ВОПРОСЫ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Е.С. Томилин, М.С. Корнев, С.Н. Хаустов
Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко
Научные руководители: д.м.н., проф. Л.Е. Механтьева; к.м.н., доц. В.П. Ильичев

Возрастающая частота чрезвычайных ситуаций и их многокомпонентный характер требуют совершенствования информационно-аналитической поддержки медицинских решений. Системы поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта (ИИ-СППР) обладают потенциалом повышения точности диагностики, прогнозирования и оптимизации распределения ресурсов, однако их внедрение в медицину катастроф остается ограниченным. Цель. Оценить современное состояние, определить ключевые направления и барьеры интеграции ИИ-СППР в медицину катастроф и выявить условия их эффективного применения. Методы. Выполнен систематизированный обзор научной литературы 2023–2025 гг., индексируемой в международных базах данных и отечественных источниках. Применены методы контент-анализа, систематизации и концептуального синтеза. Результаты. Выделены три основных направления применения ИИ-СППР: прогностические системы для раннего выявления критических состояний, диагностические решения с использованием компьютерного зрения и системы поддержки логистических и тактических решений. Показано, что ИИ способен повышать точность прогнозирования, ускорять диагностику и оптимизировать использование ресурсов. Основными барьерами остаются ограниченная клиническая валидация, вариабельность данных, нормативные ограничения и проблемы интеграции в существующую инфраструктуру. Выводы. Интеграция ИИ-СППР в медицину катастроф представляет собой перспективное направление, направленное на повышение эффективности лечебно-диагностических и организационных мероприятий. Результаты анализа свидетельствуют о наличии подтверждённого потенциала рассматриваемых технологий. Однако их практическая реализация сдерживается комплексом методологических, нормативных и инфраструктурных ограничений, что обусловливает необходимость дальнейших исследований, ориентированных на клиническую валидацию и адаптацию разработок к условиям чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: искусственный интеллект; системы поддержки принятия решений; медицина катастроф; чрезвычайные ситуации; экстренная медицина; машинное обучение

Введение. Возрастающая частота и многокомпонентный характер чрезвычайных ситуаций (ЧС) обусловливают необходимость поиска принципиально новых подходов к информационно-аналитической поддержке медицинских решений. Традиционные методы и существующие системы поддержки принятия решений (СППР) демонстрируют ограниченную эффективность в условиях критического дефицита времени, высокой неопределенности и значительной вариабельности данных о состоянии пострадавших [1, 2]. Системы поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта (ИИ-СППР) открывают возможности для комплексного анализа обстановки, прогнозирования исходов и оптимального распределения ограниченных ресурсов [3]. Несмотря на экспоненциальный рост числа публикаций (61% работ датированы 2021–2023 гг.), подавляющее большинство разработок (94, 5%) не выходят за рамки доклинических исследований [4]. Выявленный разрыв между технологическим потенциалом и клинической реализацией требует специального анализа в контексте специфики медицины катастроф.

Цель работы. Оценить современное состояние, выявить ключевые направления и барьеры интеграции ИИ-СППР в практику медицины катастроф, а также определить методологические условия, необходимые для эффективного применения таких систем при ликвидации последствий ЧС.

Материалы и методы исследования. Выполнен систематизированный обзор литературы с акцентом на исследования 2023–2025 гг., посвященные применению ИИ-СППР в экстренной медицине и при ЧС. Проанализированы источники, индексируемые в международных базах данных (PubMed, Scopus, Web of Science), а также ключевые отечественные разработки в области медицины катастроф. Применены методы контент-анализа, систематизации и концептуального синтеза для выделения прикладных направлений, ограничений и условий успешной интеграции технологий.

Результаты исследования. Проведенный анализ позволяет структурировать применение ИИ-СППР при ЧС по трем стратегическим направлениям.

Первое направление — прогностические системы для раннего выявления критических состояний. Алгоритмы машинного обучения способны предсказывать развитие декомпенсированного шока за 90 минут до появления клинических признаков (точность 78%) и полиорганной недостаточности (AUC 0, 96), превосходя по точности традиционные шкалы [5]. Наибольший интерес представляет показатель компенсаторного резерва, рассчитываемый на основе анализа пульсовой волны: его снижение ниже 33% сигнализирует о массивной кровопотере раньше, чем изменение традиционных витальных параметров (AUC 0, 97) [5, 6].

Второе направление — диагностические системы с компьютерным зрением. Сверточные нейронные сети обеспечивают интерпретацию ультразвуковых изображений при травмах в условиях дефицита квалифицированных специалистов [7]. Модели на базе архитектуры YOLO обрабатывают до 18 кадров в секунду, выявляя пневмоторакс с точностью 80–85%, а гемоперитонеум — до 96% [5]. Интеграция ИИ с портативными ультразвуковыми сканерами позволяет выполнять расширенное прикроватное ультразвуковое исследование (eFAST) медицинскому персоналу без специальной подготовки [5].

Третье направление — системы поддержки логистических и тактических решений. Алгоритмы обработки естественного языка демонстрируют 98% точности в определении необходимости экстренного реагирования по тексту телефонного вызова [8]. Разработаны мобильные приложения, которые на основе 10-минутного мониторинга физиологических параметров прогнозируют эффект инфузионной терапии на 60 минут вперед, позволяя снизить расход инфузионных сред на 119% и увеличить долю пациентов со стабилизацией на 46% [5, 8]. Роботизированные системы с ИИ-наведением обеспечивают катетеризацию бедренной вены в догоспитальных условиях в среднем с 1, 1–1, 3 попытки, делая сложную манипуляцию доступной для среднего медицинского персонала [5].

Важным направлением становится интеграция ИИ-СППР с существующей инфраструктурой экстренных служб. В системе-112 перспективно использование чат-ботов для снижения нагрузки на операторов, анализ тональности голоса для сортировки вызовов, а также мониторинг социальных сетей с помощью платформ типа AIDR для раннего выявления ЧС [9].

Ключевым вызовом остается разрыв между разработкой и клиническим внедрением. Лишь 5, 5% ИИ-СППР проходят этапы проспективной валидации [4]. В медицине катастроф проблема усугубляется специфическими ограничениями: высокая вариабельность, неполнота и противоречивость данных о пострадавших, затрудняющая обучение моделей; нормативные ограничения обработки персональных данных, требующие сложных процедур обезличивания; необходимость бесшовной интеграции с существующей информационной инфраструктурой, включая системы оперативных донесений и управления ресурсами [2, 10].

Методологические стандарты разработки ИИ-СППР для экстренной медицины предполагают мультидисциплинарное взаимодействие, репрезентативность обучающих выборок и встроенные механизмы этического контроля [10]. Принципиально важным становится формирование доверия со стороны медицинского персонала через интерпретируемость рекомендаций и их плавную интеграцию в существующие рабочие процессы. Наиболее перспективным представляется развитие доменно-специфичных языковых моделей (например, Catastrophe-LLM), способных выполнять роль семантического интерфейса между оперативной информацией и типовыми алгоритмами реагирования [5].

Заключение. Интеграция ИИ-СППР в медицину катастроф знаменует переход от этапа технологического энтузиазма к системной методологической работе. Доказано, что технологии искусственного интеллекта способны значимо повысить точность прогнозирования критических состояний, эффективность диагностики в условиях ограниченных ресурсов и качество логистики медицинской эвакуации. Однако успешное внедрение требует решения комплекса задач: формирования специализированных, валидированных для условий ЧС баз данных; разработки многоуровневой архитектуры систем, устойчивой к неполноте и фрагментарности информации; неукоснительного соблюдения стандартов прозрачности, интерпретируемости и этической безопасности; формирования у медицинского персонала устойчивых компетенций эффективного взаимодействия с ИИ-ассистентами. Дальнейшие исследования должны быть направлены на преодоление существующего разрыва между доклиническими разработками и реальной клинической практикой в условиях чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Медико-психологические аспекты техносферной безопасности / О. И. Никулина, А. Е. Дудукина, Л. Е. Механтьева [и др.] // Актуальные вопросы техносферной безопасности на современном этапе : Сборник трудов V-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием, Воронеж, 16 декабря 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, 2021. – С. 100-105. – EDN CYQJLD.
2. Л. Е. Механтьева, В. П. Ильичев, & Т. П. Склярова (2019). Организация систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы, 1 (10), 260-262.
3. Ouanes K., Farhah N. Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Clinical Decision Support Systems and Care Delivery // Journal of Medical Systems. – 2024. – Vol. 48, № 1. – Article 74.
4. Kareemi H., Yadav K., Price C., et al. Artificial intelligence-based clinical decision support in the emergency department: A scoping review // Academic Emergency Medicine. – 2025. – Vol. 32, № 4. – P. 386–395.
5. Селиверстов П.А., Шапкин Ю.Г., Стекольников Н.Ю. Возможности применения технологий искусственного интеллекта для оказания догоспитальной помощи при травмах // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. – 2025. – Т. 14, № 3. – С. 609–618.
6. Механтьева Л. Е., Артёмов А. Н., Ильичёв В. П. Опыт применения телемедицинских технологий в работе Воронежского областного клинического центра медицины катастроф // Медицина катастроф. 2021. №4. С. 17–22.

7. Корнев, М. С. Применение методов обучения искусственного интеллекта для улучшения детской ультразвуковой диагностики / М. С. Корнев, Е. С. Томилин // НОМУС — 2025 : Материалы итоговой межвузовской студенческой научной конференции, Луганск, 01–25 апреля 2025 года. — Луганск: Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, 2025. — С. 153–156. — EDN ZWIJAO.
8. Lu J., Wang X., Chen L., et al. Unmanned aerial vehicle based intelligent triage system in mass-casualty incidents using 5G and artificial intelligence // World Journal of Emergency Medicine. – 2023. – Vol. 14, № 4. – P. 273–279.
9. Москвина Н. В. Применение искусственного интеллекта в системе-112 // Столыпинский вестник. – 2023. – № 4.
10. Kareemi H., Li H., Rajaram A., et al. Establishing methodological standards for the development of AI-based clinical decision support in emergency medicine // Canadian Journal of Emergency Medicine. – 2025. – Vol. 27, № 2. – P. 87–95.