

КАРПОВ О.Э.,

академик РАН, д.м.н., профессор, ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия;
e-mail: info@pirogov-center.ru

АНДРИКОВ Д.А.,

к.т.н., доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия;
e-mail: andrikov@bmstu.ru

ЗАМЯТИН М.Н.,

д.м.н., профессор, ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия;
e-mail: zamyatinmn@pirogov-center.ru

ОСИПОВ А.В.,

д.м.н., доцент, ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия;
e-mail: osipovav@pirogov-center.ru

КИЛЬНИК А.И.,

ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия; e-mail: kilnikai@pirogov-center.ru

БАГАЕВ Г.А.,

ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия; e-mail: багаевга@pirogov-center.ru

МАКСАЧУК А.П.,

ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия;
e-mail: maksachukap@pirogov-center.ru

ХРАМОВ А.Е.,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия; ФГАУ «Цифровые промышленные технологии», г. Москва, Россия;
e-mail: hramovae@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СЛУЖБЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ

DOI: 10. 25881/18110193_2025_4_6

Аннотация. Цель исследования – анализ возможностей и ограничений применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в системе поддержки принятия решений (СППР) во Всероссийской службе медицины катастроф (ВСМК). Особое внимание уделено проблеме отсутствия специализированных баз данных для обучения ИИ и перспективам использования типовых алгоритмов реагирования ВСМК на чрезвычайные ситуации (ЧС) в качестве основы для создания доменно-адаптированных больших языковых моделей (Large Language Models, LLM). Проведен анализ возможностей мониторинга средств массовой информации (СМИ) с помощью ИИ для раннего выявления фактов возникновения ЧС и оценки их масштабов.

Материалы и методы исследования: проанализированы нормативные документы, регламентирующие деятельность ВСМК; выполнена оценка существующих информационных систем, в том числе используемых в деятельности ВСМК; проведен сравнительный анализ возможностей современных LLM; систематизированы данные о проблемах оперативного информирования о ходе ликвидации медико-санитарных последствий ЧС.

Результаты исследования и их анализ: выявлены системные ограничения для применения ИИ в обработке медицинских данных пострадавших; предложена архитектура гибридной СППР на основе доменно-адаптированной LLM; рассмотрена эффективность использования ИИ для мониторинга СМИ и анализа открытых источников информации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицина катастроф, Всероссийская служба медицины катастроф, система поддержки принятия решений, большие языковые модели, мониторинг СМИ, типовые алгоритмы реагирования.

Для цитирования: Карпов О.Э., Андриков Д.А., Замятин М.Н., Осипов А.В., Кильник А.И., Багаев Г.А., Максачук А.П., Храмов А.Е. Перспективы и ограничения использования технологий искусственного интеллекта в системе поддержки принятия решений Службы медицины катастроф. Врач и информационные технологии. 2025; 4: 6-15. DOI: 10. 25881/18110193_2025_4_6.

KARPOV O.E.,

DSc, Professor, Academician of the RAS, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia;
e-mail: info@pirogov-center.ru

ANDRIKOV D.A.,

PhD, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia;
e-mail: andrikov@bmstu.ru

ZAMYATIN M.N.,

DSc, Professor, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia;
e-mail: zamyatinmn@pirogov-center.ru

OSIPOV A.V.,

DSc, Associate Professor, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia;
e-mail: osipovav@pirogov-center.ru

KILNIK A.I.,

Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia; e-mail: kilnikai@pirogov-center.ru

BAGAEV G.A.,

Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia; e-mail: bagaevga@pirogov-center.ru

MAKSACHUK A.P.,

Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia;
e-mail: maksachukap@pirogov-center.ru

HRAMOV A.E.,

DSc, Professor, Corresponding Member of the RAS, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; Federal State Autonomous Institution «Digital Industrial Technologies», Moscow, Russia;
e-mail: hramovae@gmail.com

PROSPECTS AND LIMITATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE DECISION SUPPORT SYSTEM OF THE DISASTER MEDICINE SERVICE

DOI: 10. 25881/18110193_2025_4_6

Abstract. *The study aims to analyze the opportunities and limitations of applying artificial intelligence (AI) technologies within the decision support system (DSS) of the All-Russian Disaster Medicine Service (ARDMS). Specifically, the authors cover the issue of lacking specialized databases for AI training, as well as the prospects of utilizing standard ARDMS emergency response algorithms as a foundation for developing domain-adapted large language models (LLMs). An analysis was conducted on the capabilities of AI-powered media monitoring for the early detection of emergency incidents and assessment of their scale.*

Materials and methods: Regulatory documents governing the activities of the ARDMS were analyzed; an assessment of existing information systems, including those used by the ARDMS, was performed; a comparative analysis of the capabilities of modern LLMs was carried out; data on problems related to operational reporting during the mitigation of medical and sanitary consequences of emergencies was systematized.

Results and discussion: Systemic limitations for the application of AI in processing medical data of casualties were identified; an architecture for a hybrid DSS based on a domain-adapted LLM was proposed; the effectiveness of using AI for media monitoring and open-source intelligence analysis was considered.

Keywords: artificial intelligence, disaster medicine, All-Russian Disaster Medicine Service, decision support system, large language models, media monitoring, typical response algorithms.

For citation: Karpov O.E., Andrikov D.A., Zamyatin M.N., Osipov A.V., Kilnik A.I., Bagaev G.A., Maksachuk A.P., Hramov A.E. Prospects and limitations of artificial intelligence technologies in the decision support system of the disaster medicine service. *Medical doctor and information technology*. 2025; 4:6-15. DOI: 10. 25881/18110193_2025_4_6.

ВВЕДЕНИЕ

Современные вызовы в области ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) требуют принципиально новых подходов к организации управления кризисными процессами [1]. В условиях нарастающей частоты и сложности ЧС традиционные методы информационной поддержки принятия решений во Всероссийской службе медицины катастроф (ВСМК) демонстрируют ограниченную эффективность. Технологии искусственного интеллекта (ИИ) открывают новые возможности для создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР), способных осуществлять комплексный анализ ситуации, прогнозирование развития событий и оптимизировать решения по привлечению и использованию медицинских сил и средств [2–5].

Однако практическая реализация потенциала ИИ в медицине катастроф сталкивается с системными ограничениями, среди которых ключевыми являются отсутствие специализированных баз данных для обучения моделей и правовые барьеры в обработке персональных медицинских данных. Эти ограничения делают традиционные подходы к разработке медицинских систем ИИ малоприменимыми в контексте ЧС.

В качестве альтернативного подхода рассматривается создание доменно-адаптированных языковых моделей, обучаемых на нормативно-методических документах и типовых алгоритмах реагирования ВСМК на ЧС различного характера. Одновременно с этим, мониторинг средств массовой информации (СМИ) с применением ИИ представляет собой перспективное направление, позволяющее осуществлять раннее выявление ЧС и оценку их масштабов без необходимости обработки специализированных медицинских данных.

В представленной работе проводится комплексный анализ возможностей и ограничений применения технологий ИИ в системе поддержки принятия решений ВСМК с отдельным акцентом на архитектурные решения и методологические аспекты интеграции ИИ в оперативную деятельность. Особое внимание уделяется анализу современных подходов к мониторингу СМИ и разработке гибридных систем поддержки принятия решений, основанных на

концепции когнитивного цифрового двойника ЧС.

Цель исследования – определить перспективные направления применения технологий ИИ в системе поддержки принятия решений ВСМК, а также рассмотреть возможные ограничения при использовании ИИ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы исследования: нормативные документы Минздрава России, регламентирующие деятельность ВСМК; типовые алгоритмы реагирования на ЧС; научные публикации по применению ИИ в медицине катастроф. Использовались методы системного анализа, сравнительной оценки технологий ИИ, анализа архитектурных решений для СППР.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Ограничения в использовании медицинских данных для обучения ИИ

Основным препятствием для создания эффективных систем ИИ в ВСМК является отсутствие специализированных баз данных, пригодных для машинного обучения. Это происходит по следующим причинам:

- медицинские данные пострадавших в ЧС характеризуются высокой вариабельностью, неполнотой и противоречивостью, в условиях ЧС сбор структурированной медицинской информации затруднен, что приводит к низкому проценту правильных оценок при использовании таких данных для обучения ИИ;
- обработка медицинских данных, относящихся к специальным категориям персональных данных, регулируется федеральным законом №152-ФЗ «О персональных данных», что делает невозможным использование реальных медицинских записей пострадавших для обучения моделей ИИ без проведения сложной процедуры обезличивания.

Как следствие, традиционные подходы к созданию медицинских систем ИИ, основанные на анализе исторических медицинских данных,

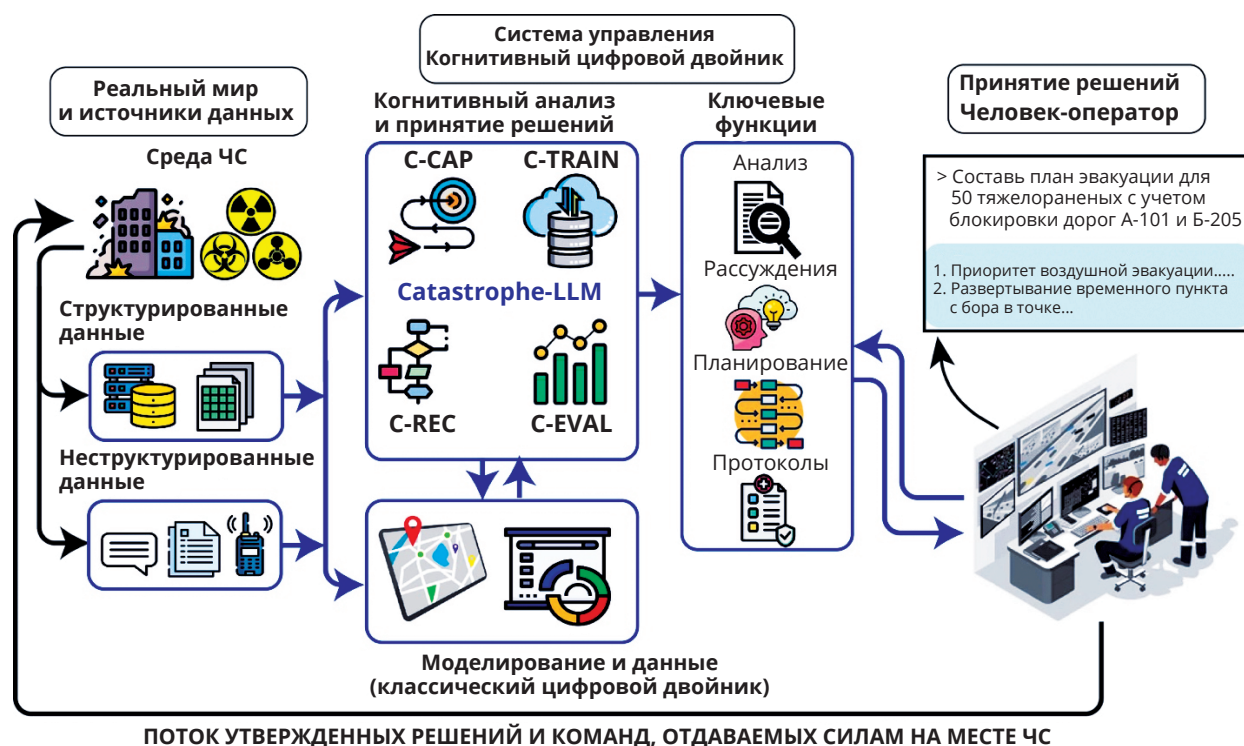


Рисунок 1 — Архитектура гибридной системы поддержки принятия решений для медицины катастроф на основе доменно-адаптированной LLM.

оказываются малоприменимыми в контексте медицины катастроф.

Обучение на нормативно-правовой документации и типовых алгоритмах реагирования для обеспечения системы поддержки принятия решения.

Альтернативным подходом является создание доменно-адаптированных языковых моделей, обученных на нормативно-методических документах и типовых алгоритмах реагирования на ЧС. Как отмечается в исследованиях, такая модель, условно названная Catastrophe-LLM, может выполнять роль семантического процессора и интерфейса рассуждений в архитектуре «цифрового двойника ЧС».

Архитектура гибридной СППР (см. рис. 1) предполагает два взаимодействующих контура:

- контур динамического моделирования и данных (классический цифровой двойник);
- контур когнитивного анализа и принятия решений на основе доменно-адаптированной большой языковой модели (Large Language Model, LLM).

Архитектура гибридной СППР на основе доменно-адаптированной LLM

Для преодоления ограничений, связанных с отсутствием медицинских данных, предлагается архитектура гибридной СППР, основанная на концепции «когнитивного цифрового двойника» (Рисунок 1). Архитектура интегрирует

традиционное динамическое моделирование с семантическими возможностями LLM, адаптированной для медицины катастроф (Catastrophe-LLM).

Структура системы представлена тремя ключевыми блоками:

1. Блок сбора данных («Реальный мир»)

Обеспечивает поступление гетерогенной информации из зоны ЧС. Потоки данных разделяются на:

- **Структурированные:** ресурсные базы (коечный фонд, запасы медикаментов), картографические данные, показания датчиков.
- **Неструктурированные:** текстовые рапорты, сообщения из СМИ и социальных сетей, расшифровки переговоров.

2. Блок управления («Когнитивный цифровой двойник»)

Ядро системы, состоящее из двух взаимодействующих контуров:

- **Контур динамического моделирования и данных:** классический цифровой двойник, отвечающий за мониторинг, симуляцию и визуализацию ситуации в реальном времени на основе числовых данных.
- **Контур когнитивного анализа и принятия решений:** реализует функции семантического процессора. В его основе – доменно-адаптированная LLM (Catastrophe-LLM), которая обеспечивает:
 - Семантический анализ входящей информации.
 - Сложные рассуждения и планирование операций.
 - Контроль соблюдения регламентов и протоколов.

3. Блок взаимодействия («Человек-оператор») описывает протокол человеко-машинного взаимодействия:

- Оператор формулирует запросы на естественном языке.
- Система генерирует аналитические отчеты, планы действий и рекомендации, сопровождаемые цепочкой рассуждений (Chain-of-Thought) для проверки.
- Оператор анализирует предложенные варианты и утверждает окончательное решение, которое передается на исполнение.

Двусторонняя связь между контурами обеспечивает их симбиоз: когнитивное ядро

запрашивает у симулятора конкретные данные, а симулятор, в свою очередь, обогащает семантическими выводами и прогнозными сценариями от LLM. Данная архитектура позволяет перейти от пассивного мониторинга к активному семантическому управлению кризисной ситуацией.

Критически важным этапом является применение комплекса современных методов адаптации LLM для домена медицины катастроф. Данная методология включает:

- определение целевых компетенций (C-CAP) – формирование у модели глубокого понимания терминологии, нормативных документов и операционных протоколов ВСМК;
- многоэтапную технологию обучения (C-REC), сочетающую контролируруемую тонкую настройку (SFT) на размеченных сценариях ЧС, обучение с подкреплением на основе человеческих предпочтений (RLHF) для повышения надежности выводов, а также интерактивное дообучение в процессе эксплуатации;
- интеграцию архитектуры поиска и генерации (RAG), обеспечивающую актуальность рекомендаций за счет семантического поиска в реальном времени по базам знаний ВСМК, нормативным документам и оперативным сводкам.
- выравнивание предпочтений: обучение модели выстраиванию безупречной логической цепочки рассуждений.

Такой подход позволяет не только обойти ограничения, связанные с отсутствием медицинских данных пострадавших, но и создать безопасную, достоверную и практически применимую систему, способную к сложным рассуждениям с проверяемыми выводами и планированию в условиях оперативной неопределенности.

МОНИТОРИНГ СМИ С ПОМОЩЬЮ ИИ

Современные системы мониторинга СМИ реализуют многоуровневую обработку информации:

- уровень сбора данных может достигать более 50 тысяч источников информации, включая новостные порталы, социальные сети, телеграм-каналы, форумы и

специализированные ресурсы, мониторинг с частотой обновления от 30 секунд до 5 минут в зависимости от критичности источника;

- уровень предварительной обработки обеспечивает очистку данных от дублирующей информации с использованием алгоритмов анализа контентных сигнатур, демонстрирующих эффективность до 93,7% [6].
- фильтрация нерелевантных сообщений реализуется методами многомодального анализа с точностью до 95,2% [7], а идентификация первоисточников в условиях ЧС достигает точности 91,8% [8].
- уровень смыслового анализа обеспечивает извлечение сущностей (локации, типы происшествий, количественные оценки, временные метки) с использованием алгоритмов обработки естественного языка, демонстрирующих точность 88,7% для текстов о катастрофах [9].

Выявление фактов возникновения ЧС с медико-санитарными последствиями происходит по следующему алгоритму:

1. Обнаружение новостных материалов:
 - анализ ключевых слов и фраз-индикаторов («взрыв», «пожар», «массовое отравление» и так далее);
 - смысловой анализ контекста для минимизации ложных срабатываний;
 - перекрестная проверка информации из множественных источников;
 - географическая привязка событий с точностью до 200 метров в городской среде.
2. Оценка масштабов ЧС:
 - анализ частоты упоминаний в различных источниках;
 - выявление количественных показателей (количество пострадавших, разрушенных объектов);
 - анализ эмоциональной окраски сообщений для оценки серьезности ситуации;
 - сравнительный анализ с историческими данными аналогичных ЧС.
3. Прогнозирование развития медико-санитарной обстановки:
 - прогноз динамики развития ситуации на основе шаблонов аналогичных событий;

- оценка необходимых медицинских сил и средств с учетом типа и масштаба ЧС;
- прогнозирование логистических маршрутов с учетом дорожной ситуации.

Построение такой системы возможно с использованием комбинированного подхода, сочетающего:

- современные нейросетевые архитектуры для смыслового анализа;
- графовые нейронные сети для анализа взаимосвязей между событиями;
- модели анализа изображений и видео;
- обучение с подкреплением для оптимизации процессов принятия решений.

ИНТЕГРАЦИЯ В СИСТЕМУ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Интеграция технологий ИИ в систему поддержки принятия решений ВСМК требует разработки сложной многоуровневой архитектуры, обеспечивающей надежное функционирование в условиях неопределенности и дефицита времени. Система должна обеспечивать плавную интеграцию с существующей информационной инфраструктурой ВСМК, в частности с Всероссийской системой оперативных донесений, системами управления ресурсами и базами данных типовых алгоритмов реагирования, за счет предлагаемой архитектуры:

1. Модуль смыслового анализа:
 - обработка запросов на естественном языке от операторов;
 - извлечение намерений и сущностей из текстовых сообщений;
 - поддержка специальной терминологии медицины катастроф;
 - реализация механизма последовательности рассуждений;
2. Модуль планирования:
 - формирование пошаговых планов действий на основе типовых алгоритмов;
 - учет ресурсных ограничений и временных факторов;
 - адаптация планов к изменяющимся условиям;
 - оптимизация маршрутов медицинской эвакуации и распределения ресурсов.
3. Модуль проверки решений:
 - контроль соответствия предлагаемых

решений установленным протоколам лечения и алгоритмам реагирования;

- выявление потенциальных рисков и противоречивых действий;
- оценка временных и ресурсных ограничений;
- формирование альтернативных сценариев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Применение технологий искусственного интеллекта в системе поддержки принятия решений ВСМК перспективно, но ограничено отсутствием специализированных медицинских баз данных для обучения моделей.
2. Обучение доменно-адаптированных языковых моделей на типовых алгоритмах реагирования на ЧС и нормативно-методических документах представляет собой наиболее реализуемый подход к созданию интеллектуальных СППР.
3. Мониторинг СМИ с применением ИИ является эффективным инструментом раннего выявления ЧС, оценки их масштабов и прогнозирования медико-санитарных последствий, не требующим обработки конфиденциальных медицинских данных.
4. Для практической реализации предложенных подходов необходима разработка комплексной архитектуры гибридной системы поддержки принятия решений, интегрированной с существующими информационными системами ВСМК.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Баранова Н.Н., Бобий Б.В., Гончаров С.Ф. и др. Информационно-телекоммуникационные технологии в деятельности Службы медицины катастроф Минздрава России // Медицина катастроф. – 2019. – №105(1). – С.5-11. [Baranova NN, Bobij BV, Goncharov SF, et al. Informacionno-telekommunikacionnye tekhnologii v deyatel'nosti Sluzhby mediciny katastrof Minzdrava Rossii. Medicina katastrof. 2019; 105(1): 5-11. (In Russ.)]
2. Tahernejad A, Sahebi A, Abadi ASS, Safari M. Application of artificial intelligence in triage in emergencies and disasters: a systematic review. BMC Public Health. 2024; 24(1): 3203.
3. Junaid SB, Imam AA, Shuaib et al. Artificial intelligence, sensors and vital health signs: A review. Applied Sciences. 2022; 12(22): 11475.
4. Карпов О.Э., Храмов А.Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. М.: ДПК Пресс, 2022. 480 с. [Karpov OE, Hramov AE. Informacionnye tekhnologii, vychislitel'nye sistemy i iskusstvennyj intellekt v medicine. M.: DPK Press, 2022. 480 p. (In Russ.)]
5. Tahernejad A, Sahebi A, Abadi ASS, Safari M. Application of artificial intelligence in triage in emergencies and disasters: a systematic review. BMC Public Health. 2024; 24(1): 3203.
6. Liu Y, Li W, Huang X. A Novel News Duplicate Detection Algorithm Based on Content Fingerprinting and Semantic Analysis. IEEE Access. 2022; 10: 45672-45683.
7. Zhang H, Wang K, Chen L. Multi-modal Fake News Detection with Feature Fusion and Attention Mechanisms. Information Processing & Management. 2023; 60(2): 103215.
8. Gupta M, Sharma A. Source Identification and Credibility Assessment in Social Media During Disaster Events. International Journal of Disaster Risk Reduction. 2021; 62: 102391.
9. Li H, Caragea D, Caragea C. Named Entity Recognition in Disaster-Related Tweets: A Comparative Study of Deep Learning Approaches. Natural Language Engineering. 2023; 29(2): 287-312.