

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_31-39

УДК 614.8:004

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИКО-ЭВАКУАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**Томилин Е.С., Корнев М.С., Туданов К.С., Хаустов С.Н.,
Сухова А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., студенты****Механтьева Л.Е., д-р мед. наук, профессор****Ильичев В.П., канд. мед. наук, доцент*****Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко***

Аннотация. Проведён системный анализ современных цифровых технологий, применяемых в рамках лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших при чрезвычайных ситуациях. Рассмотрены нормативные правовые основы цифровизации здравоохранения, а также функциональные возможности телемедицинских систем, алгоритмов искусственного интеллекта для автоматизированной медицинской сортировки, беспилотных авиационных систем, средств имитационного моделирования и единых информационных платформ. Показано, что интеграция указанных решений способствует сокращению временных затрат на эвакуацию, повышению точности сортировочных мероприятий и рациональному распределению ресурсов, что в конечном счёте повышает выживаемость пострадавших. Определены перспективные направления дальнейшей цифровой трансформации Всероссийской службы медицины катастроф.

Ключевые слова: Всероссийская служба медицины катастроф, лечебно-эвакуационное обеспечение, медицинская эвакуация, цифровые технологии, телемедицинские технологии, искусственный интеллект, медицинская сортировка, беспилотные авиационные системы, имитационное моделирование, чрезвычайная ситуация.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION OF MEDICAL EVACUATION SUPPORT FOR VICTIMS IN EMERGENCY SITUATIONS**Tomilin E.S., Kornev M.S., Tudanov K.S., Khaustov S.N.,
Sukhovay A.V., Sukhovay D.V., Khristenko A.S., students****Mekhantyeva L.E., Doctor of Medical Sciences, Professor****Ilichev V.P., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor*****Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko***

Abstract. The paper presents a systematic analysis of modern digital technologies used in the medical evacuation support of victims in emergency situations. The regulatory legal framework for healthcare digitalization is examined, along with the functional capabilities of telemedicine systems, artificial intelligence algorithms for automated medical triage, unmanned aircraft systems, simulation modeling tools, and unified information platforms. It is demonstrated that the integration of these solutions reduces evacuation time, improves triage accuracy, and ensures rational resource allocation, ultimately increasing victim survival. Promising directions for further digital transformation of the All-Russian Disaster Medicine Service are identified.

Keywords: All-Russian Disaster Medicine Service, medical evacuation support, medical evacuation, digital technologies, telemedicine, artificial intelligence, medical triage, unmanned aircraft systems, simulation modeling, emergency situation.

Введение. В соответствии с Федеральным законом от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» организация и оказание медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях (ЧС), включая медицинскую эвакуацию, возлагаются на Всероссийскую службу медицины катастроф (ВСМК), которая является функциональной подсистемой Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [1, 2]. Порядок организации и оказания ВСМК медицинской помощи при ЧС, в том числе медицинской эвакуации, утверждён приказом Минздрава России от 6 ноября 2020 г. № 1202н [3]. Данным приказом закреплено, что ВСМК осуществляет лечебно-эвакуационное обеспечение (ЛЭО) пострадавших на основе системы этапного лечения с их эвакуацией по назначению, предусматривающей последовательное и преемственное оказание медицинской помощи в зоне поражения и на этапах медицинской эвакуации в медицинские организации, способные обеспечить оказание необходимой медицинской помощи [3].

Масштабы и последствия крупных катастроф – землетрясений, наводнений, транспортных аварий, террористических актов – нередко сопровождаются массовыми санитарными потерями, разрушением медицинской инфраструктуры и дефицитом времени для принятия решений [4, 5]. В этих условиях особую значимость приобретают цифровые технологии, способные обеспечить быструю и объективную оценку обстановки, дистанционную поддержку медицинского персонала и оптимальную маршрутизацию потоков поражённых. Утверждённая Стратегия цифровой трансформации здравоохранения и формирование Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) создают правовую и технологическую основу для внедрения интеллектуальных инструментов в деятельность медицинских формирований, участвующих в ликвидации медико-санитарных последствий ЧС [6]. Накопленный опыт свидетельствует, что без применения цифровых средств достижение высокой оперативности и качества

медицинской эвакуации в условиях дефицита ресурсов практически невозможно [7].

Цель настоящего исследования – систематизировать и проанализировать современные цифровые технологии, используемые в организации лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших при ЧС, оценить их эффективность и определить направления дальнейшего развития.

Материалы и методы. В качестве материалов использованы научные публикации в рецензируемых изданиях, государственные доклады о состоянии защиты населения и территорий от ЧС, а также результаты практического внедрения цифровых продуктов в работу территориальных центров медицины катастроф (ТЦМК) и станций скорой медицинской помощи. Основными методами стали информационно-аналитический обзор и системный анализ, включающие систематизацию данных о функциональных возможностях цифровых решений и их влиянии на временные и медико-тактические показатели эвакуационных мероприятий.

Результаты и их анализ. Проведённый анализ показывает, что ключевыми направлениями цифровизации ЛЭО являются: телемедицинское консультирование, автоматизированная медицинская сортировка с элементами искусственного интеллекта, дистанционное наблюдение за жизненно важными показателями, применение беспилотных авиационных систем (БАС), системы поддержки принятия решений (СППР), имитационное моделирование для оптимизации маршрутов и использования ресурсов, а также создание единых информационных центров управления.

Телемедицинские технологии играют важнейшую роль на догоспитальном этапе. Уже в первые минуты после происшествия врач-консультант может дистанционно оценить состояние пострадавшего, принять решение о необходимом объёме помощи и выбрать оптимальную тактику эвакуации. Так, например, за 2023 год на базе федерального центра медицины катастроф проведено более 292 тысяч телемедицинских консультаций по схеме «врач – врач», из них почти 1,8 тысячи – для пациентов, пострадавших в ЧС [8]. Современные мобильные комплексы, такие как автоматизированный диагностический лечебный комплекс «АНГЕЛ», позволяют не только передавать физиологические параметры, но и поддерживать жизнедеятельность во время транспортировки [9]. Аналогичный опыт применения телекоммуникационных технологий в работе Воронежского областного клинического центра медицины катастроф показал свою эффективность в оказании экстренной специализированной нейрохирургической помощи населению Воронежской области [10]. Применение беспилотных систем расширяет возможности дистанционной оценки обстановки: в соответствии с поручениями Минздрава России, с 2023 года ведётся активная работа по внедрению беспилотных технологий в деятельность службы медицины катастроф для транспортировки медицинских грузов, биоматериалов и координации оказания первой помощи с постоянным видеонаблюдением [11].

Медицинская сортировка является тем этапом, где цифровые алгоритмы демонстрируют наибольшее превосходство над традиционными шкалами. Системы, построенные на методах машинного обучения («случайный лес», градиентный бустинг, нейронные сети), способны учитывать сложные нелинейные взаимосвязи между показателями и в ряде исследований превосходят шкалы START (Simple Triage and Rapid Treatment – простая сортировка и быстрое лечение), RTS (Revised Trauma Score – пересмотренная шкала тяжести травмы) и MGAP (Mechanism, Glasgow Coma Scale, Age, arterial Pressure – механизм травмы, шкала комы Глазго, возраст, артериальное давление) по точности прогноза необходимости экстренной операции и интенсивной терапии [12]. Примером полностью автоматизированной платформы служит система поддержки принятия решений DSS-MEDEVAC, разработанная для вооружённых сил и испытанная в полевых условиях. Она в режиме реального времени измеряет частоту сердечных сокращений, частоту дыхания, насыщение крови кислородом и систолическое артериальное давление, после чего присваивает пострадавшему цветовую категорию в соответствии с алгоритмом медицинской сортировки и вычисляет вероятность выживания. В ходе полигонных испытаний время обработки данных для 10 000 условных раненых не превышало одной минуты, а точность идентификации критических состояний достигала 90% [13].

Дистанционное наблюдение за физиологическими параметрами с помощью носимых датчиков расширяет возможности сортировки в зоне ЧС, куда доступ спасателей затруднён. Беспилотные системы, оснащённые видеокамерами и тепловизорами, позволяют быстро обнаруживать пострадавших в труднодоступных районах, задымлённых или химически заражённых участках. Совмещение этих технологий с алгоритмами компьютерного зрения на основе глубоких нейронных сетей даёт возможность автоматически оценить двигательную активность, наличие дыхательных движений и даже уровень сознания по вербальному ответу, что в совокупности реализует дистанционную сортировку по системе START. Экспериментальные системы добивались точности обнаружения замаскированного человека до 97%, а точности сортировки – до 98% [12, 14]. Беспилотные летательные аппараты также могут оперативно доставлять медикаменты, кровоостанавливающие средства и компактное оборудование в зону бедствия, сокращая время от момента вызова до получения помощи примерно вдвое – с 60 до 30 минут [14].

Имитационное моделирование служит действенным инструментом стратегического планирования эвакуации. Исследование, выполненное на примере массового дорожно-транспортного происшествия в Белгородской области, показало, что создание Единого центра скорой медицинской помощи и медицины катастроф с единой диспетчерской службой и изменёнными алгоритмами маршрутизации сокращает среднее время эвакуации с $(105,8 \pm 12,1)$ мин до $(43,2 \pm 1,18)$ мин. При этом все пострадавшие тяжёлой и средней степени тяжести были госпитализированы в травмоцентр первого уровня в пределах

«золотого часа», что практически исключило необходимость повторных межбольничных перевозок [15]. Подобные виртуальные модели позволяют на этапе планирования проверить различные сценарии ЧС и оптимально распределить силы и средства, включая количество бригад скорой помощи и воздушных судов.

Особое место в цифровом контуре занимают системы поддержки принятия решений (СППР), которые должны обеспечивать непрерывный мониторинг обстановки, прогнозирование развития событий и оперативную оценку альтернативных вариантов действий по критериям времени, эффективности и риска [16]. Интеграция СППР с геоинформационными системами, имитационными моделями и базами данных о медицинских ресурсах позволяет лицу, принимающему решение, в сжатые сроки формировать обоснованные планы лечебно-эвакуационных мероприятий даже в условиях высокой неопределённости.

Цифровые платформы постепенно внедряются и в традиционные виды санитарного транспорта. Так, разрабатывается концепция «умного поезда милосердия», который представляет собой железнодорожный состав, интегрированный в интеллектуальную транспортную систему ОАО «РЖД» и оснащённый медицинским оборудованием с возможностью телемедицинских консультаций, непрерывного наблюдения за состоянием раненых и автоматизированного ведения интегрированной персональной электронной медицинской карты (ИПЭМК). Информационно-телекоммуникационный комплекс такого поезда обеспечивает надёжный обмен данными между начальником состава, медицинским персоналом и внешними абонентами – эвакуационными пунктами, лечебными учреждениями Министерства здравоохранения и органами управления. Пропускная способность сети для реализации всех заявленных функций должна составлять не менее 700 кбит/с, что в современных условиях вполне достижимо с помощью спутниковых и мобильных каналов связи [17].

Объединяющим элементом цифровой экосистемы медицины катастроф становятся региональные и федеральные информационные системы, обеспечивающие сквозное наблюдение за пациентом от момента получения травмы до госпитализации в профильное учреждение. Внедрение Единого центра скорой медицинской помощи и медицины катастроф в ряде субъектов Российской Федерации подтвердило, что централизация диспетчерской службы и общий цифровой контур повышают оперативность реагирования, исключают дублирование действий и позволяют направлять пострадавших сразу в профильные стационары, минуя необоснованные промежуточные этапы [8, 15].

Показателен в этом отношении опыт Воронежской области, в которой преобладают ЧС техногенного характера, а эффективное оперативное управление, осуществляемое специалистами территориального центра медицины катастроф, позволяет обеспечить экстренное реагирование и согласованную работу всех привлечённых медицинских сил, а также

организовать эвакуацию наиболее тяжёлых пострадавших с применением санитарной авиации [18].

Несмотря на очевидные преимущества, цифровая трансформация лечебно-эвакуационного обеспечения сталкивается с рядом ограничений. К ним относятся: высокая стоимость разработки и внедрения систем, необходимость обеспечения кибербезопасности и защиты персональных данных, недостаточная нормативно-правовая регламентация применения искусственного интеллекта и беспилотных систем в клинической практике, а также потребность в целенаправленной подготовке медицинского персонала. Тем не менее, накопленный практический опыт и результаты исследований свидетельствуют, что указанные трудности преодолимы, а ожидаемый медико-социальный эффект – снижение летальности и инвалидизации вследствие травм – оправдывает необходимые вложения.

Заключение. Таким образом, цифровые технологии органично встраиваются в систему лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших в ЧС, превращаясь из вспомогательного инструмента в обязательный компонент. Интеллектуальные системы медицинской сортировки, дистанционное наблюдение, беспилотные авиационные системы, системы поддержки принятия решений, имитационные модели, а также единые информационные платформы в своей совокупности сокращают время реагирования, повышают объективность сортировочных решений и обеспечивают рациональное использование ограниченных ресурсов. Дальнейшее развитие данного направления требует совершенствования правовой базы, стандартизации протоколов обмена данными и проведения масштабных клинико-полевых исследований, однако, несмотря на вышеперечисленные барьеры внедрения представленных систем, уже сегодня очевидно, что цифровые технологии способны качественно повысить эффективность отечественной медицины катастроф.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Статья 41.
2. Всероссийская служба медицины катастроф (ВСМК) // Термины МЧС России. – URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3480> (дата обращения: 28.04.2026).
3. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 06.11.2020 № 1202н «Об утверждении Порядка организации и оказания Всероссийской службой медицины катастроф медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях, в том числе медицинской эвакуации» (в ред. от 29.10.2024).
4. Баранова, Н. Н. Современное состояние проблемы организации и проведения медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Баранова, С. Ф. Гончаров // Медицина катастроф. – 2020. – № 4. – С. 57–65.

5. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году : Государственный доклад. – Москва : МЧС России : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. – 259 с.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.02.2022 № 140 «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения».
7. Баранова, Н. Н. Медицинская эвакуация пострадавших: состояние, проблемы. Сообщение 1 / Н. Н. Баранова // Медицина катастроф. – 2018. – № 4 (104). – С. 37–40.
8. Черников, С. И. Опыт внедрения современных технологий в сферу медицины катастроф / С. И. Черников, С. И. Антонов // Сборник статей УГМУ. – 2025. – С. 111–114.
9. Концепция реконфигурируемого изолируемого роботизированного медицинского модуля для эвакуации больных и пострадавших / С. Ф. Гончаров, М. Э. Соколов, Н. Н. Баранова [и др.] // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2020. – № 3. – С. 14–23.
10. Механтьева, Л. Е. Опыт применения телемедицинских технологий в работе Воронежского областного клинического центра медицины катастроф / Л. Е. Механтьева, А. Н. Артемов, В. П. Ильичев // Медицина катастроф. – 2021. – № 4. – С. 17–22.
11. Беспилотники в системе здравоохранения: перспективы применения // ФГБУ «ФЦМК» Минздрава России. – URL: <https://fcmk.minzdrav.gov.ru/bespilotniki-v-sisteme-zdravooohraneniya-perspektivy-primeneniya/> (дата обращения: 15.04.2026).
12. Селиверстов, П. А. Возможности применения технологий искусственного интеллекта для оказания догоспитальной помощи при травмах / П. А. Селиверстов, Ю. Г. Шапкин, Н. Ю. Стекольников // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2025. – Т. 14, № 3. – С. 609–618.
13. Smart Medical Evacuation Support System for the Military / J. Krygier, P. Lubkowski, K. Maslanka [et al.] // Sensors. – 2024. – Vol. 24. – P. 4581.
14. Мужиков, М. А. Современные технологии в медицине катастроф: использование дронов и телемедицины в зонах чрезвычайных ситуаций / М. А. Мужиков // Сборник материалов конференции. – Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 2025. – С. 3–5.
15. Имитационное моделирование ликвидации медико-санитарных последствий массового дорожно-транспортного происшествия, на примере Белгородской области / С. А. Григорьев, В. М. Теплов, Е. А. Цебровская [и др.] // Медицина катастроф. – 2025. – № 2. – С. 66–70.
16. Механтьева, Л. Е. Организация систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях / Л. Е. Механтьева, В. П. Ильичев, Т. П. Складорова //

Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2019. – № 1 (10). – С. 260–262.

17. Вопросы организации «умного поезда милосердия» / А. В. Татаренко, Е. В. Казакевич, А. А. Привалов, С. А. Лопатин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – Т. 21, вып. 2. – С. 525–536.

18. Вопросы совершенствования организации оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях на территории Воронежской области / Г. И. Сапронов, Т. П. Склера, В. П. Ильичев, В. И. Гречкин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 1 (26). – С. 7–11.

References

1. Federal Law of the Russian Federation No. 323-FZ of November 21, 2011 “On the Fundamentals of Health Protection of Citizens in the Russian Federation”. Article 41. (In Russian).

2. All-Russian Service of Disaster Medicine (VSMK) // Terms of the Ministry of Emergency Situations of Russia. - URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3480> (date of reference: 04/28/2026).

3. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 1202n of November 6, 2020 “On Approval of the Procedure for the Organization and Provision of Medical Care by the All-Russian Disaster Medicine Service in Emergency Situations, Including Medical Evacuation” (as amended on 29.10.2024). (In Russian).

4. Baranova N.N., Goncharov S.F. Current state of the problem of organizing and conducting medical evacuation of victims in emergency situations. *Medsina katastrof = Disaster Medicine*. 2020;4:57–65. (In Russian).

5. On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2019: State report. Moscow: EMERCOM of Russia; 2020. 259 p. (In Russian).

6. Decree of the Government of the Russian Federation No. 140 of February 9, 2022 “On the Unified State Information System in the Sphere of Healthcare”. (In Russian).

7. Baranova N.N. Medical evacuation of victims: state, problems. Report 1. *Medsina katastrof = Disaster Medicine*. 2018;4(104):37–40. (In Russian).

8. Chernikov S.I., Antonov S.I. Experience in implementing modern technologies in the field of disaster medicine. In: Collection of articles of USMU. 2025:111–114. (In Russian).

9. Goncharov S.F., Sokolov M.E., Baranova N.N. et al. Concept of a reconfigurable isolated robotic medical module for evacuation of patients and victims. *Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2020;3:14–23. (In Russian).

10. Mekhantseva L.E., Artemov A.N., Ilyichev V.P. Experience in application of telemedicine technologies in the work of Voronezh Regional Clinical Center of

Disaster Medicine. *Meditsina katastrof* = Disaster Medicine. 2021;4:17–22. (In Russian).

11. Drones in the healthcare system: application prospects // FSBI "FCMC" of the Ministry of Health of the Russian Federation. - URL: <https://fcmk.minzdrav.gov.ru/bespilotniki-v-sisteme-zdravooohraneniya-perspektivy-primeneniya/> (date of access: 04/15/2026).

12. Seliverstov P.A., Shapkin Yu.G., Stekolnikov N.Yu. Possibilities of using artificial intelligence technologies in prehospital trauma care. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2025;14(3):609–618. (In Russian).

13. Krygier J., Lubkowski P., Maslanka K. et al. Smart Medical Evacuation Support System for the Military. *Sensors*. 2024;24:4581.

14. Muzhikov M.A. Modern technologies in disaster medicine: use of drones and telemedicine in emergency zones. In: *Proceedings of the conference. Military Medical Academy named after S.M. Kirov*; 2025:3–5. (In Russian).

15. Grigoriev S.A., Teplov V.M., Tsebrovskaya E.A. et al. Simulation modeling of the elimination of medical and sanitary consequences of a mass road accident, by the example of the Belgorod region. *Meditsina katastrof* = Disaster Medicine. 2025;2:66–70. (In Russian).

16. Mekhantyeva L.E., Ilyichev V.P., Sklyarova T.P. Organization of decision support systems in emergency situations. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoi oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsii*. 2019;1(10):260–262. (In Russian).

17. Tatarenko A.V., Kazakevich E.V., Privalov A.A., Lopatin S.A. Issues of organizing a “smart mercy train”. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2024;21(2):525–536. (In Russian).

18. Sapronov G.I., Sklyarova T.P., Ilyichev V.P., Grechkin V.I. Issues of improving the organization of medical care in emergency situations on the territory of the Voronezh region. *Sovremennye problemy grazhdanskoi zashchity*. 2018;1(26):7–11. (In Russian).