

МЕТОДЫ ЭВАКУАЦИИ ПОСТРАДАВШИХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Комил Эшкуватов¹²³, Чарос Кахрамонова¹⁴⁵, Умида Мусаева¹⁴⁶

¹ Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

³ E-mail: k.eshquvatov@tashmeduni.uz, <https://orcid.org/0009-0001-0442-5060>

⁵ E-mail: kakhramonovacharos@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-3746-8525>

⁶ E-mail: umida2135@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-0255-3086>

Аннотация. Эвакуация пострадавших при чрезвычайных ситуациях является ключевым этапом оказания экстренной медицинской помощи. Эффективность данного процесса определяется состоянием пострадавших, наличием ресурсов и уровнем организации транспортировки. В условиях городской среды особую значимость приобретают адаптивные системы управления. Использование технологии emergent intelligence способствует ускорению обмена информацией, оптимизации маршрутов эвакуации и повышению координации служб. Это позволяет сократить время эвакуации, обеспечить более рациональное распределение пострадавших и повысить эффективность функционирования эвакуационных центров.

Ключевые слова. Эвакуация пострадавших, чрезвычайные ситуации, травматологические пациенты, средства фиксации, городские катастрофы, управление эвакуацией, emergent intelligence (EI), интеллектуальные транспортные системы, распределение ресурсов, эвакуационные маршруты, эвакуационные центры, уязвимые группы населения, готовность к чрезвычайным ситуациям, устойчивость системы здравоохранения.

FAVQULODDA VAZIYATLARDA JABRLANGANLARNI EVAKUATSIYA QILISH USULLARI

Komil Eshquvatov¹²³, Charos Kaxramonova¹⁴⁵, Umida Musayeva¹⁴⁶

¹ Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya. Favqulodda vaziyatlarda jabrlanganlarni evakuatsiya qilish shoshilinch tibbiy yordam ko'rsatishning muhim bosqichi hisoblanadi. Ushbu jarayonning samaradorligi jabrlanganlarning holati, mavjud resurslar va transportni tashkil etish darajasiga bog'liq. Shahar sharoitida moslashuvchan boshqaruv tizimlari alohida ahamiyat kasb etadi. Emergent intelligence texnologiyasidan foydalanish axborot almashinuvini tezlashtirish, evakuatsiya yo'nalishlarini optimallashtirish va xizmatlar o'rtasidagi muvofiqlashtirishni yaxshilashga yordam beradi. Bu esa evakuatsiya vaqtini qisqartirish, jabrlanganlarni yanada samarali taqsimlash hamda evakuatsiya markazlari faoliyati samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar. Jabrlanganlarni evakuatsiya qilish, favqulodda vaziyatlar, travmatik jarohatlar, immobilizatsiya vositalari, shahar favqulodda holatlari, evakuatsiyani boshqarish, emergent intelligence (EI), intellektual transport tizimlari, resurslarni taqsimlash, evakuatsiya yo'nalishlari, evakuatsiya markazlari, zaif guruhlar, favqulodda tayyorgarlik, sog'liqni saqlash tizimi barqarorligi.

METHODS OF EVACUATING VICTIMS IN EMERGENCY SITUATIONS

Komil Eshkuvatov¹², Charos Kahramonova¹³, Umida Musayeva¹³

¹ Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Evacuation of victims in emergency situations is a key stage in providing emergency medical care. The effectiveness of this process is determined by the condition of the victims, the availability of resources, and the level of

transportation organization. In urban environments, adaptive management systems become particularly important. The use of emergent intelligence technology helps accelerate information exchange, optimize evacuation routes, and improve coordination among emergency services. This makes it possible to reduce evacuation time, ensure a more efficient distribution of victims, and enhance the performance of evacuation centers.

Key words. *Victim evacuation, emergency situations, trauma patients, immobilization devices, urban emergencies, evacuation management, emergent intelligence (EI), intelligent transportation systems, resource allocation, evacuation routes, evacuation centers, vulnerable populations, emergency preparedness, healthcare system resilience.*

Актуальность. По данным международных гуманитарных организаций (в частности, ООН и ВОЗ), за последние десятилетия число чрезвычайных ситуаций в мире заметно выросло, при этом значительная их доля приходится на густонаселённые городские территории. Это связано с урбанизацией, ростом транспортной нагрузки и изменением климатических условий, приводящих к более частым наводнениям, ураганам и другим природным катастрофам. В таких условиях эвакуация пострадавших становится критическим этапом, от которого напрямую зависит уровень смертности и тяжесть последствий. Исследования показывают, что даже небольшие задержки в оказании помощи и транспортировке могут значительно ухудшать прогноз для пациентов с тяжёлыми травмами. Особенно сложной остаётся ситуация в мегаполисах, где дорожные заторы и разрушение инфраструктуры могут увеличивать время прибытия

спасательных служб в несколько раз. Дополнительную сложность создаёт одновременное воздействие нескольких факторов: массовые аварии, перегрузка транспортной системы, ограниченность ресурсов и необходимость быстрого принятия решений в условиях неопределённости. В подобных ситуациях традиционные схемы управления эвакуацией оказываются недостаточно гибкими. Отдельного внимания требует организация эвакуационных центров, которые при крупных катастрофах становятся основными временными пунктами размещения пострадавших. Практика показывает, что при недостаточной подготовке таких центров ухудшается качество медицинской и социальной помощи, особенно для уязвимых групп населения (детей, пожилых и лиц с хроническими заболеваниями).

Введение. Эвакуация пострадавших является одним из ключевых этапов оказания экстренной медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях. Её основная задача заключается в быстром и безопасном перемещении людей из опасной зоны в условия, где возможно оказание полноценной медицинской помощи или временное размещение. Выбор способа эвакуации определяется рядом факторов: состоянием пострадавшего, характером травм, количеством доступных спасателей, а также условиями на месте происшествия. При тяжёлых и жизнеугрожающих повреждениях особое значение имеет минимизация дополнительных травм во время транспортировки, поэтому предпочтение отдаётся методам с использованием средств фиксации и специализированного оборудования. В реальных условиях чрезвычайных ситуаций процесс эвакуации осложняется

непредсказуемостью обстановки, ограниченностью ресурсов и необходимостью быстрого принятия решений. Особенно это характерно для городских территорий, где высокая плотность населения и сложная транспортная инфраструктура существенно замедляют работу спасательных служб. В связи с этим возрастает интерес к разработке более эффективных подходов к организации эвакуации, включая использование современных технологий управления, анализа данных и интеллектуальных систем, позволяющих оптимизировать маршруты и распределение ресурсов.

Обзор литературы. Эвакуация пострадавших на месте чрезвычайных ситуаций является критически важным этапом оказания экстренной помощи и направлена на быстрое перемещение людей из опасной зоны в безопасное место или медицинское учреждение [1]. Выбор метода эвакуации зависит от состояния пострадавшего, числа спасателей и условий обстановки, при этом при тяжёлых травмах предпочтительно использование средств фиксации и специального оборудования [2]. В ряде случаев эвакуация может осуществляться вручную, однако это повышает риск ухудшения состояния пациента [3]. В городских условиях процесс эвакуации усложняется высокой плотностью населения, транспортными заторами и ограниченной доступностью маршрутов [4]. Частые природные и техногенные катастрофы приводят к значительным человеческим и экономическим потерям, что требует эффективных систем управления эвакуацией [5]. Современные исследования предлагают использование интеллектуальных систем, таких как emergent intelligence (EI), которые позволяют оптимизировать маршруты и ускорить обмен информацией в зоне бедствия [6]. Такие подходы

включают применение статических и мобильных агентов для анализа ситуации и распределения ресурсов в реальном времени [7]. В результате достигается снижение времени реагирования и более равномерное распределение пострадавших по эвакуационным пунктам [8]. Эвакуационные центры рассматриваются как ключевой элемент системы реагирования, обеспечивающий временное размещение пострадавших [9]. Их эффективное функционирование требует координации между государственными и гуманитарными структурами [10]. Отдельное внимание уделяется вопросам организации ухода за уязвимыми группами населения, однако исследования в этой области остаются ограниченными [11]. Важными аспектами являются непрерывность медицинской помощи, распределение обязанностей и подготовка персонала [12]. Также подчёркивается необходимость специальных решений для эвакуации людей с ограниченными возможностями [13]. Современные подходы включают системы оповещения, навигации и архитектурные решения для повышения безопасности [14]. Моделирование эвакуации с использованием методов машинного обучения и симуляций позволяет анализировать поведение толпы и оптимизировать процесс эвакуации [15]. Геоинформационные системы применяются для определения безопасных маршрутов и зон при природных катастрофах [16]. Интеллектуальные транспортные системы рассматриваются как перспективное направление для управления эвакуацией в реальном времени [17]. Также исследования подчёркивают важность раннего предупреждения и координации ресурсов для снижения последствий катастроф [18]. Анализы показывают активное развитие исследований в области эвакуации, однако

сохраняется фрагментированность научных направлений [19]. В целом, изменение климата и рост числа чрезвычайных ситуаций делают развитие эффективных систем эвакуации особенно актуальным для будущей медицины и управления рисками [20].

Методология. Данное исследование основано на анализе современных научных данных, посвящённых эвакуации пострадавших при чрезвычайных ситуациях. В работу были включены 20 научных источников, охватывающих ключевые направления: методы транспортировки пострадавших, управление эвакуацией в городских условиях, организацию эвакуационных центров и применение современных технологий. Основное внимание уделялось исследованиям, в которых рассматриваются интеллектуальные системы управления эвакуацией, включая технологии emergent intelligence (EI), машинное обучение и геоинформационные системы. Эти подходы позволяют в реальном времени анализировать ситуацию, определять оптимальные маршруты и эффективно распределять ресурсы. Для обработки информации использовался сравнительный и тематический анализ. Это позволило выявить, что современные системы эвакуации направлены на сокращение времени реагирования, которое, по данным исследований, может снижаться с 30 до 4 секунд при использовании интеллектуальных технологий, а также на уменьшение общего времени эвакуации до 10 минут.

Результаты. Анализ литературы показал, что эффективность эвакуации напрямую зависит от трёх факторов: скорости передачи информации, правильного выбора метода транспортировки и координации

ресурсов. Установлено, что применение интеллектуальных систем (emergent intelligence, EI) позволяет сократить время передачи информации с **30 до 4 секунд**, а общее время эвакуации - до **10 минут**, что существенно повышает выживаемость пострадавших. Выявлено, что при тяжёлых травмах использование средств фиксации (носилки, щиты, вакуумные матрасы) снижает риск осложнений по сравнению с ручной эвакуацией. При этом ручные методы остаются актуальными при дефиците оборудования или в труднодоступных условиях. Показано, что в городских условиях основными ограничениями являются **транспортные заторы и перегрузка инфраструктуры**, что увеличивает время доставки пострадавших. Также установлено, что эффективное распределение пострадавших между эвакуационными пунктами снижает перегрузку медицинских учреждений и улучшает качество помощи. Дополнительно подтверждено, что подготовленные эвакуационные центры обеспечивают базовые условия (размещение, помощь, уход) и снижают вторичные риски для пострадавших.

Заключение. Согласно проведенными исследованиями учеными Эвакуация пострадавших - это этап, который напрямую влияет на выживаемость людей при чрезвычайных ситуациях. Анализ показал, что основная проблема заключается не только в самой транспортировке, а в том, насколько быстро система получает информацию и принимает решения. Современные технологии (например, интеллектуальные системы управления) позволяют в разы ускорить реагирование: информация о ситуации обрабатывается быстрее, маршруты строятся точнее, а распределение ресурсов становится более организованным. Это особенно

важно в городах, где пробки и плотная застройка часто становятся главным препятствием для спасателей. Также установлено, что способ транспортировки играет критическую роль: использование носилок и фиксирующих устройств снижает риск ухудшения состояния пострадавших, тогда как перенос вручную допустим только в крайних условиях. Отдельно важно, что даже при быстрой эвакуации результат зависит от готовности эвакуационных центров. Если они не обеспечены ресурсами и персоналом, эффективность всей системы резко снижается. В итоге можно сделать вывод: наиболее эффективная эвакуация достигается тогда, когда сочетаются три элемента - быстрая информация, правильная организация и современные технологии поддержки решений.

Список использованной литературы:

1. Gawlowski P., Biskup A. Victim evacuation techniques in emergency conditions //Disaster and Emergency Medicine Journal. – 2019. – Т. 4. – №. 3. – С. 116-123.
2. Chavhan S., Venkataram P. Transport management for evacuation of victims //IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence. – 2019. – Т. 5. – №. 3. – С. 426-441.
3. Kako M. et al. Best practice for evacuation centres accommodating vulnerable populations: A literature review //International journal of disaster risk reduction. – 2020. – Т. 46. – С. 101497.

4. Al Bochi A. et al. Evacuation solutions for individuals with functional limitations in the indoor built environment: a scoping review //Buildings. – 2023. – Т. 13.
5. Şahin C., Rokne J., Alhadj R. Human behavior modeling for simulating evacuation of buildings during emergencies //Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2019. – Т. 528. – С. 121432.
6. Liu H. et al. Mapping knowledge structure and research trends of emergency evacuation studies //Safety Science. – 2020. – Т. 121. – С. 348-361.
7. Королов В. и др. Методология определения ближайших пунктов эвакуации людей и оборудования из зоны бедствия в безопасную зону //дистанционное зондирование. – 2021. – Т. 13. – No 11. – С. 2170.
8. Iliopoulou C. et al. ITS technologies for decision making during evacuation operations: a review //Journal of transportation engineering, Part A: Systems. – 2020. – Т. 146. – №. 4. – С. 04020010.
9. Ahmadi C., Karampourian A., Samarghandi M. R. Explain the challenges of evacuation in floods based on the views of citizens and executive managers //Heliyon. – 2022. – Т. 8. – №. 9.
10. Liu J., Chen Y., Chen Y. Emergency and disaster management-crowd evacuation research //Journal of Industrial Information Integration. – 2021. – Т. 21. – С. 100191.
11. Ekaputra R. A., Kee S. H., Yee J. J. Optimizing Urban-Scale evacuation strategies through disaster victim aggregation modification //IEEE Access. – 2024. – Т. 12. – С. 73581-73598.

12. Betuš M. et al. Optimizing emergency response in healthcare facilities: Integration of firefighting technologies and tactical evacuation strategies //Fire. – 2025. – T. 8. – №. 2. – C. 77.

13. Alidmat O. et al. Simulation of crowd evacuation in asymmetrical exit layout based on improved dynamic parameters model //IEEE Access. – 2024. – T. 13. – C. 7512-7525.

14. Phark C., Kim S., Jung S. Development to emergency evacuation decision making in hazardous materials incidents using machine learning //Processes. – 2022. – T. 10.

15. Factors affecting emergency evacuation of Iranian hospitals in fire: a qualitative study //Journal of education and health promotion. – 2021. – T. 10..

16. Yang X. et al. Guide optimization in pedestrian emergency evacuation //Applied mathematics and computation. – 2020. – T. 365. – C. 124711.

17. Haghani M. Empirical methods in pedestrian, crowd and evacuation dynamics: Part II. Field methods and controversial topics //Safety science. – 2020. – T. 129

18. An improved social force model (ISFM)-based crowd evacuation simulation method in virtual reality with a subway fire as a case study //International Journal of Digital Earth. – 2023. – T. 16. – №. 1. – C. 1186-1204.

19. Bahamid A. et al. Intelligent robot-assisted evacuation: A review //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. – T. 1706. – №. 1. – C. 012159.

20. Sritart H. et al. Methodology and application of spatial vulnerability assessment for evacuation shelters in disaster planning //Sustainability. – 2020. – T. 12. – №. 18.