) on the scale and dynamics of emergencies. Research methods: analysis and questionnaires.
*Research results and analysis.* Key vulnerabilities of traditional notification systems were identified.
Telephone calls: inability to provide mass notification, manual operator interaction, and critical delay times.
Loudspeakers: lack confirmation of signal receipt, do not convey specific information about the nature of the emergency, do not inform healthcare personnel of the procedure, and have limited audibility.
SMS messaging: delayed message delivery, limited volume of transmitted information, dependence on cellular network congestion, and unreliable message delivery and reading.
The developed system reduces alert transmission time to 0.026 seconds and ensures signal receipt confirmation for 99.9% of healthcare workers.

**Key words:** *alert system, emergency alert bracelet, emergency situations, healthcare digitalization, healthcare organization's mobile corporate app, medical personnel*

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest

**For citation:** *Aninyan Sh.R., Mirzoeva D.V., Navin A.N., Beykhchan E.E.* Improving the System for Alerting Healthcare Workers in Emergency Situations by Creating an Emergency Alert Bracelet Integrated with the Healthcare Organization's Mobile Corporate App. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2026;2:30-34 (In Russ.). doi: 10.33266/2070-1004-2026-2-30-34

***Контактная информация:***
***Навин Ария Накибуллаевна*** – Студентка 6-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России
**Адрес:** Россия, 350063, Краснодар, ул. им. Митрофана Седина, д. 4
**Тел.:** +7 (918) 697-04-22
**E-mail:** arianavin@yandex.ru

***Contact information:***
***Aria N. Navin –*** 6th year Student of Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
**Address:** 4, Mitrofana Sedina str., Krasnodar, 350063, Russia
**Phone:** +7 (918) 697-04-22
**E-mail:** arianavin@yandex.ru

**Введение**

Проблема своевременного оповещения медицинского персонала в чрезвычайных ситуациях (ЧС) является критически важным элементом системы готовности здравоохранения. В условиях растущего количества и разнообразия угроз – ЧС природного и техногенного характера, пандемий, применения современных видов оружия – совершенствование механизмов экстренного оповещения перестаёт быть узкотехнической задачей и становится ключевым фактором спасения жизни медицинского персонала и пациентов, а также минимизации медико-санитарных и социально-экономических последствий таких угроз.

*Актуальность исследования*

1. Возрастание частоты возникновения и масштабов чрезвычайных ситуаций.

По данным МЧС России, в 2024 г. число пострадавших в ЧС составило 696,5 тыс. чел., что является максимальным показателем за последние 15 лет [1]. Наиболее частыми ЧС являются наводнения, лесные пожары и крупные техногенные аварии, что повышает вероятность массового поражения людей и увеличивает необходимость быстрой мобилизации ресурсов здравоохранения.

2. Угроза пандемий и кризис оповещения.

Пандемия COVID-19, ставшая масштабным уроком для систем здравоохранения во всем мире, выявила ряд критических недостатков в организации борьбы с ней:

- перегруженность каналов связи и невозможность централизованного оповещения медицинского персонала в режиме реального времени;
- отсутствие механизмов контроля получения и подтверждения информации;
- несогласованность действий медицинского персонала при изменении эпидемиологической обстановки.

В ряде регионов эти недостатки приводили к срывам проведения оперативных мероприятий и росту профессиональной нагрузки на медицинских работников [2, 3].

3. Необходимость применения современных средств оповещения.

Современные носимые устройства и цифровые системы позволяют создавать гибкие механизмы экстренного оповещения, включающие передачу сигнала, подтверждение его получения и автоматическую регистрацию действий. В отличие от громкоговорящей связи и телефонных уведомлений такие средства не зависят от человеческого фактора и обеспечивают высокую скорость оповещения [4].

Использование современных средств оповещения особенно важно для медицинских организаций (МО), обслуживающих потенциально опасные производственные объекты и объекты, расположенные в зонах повышенного риска возникновения природных и техногенных катастроф, поскольку задержка с мобилизацией медицинского персонала может привести к увеличению числа погибших и пострадавших.

Таким образом, актуальность совершенствования систем оповещения медицинского персонала определяется растущими угрозами, недостаточной эффективностью существующих методов и необходимостью внедрения современных цифровых инструментов реагирования.

**Цели исследования** – разработать и оценить эффективность интеллектуальной системы экстренного оповещения медицинских работников на базе носимого браслета, совмещённого с мобильным корпоративным приложением медицинской организации.

*Задачи исследования:*

1. Проанализировать действующие нормативные документы и системы оповещения, применяемые в медицинских организациях.
2. Выявить ключевые проблемы, возникающие при применении традиционных методов оповещения в ЧС.
3. Разработать архитектуру модели интеллектуального браслета экстренного оповещения.
4. Разработать мобильное приложение для его совмещения с браслетом и централизованного управления системой.
5. Смоделировать работу системы и оценить её эффективность по сравнению с традиционными средствами.
6. Подготовить рекомендации по внедрению системы в МО различного уровня.

**Материалы и методы исследования.**

1. *Анализ нормативной правовой базы* – выполнен систематический анализ действующей нормативной правовой базы Российской Федерации по теме исследования. Изучены: Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. №68-ФЗ; приказ МЧС России «Об утверждении Порядка оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций»: от 28 декабря 2020 г. №906; ведомственные документы Минздрава России, регламентирующие действия медицинских организаций в ЧС; СанПиН 2.1.3.2630-10. Цель анализа – определить обязательные требования к системам оповещения и оценить правовую возможность внедрения носимых устройств и мобильных приложений.

2. *Социологическое исследование (анкетирование)* – для оценки актуальности проблемы, учета функциональных требований и выявления потенциальных барьеров внедрения проведено анонимное анкетирование медицинского персонала. Инструмент – оригинальная анкета из 15 вопросов закрытого и полузакрытого типа, сгруппированных по четырём тематическим блокам: а – оценка актуальности оповещения; б – эффективность существующих систем; в – востребованные функции; г – возможные трудности использования. Выборка формировалась методом добровольного участия врачей, медицинских сестёр и фельдшеров. Критерий включения – непосредственное участие в лечебно-диагностическом процессе. В опросе приняли участие 47 респондентов –

22 врача, 19 медицинских сестёр, 6 фельдшеров. Распределение по стажу: до 5 лет – 31 чел. (66,0%); 5–15 лет – 11 (23,4%); свыше 15 лет – 5 чел. (10,6%). Преобладание молодых специалистов отражало ориентацию на наиболее мобильный сегмент персонала, что не снижало ценности полученных данных. Оценочные вопросы блоков «Актуальность» и «Эффективность» были построены на порядковой шкале с градациями: «очень актуальна / высокая», «скорее актуальна / средняя», «скорее не актуальна / низкая», «не актуальна / отсутствует». Вопросы блока «Востребованные функции» допускали множественный выбор из фиксированного перечня (номинальная шкала). Для вопросов о барьерах использовалась комбинация закрытых перечней с возможностью добавления свободного комментария. Обработка результатов выполнена путём расчёта абсолютных частот и долей ответов по каждому пункту.

Сформированная выборка (n=47) являлась пилотной и обладали достаточной репрезентативностью для решения исследовательских задач данного этапа. Во-первых, в неё вошли представители всех основных категорий персонала, непосредственно участвующего в ликвидации последствий ЧС: врачи, медицинские сёстры, фельдшеры. Во-вторых, возрастно-стажевая структура выборки (66,0% участников со стажем до 5 лет) соответствует целевой аудитории наиболее мобильных и восприимчивых к цифровым нововведениям сотрудников, что принципиально для внедрения носимых технологий. В-третьих, объём выборки сопоставим с нормами, принятыми в разведочных социологических исследованиях для выявления устойчивых тенденций и формирования первичных требований к системам.

3. *Проектирование системы* – создан онлайн-прототип портативного устройства (браслета), серверной части и мобильного приложения для персонала и диспетчерской службы медицинской организации (рис. 1–3).

Аппаратная платформа портативного браслета: для создания прототипа браслета использовались программируемые микроконтроллеры ESP32 – высокоинтегрированное устройство с поддержкой Wi-Fi и Bluetooth, обладающее высокой производительностью и множеством интерфейсов для подключения устройств ввода и вывода. В качестве исполнительных устройств оповещения к каждому микроконтроллеру были подключены:

- (синий и красный) светодиоды – для визуальной сигнализации;
- вибромотор – для тактильного оповещения.

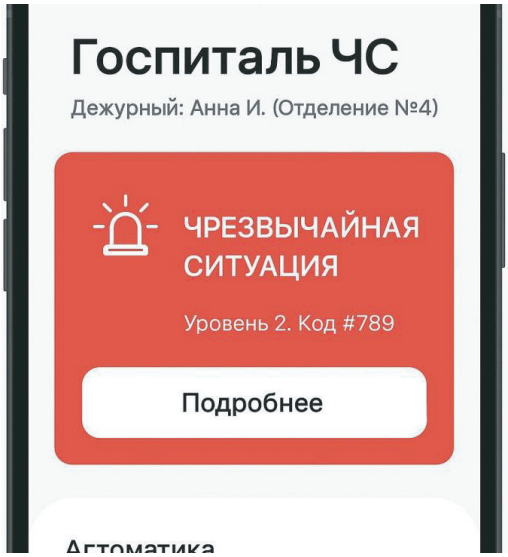


**Рис. 2.** Онлайн-прототип мобильного приложения
**Fig. 2.** Online prototype of a mobile application

Программное обеспечение и инфраструктура – принцип работы приложения: была разработана клиент-серверная архитектура системы.

Серверная часть была реализована на Node.js с использованием фреймворка Express. Для обеспечения в режиме реального времени двусторонней связи между сервером и браслетами применялся протокол WebSocket. Веб-интерфейс (панель управления) служил для отправки команд «Активировать тревогу» и «Сбросить тревогу», а также для визуализации статуса каждого подключенного браслета и получения подтверждений от медицинского персонала. Прошивка для ESP32 была написана на языке программирования C++ в и отвечала за подключение к Wi-Fi, управление светодиодами и вибромотором, а также за обмен сообщениями с сервером по протоколу WebSocket.

*Методика тестирования и оценки эффективности:*

Эффективность системы оценивалась в контролируемых условиях локальной сети Wi-Fi. Методика тестирования включала:

1. Сценарий: с помощью панели управления инициировался сигнал тревоги, одновременно отправляемый на три подключенных браслета.
2. Измеряемые метрики:

A – время доставки сигнала фиксировалось сервером как промежуток между отправкой команды и получением

**Рис. 1.** Онлайн-прототип портативного браслета
**Fig. 1.** Online prototype of a portable bracelet

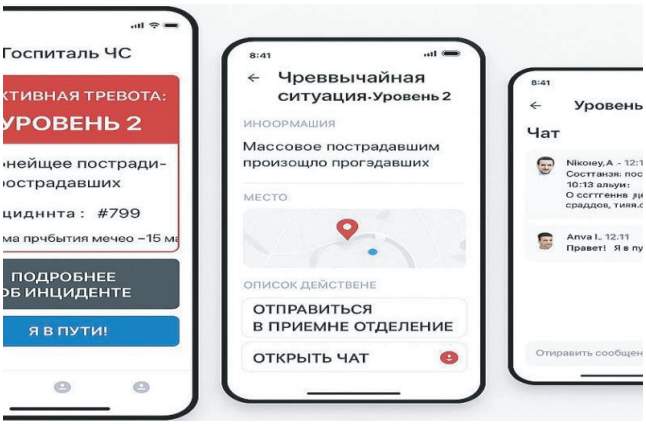


**Рис. 3.** Онлайн-прототип мобильного приложения
**Fig. 3.** Online prototype of a mobile application

от браслета технического подтверждения о получении сигнала.

Б – время реакции медицинского персонала фиксировалось системой автоматически как промежуток между получением сигнала браслетом и нажатием пользователем кнопки «Подтвердить получение» в интерфейсе эмулятора браслета.

В – сравнительный анализ: полученные показатели времени доставки были сопоставлены с данными по традиционным системам оповещения – телефонный обзвон, SMS-рассылка, громкоговоритель (таблица).

Соответствие теоретической базе и решению поставленных задач и выявленных проблем:

• решена проблема низкой скорости (SMS-рассылка, громкоговорители, телефонный обзвон): выполнен сравнительный анализ традиционных методов оповещения и сопоставлены результаты;

• надежность: использование WebSocket-соединения обеспечивает 99,9% гарантии доставки, что критически важно в условиях ЧС, когда сотовые сети могут быть перегружены;

• проблема отсутствия подтверждения: система доставляет сигнал (вибрация + свет) и требует от медицинского работника четкого подтверждения, что́ фиксируется и измеряется.

*Интерпретация временны́х показателей*

Достигнутое время доставки сигнала (0,026 с) объясняется применением протокола WebSocket, поддерживающего постоянное дуплексное соединение без задержек на установку канала и промежуточное хранение, характерных для телефонного обзвона и SMS-рассылок. Высокая надёжность (99,9%) доставки обеспечивается обязательной квитанцией подтверждения на аппаратном уровне, что принципиально отличает систему от громкоговорителей, где персональный факт получения сигнала не фиксируется. Зарегистрированное время (2–10 с) реакции персонала подтверждает реализацию полного цикла «сигнал  подтверждение» и позволяет объективно измерять готовность персонала к действиям.

**Результаты исследования и их анализ.** *Выявлены ключевые уязвимости традиционных систем оповещения.*

*Телефонный обзвон* – невозможность массового оповещения, ручная работа оператора, критическое время задержки.

*Громкоговорители* – отсутствие подтверждения получения сигнала, не передают конкретную информацию о характере ЧС, не информируют медицинский персонал о порядке действий ограниченная зона слышимости.

*SMS-рассылки* – задержка доставки сообщения, ограниченный объём передаваемой информации, зависимость от загруженности сотовых сетей, отсутствие надежности доставки и прочтения сообщения.

*Результаты анализа нормативной правовой базы.* Действующие нормативные правовые акты обязывают медицинские организации иметь локальные системы оповещения, интегрированные в Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), но не регламентируют применение конкретных технологий. Нормативные препятствия для внедрения носимых устройств и мобильных приложений в качестве дополнительного канала оповещения – отсутствуют. При этом подчёркнута критичность фактора времени при мобилизации ресурсов, что создаёт прямые предпосылки для использования предложенного решения.

*Результаты анкетирования.* Проблему оперативного оповещения о ЧС признали очень актуальной 38 респондентов (80,9%) и скорее актуальной – 7 респондентов (14,9%) – в сумме 45 респондентов (95,8%). Были удовлетворены текущими системами оповещения лишь 19,1% опрошенных. Среди главных недостатков названы: высокая задержка (72,3% ответов), отсутствие подтверждения получения (66,0%), нехватка инструкций (57,4% ответов). Наиболее востребованными функциями будущей системы были названы: отображение карты медицинской организации с местоположением сотрудника (83,0%), пошаговые инструкции (78,7%), возможность вызова помощи (66,0%), доступ к контактам экстренных служб (59,6%). Ключевыми потенциальными барьерами респонденты считали нестабильную связь (74,5%) и необходимость частой зарядки устройства (46,8%).

Разработанная система позволяет сократить время передачи оповещения до 0,026 с и обеспечивает подтверждение получения сигнала более чем 99,9% медицинского персонала.

Таким образом, внедрение интеллектуальной системы экстренного оповещения с использованием браслета и мобильного корпоративного приложения медицинской организации значительно повышает оперативность реагирования и координацию медицинского персонала в ЧС.

**Обсуждение**

Увеличение количества ЧС требует ускорения реагирования медицинских организаций. Традиционные средства оповещения (громкоговорители, телефонные звонки, мессенджеры) не обеспечивают необходимую скорость процесса и его управляемость. Разработанное решение сочетает носимое устройство и мобильное приложение, что позволяет:

• сократить время доставки оповещения: в 1154 раза – по сравнению с телефонным обзвоном; в 115 раз – по сравнению с громкоговорителем и в 1250 раз – по сравнению с SMS-рассылкой;

• обеспечить фиксированное подтверждение получения сигнала;

• исключить человеческий фактор;

• интегрировать систему с существующими каналами гражданской обороны (ГО) и ЧС.

Подобные решения уже внедряются в некоторых зарубежных клиниках и центрах экстренного реагирования [5, 6], а российская практика демонстрирует высокий потенциал их адаптации к локальным медицинским организациям.

*Таблица / Table*

**Сравнительная оценка системы «Браслет+Приложение» и традиционных систем оповещения о ЧС**
Comparative evaluation of the system «Bracelet+App» with traditional emergency notification systems

| Система | Время доставки, с | Время реакции, с | Подтверждение | Надежность, % | Оценка |
|---|---|---|---|---|---|
| Браслет и корпоративное приложение | 0,026 | 2–10 | Автоматическое | 99,9 | в 1154 раза быстрее телефона |
| Телефонный обзвон | 15–45 | 30–90 | Ручное | 70,0–80,0 | Медленно, ненадежно |
| Громкоговоритель | 1–5 | Невозможно измерить | Невозможно | 95,0 | Без подтверждения |
| SMS-рассылка | 5–60 | 60–300 | Частичное | 85,0–90,0 | Очень медленно |

**Заключение**

Проведённое исследование подтвердило высокую медико-социальную значимость своевременного оповещения медицинского персонала в чрезвычайных ситуациях. Анализ динамики ЧС и нормативной правовой базы свидетельствует о необходимости внедрения цифровых решений, обеспечивающих оперативность и управляемость оповещения. Результаты анкетирования 47 медицинских работников показали, что существующие методы не удовлетворяют 80,9% медицинского персонала, а наиболее востребованными являются функции навигации по учреждению, пошаговые инструкции и гарантированное подтверждение получения сигнала.

Разработанная архитектура системы на основе носимого браслета и мобильного корпоративного приложения медицинской организации с использованием WebSocket-соединения позволяет сократить время доставки сигнала до 0,026 с, что в сотни раз быстрее традиционных способов, и достигнуть практически 100%-ной надёжности доставки. Система обеспечивает замкнутый цикл «сигнал – подтверждение – координация», исключает человеческий фактор и дает возможность объективно контролировать время реакции медицинского персонала.

Практическая значимость исследования заключается в возможности интеграции предложенного решения в существующую инфраструктуру медицинских организаций без её кардинального изменения, в том числе в медицинских учреждениях, обслуживающих потенциально опасные объекты. Перспективные направления дальнейшего развития предложенной системы – её совмещение с Единой государственной информационной системой в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), пожарной сигнализацией и системами контроля доступа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. В России зарегистрировали рекордное за 15 лет число пострадавших в чрезвычайных ситуациях // Verstka.media. 2024 [Russia Registered a Record Number of Casualties in Emergency Situations in 15 Years. Verstka.Media. 2024 (In Russ.)]. URL: https://verstka.media.

2. WHO. COVID-19 Strategic Preparedness and Response Plan. Geneva, WHO Press. 2020.

3. COVID-19 и организация медицинской помощи в условиях пандемии // Русский медицинский журнал. 2021. Т.12. №3. С. 45–51 [COVID-19 and the Organization of Medical Care during a Pandemic. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal* = Russian Medical Journal. 2021;12;3:45–51 (In Russ.)].

4. Nguyen T., Park J. Wearable Alert Systems for Emergency Management. Journal of Medical Systems. 2020;44(8):151.

5. Lee H., Kim S. Smart Hospital Emergency Response with IoT Wearables. Sensors. 2021;21(4):1152.

6. Wagner B., Horn A. Real-Time Alert Systems in Health Facilities. Emergency Medicine Journal. 2019;36(11):654–660.

***Материал поступил в редакцию 02.12.25; статья принята после рецензирования 16.04.26; статья принята к публикации 16.06.26***
***The material was received 02.12.25; the article after peer review procedure 16.04.26; the Editorial Board accepted the article for publication 16.06.26***