

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ/ORIGINAL ARTICLES

УДК 614

doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-1-46-57>**НАЗЕМНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ
РАНЕННЫХ И ПОСТРАДАВШИХ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ***Н. С. Шуленин**, Э. М. Мавренков, К. Г. ЖангиреевГлавное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации,
Москва, Россия

ЦЕЛЬ. Оценить возможности, эффективность и тенденции развития наземных роботизированных платформ для эвакуации, а также выявить факторы, влияющие на их внедрение в систему ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Анализ проводили на основе отечественных и зарубежных публикаций, сравнительной оценки ключевых характеристик (тип шасси, грузоподъемность, автономность), а также качественного изучения сценариев применения в реальных условиях или полевых испытаниях. Источники искали по запросам robotic ground vehicles, casualty evacuation, rescue robotics, military medical robotics в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и eLibrary, в результате чего было отобрано 30 релевантных статей, из которых 16 были непосредственно процитированы при написании работы.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Сравнительный обзор показал, что высокую эффективность демонстрируют платформы с модульной конструкцией, улучшенными системами энергоснабжения и управления, позволяющими снизить риски для эвакуируемого и сократить время эвакуации.

ОБСУЖДЕНИЕ. Анализ выявил необходимость создания единых стандартов связи и управления, а также расширения функционала интегрированных медицинских модулей и систем навигации, что позволит более эффективно готовить роботизированные комплексы к разнообразным сценариям чрезвычайных ситуаций и обеспечить их стабильную работу в условиях внешних помех.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Наземные роботизированные комплексы обладают значительным потенциалом в повышении оперативности и безопасности спасательных операций, однако требуют дальнейшего совершенствования в части энергоэффективности, интеграции с системами управления в чрезвычайных ситуациях, разработки медицинских модулей и комплексного противодействия внешним факторам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, наземные роботизированные платформы, эвакуация пострадавших, чрезвычайные ситуации, спасательные операции, автономность, модульность, телемедицина, энергоснабжение, гусеничное шасси, колесное шасси

*Для корреспонденции: Шуленин Николай Сергеевич, e-mail: shulenin.ns@gmail.com

*For correspondence: Nikolay S. Shulenin, e-mail: shulenin.ns@gmail.com

Для цитирования: Шуленин Н. С., Мавренков Э. М., Жангиреев К. Г. Наземные роботизированные платформы для эвакуации раненных и пострадавших: международный опыт и перспективы применения // *Морская медицина*. 2025. Т. 11, № 5. С. 46–57, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-1-46-57>; EDN: <https://elibrary.ru/YDXATL>

For citation: Shulenin N. S., Mavrenkov E. M., Zhangireev K. G. Ground robotic platforms for evacuation of wounded and injured: international experience and application prospects // *Marine Medicine*. 2025. Vol. 11, № 1. P. 46–57, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-1-46-57>; EDN: <https://elibrary.ru/YDXATL>

© Авторы, 2025. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при указании автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

GROUND ROBOTIC PLATFORMS FOR EVACUATION OF WOUNDED AND INJURED: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND APPLICATION PROSPECTS

Nikolay S. Shulenin, Eduard M. Mavrenkov, Konstantin G. Zhangireev*

Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

OBJECTIVE. Evaluate the capabilities, effectiveness and development trends of ground-based robotic evacuation platforms, and identify factors affecting their introduction into emergency management systems.

MATERIALS AND METHODS. The analysis was based on Russian and foreign publications, comparative assessment of key characteristics (chassis type, payload, autonomy), as well as qualitative study of application scenarios in real conditions or field tests. Sources were searched using the queries “robotic ground vehicles”, “casualty evacuation”, “rescue robotics”, “military medical robotics” in PubMed, Scopus, Web of Science and eLibrary databases, resulting in the identification of 30 relevant articles, of which 16 were directly cited during the writing of the paper.

RESULTS. The comparative review showed that platforms with modular design, improved power and control systems that reduce risks to the evacuee and shorten evacuation times are highly effective.

DISCUSSION. The analysis has shown the need to create unified communication and control standards, as well as to expand the functionality of integrated medical modules and navigation systems, which will make it possible to prepare robotic complexes more effectively for a variety of emergency scenarios and ensure their stable operation in the face of external interference.

CONCLUSION. Ground-based robotic systems have significant potential to improve the speed and safety of rescue operations, but require further improvements in energy efficiency, integration with emergency management systems, the development of medical modules and integrated countermeasures against external factors.

KEYWORDS: marine medicine, land-based robotic platforms, casualty evacuation, emergency situations, rescue operations, autonomy, modularity, telemedicine, power supply, crawler chassis, wheeled chassis

Введение. Современные чрезвычайные ситуации (ЧС), будь то природные катастрофы, техногенные аварии или военные конфликты, требуют от системы здравоохранения и работы экстренных служб оперативного и высокоэффективного реагирования [1, 2]. Одной из важнейших задач в подобных условиях является безопасная и своевременная эвакуация раненых или пострадавших из зон с повышенной опасностью, где традиционные подходы (ручная транспортировка, применение стандартного санитарного транспорта) оказываются затруднительными или даже невозможными. В последние годы значительное развитие получили наземные роботизированные платформы (НРП), способные повысить эффективность поисково-спасательных (эвакуационных) мероприятий за счет удаленного управления, автономной навигации, модульных конструкций и адаптации под различные сценарии применения¹ [3, 4].

Исследования демонстрируют, что страны с передовыми технологиями в сфере робо-

тотехники (Россия, США, Израиль, Япония, Германия и др.) активно внедряют различные форматы мобильных наземных комплексов для эвакуации пострадавших, поддерживая множество функциональных опций: от установки медицинских модулей до возможностей разведки или разминирования² [5–7]. Российские разработки, такие как «Наземный медицинский роботизированный комплекс» (рис. 1), «Депеша» (рис. 2) и «Багги» (рис. 3), ориентированы не только на военные, но и на задачи спасения в условиях ЧС, предлагая защищенные отсеки для раненых, использование гусеничного или колесного шасси, а также дистанционное управление через VR-устройства [3, 4]. В то же время платформы «Братишка» (рис. 4) и «Сталкер» (рис. 5) обладают повышенной проходимостью для работы в условиях завалов или минной опасности, что особенно актуально в зонах боевых действий и разрушенных зданиях [4].

²Milrem Robotics. THeMIS Unmanned Ground Vehicle: Technical Specifications. – URL: <https://milremrobotics.com/themis/> (дата обращения: 10.07.2024)

¹Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).

³Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).



Рис. 1. Наземный медицинский роботизированный комплекс

Fig. 1. Ground-based medical robotic complex



Рис. 4. «Братишка»

Fig. 4. «Bratishka»



Рис. 2. «Депеша»

Fig. 2. «Depesha»



Рис. 5. Робот-платформа «Сталкер»

Fig. 5. Robot platform «Stalker»



Рис. 3. «Багги»

Fig. 3. «Buggy»



Рис. 6. Гусеничная гибридная модульная пехотная система «THeMIS»

Fig. 6. Tracked Hybrid Modular Infantry System «THeMIS»

На международной арене особое внимание уделяется модульности и универсальности РНП. К примеру, эстонская платформа THeMIS (Milrem Robotics) (рис. 6) способна перевозить более тонны грузов, включая медицинское оборудование, и использоваться для эвакуации под ог-

нем⁴ [10]. Четвероногие роботы (Q-UGV) (рис. 7) в США ориентированы на логистику и могут при

⁴Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).



Рис. 7. Четвероногое беспилотное наземное транспортное средство «Q-UGV» фирмы «Ghost Robotics»

Fig. 7. Quadrupedal Unmanned Ground Vehicle «Q-UGV», Ghost Robotics



Рис. 8. Робот-ассистент по эвакуации с поля боя «Медведь»

Fig. 8. Battlefield Extraction-Assist Robot «BEAR»



Рис. 9. Беспилотная наземная платформа «REX MK II»

Fig. 9. REX MK II unmanned ground platform



Рис. 10. Беспилотный наземный транспортный аппарат – роботизированная несущая система Gereon

Fig. 10. New unmanned ground vehicle, the Gereon Robotic Carrier System

необходимости адаптироваться под транспортировку пострадавших, в то время как бипедальный BEAR (Battlefield Extraction Assist Robot) от DARPA/TATRC (рис. 8) специализируется на переноске раненых по лестницам и труднопроходимым участкам [8, 9]. Израильские решения, такие как Gaurdium Mk 2 или REX MK II (рис. 9), ориентированы на патрульно-боевые операции, но при установке соответствующих модулей позволяют выполнять и эвакуационные функции [4, 5]. В Германии и других странах НАТО разрабатываются колесные тяжелые системы (ARX GEREON, проект CUGS) (рис. 10), обеспечивающие хорошую автономность, поддержку сетей 5G и интеграцию с единой системой управления войсками [5, 7, 10]. В Японии Технологический университет Нагаока создает шагающие роботы (Bloodhound), адаптирован-

ные для поиска и спасения в условиях завалов после землетрясений (рис. 11) [7].

Несмотря на общее стремление разработчиков увеличить универсальность и надежность наземных роботизированных платформ, остается ряд нерешенных вопросов. Среди основных проблем – ограниченное время автономной работы (от 3 до 15 ч) при высоком энергопотреблении, сложность управления в условиях подавления каналов связи и необходимость совершенствования систем стабилизации при перевозке пациентов [2, 3, 8, 11]. Кроме того, усиливается запрос на стандартизацию и совместимость: страны НАТО развивают подход к децентрализованным системам, работающим в общей сети (CUGS), в то время как в России формируется собственная концепция развития робототехники до 2030 г. с ориентацией на военное и граждан-



Рис. 11. Робот «Ищейка»
Fig. 11. Робот «Bloodhound»

ское использование [12]. С медицинской точки зрения первоочередными задачами становятся обеспечение безопасной фиксации раненого, создание базовой поддержки жизнедеятельности (установка медицинского блока – систем мониторинга состояния пострадавшего) и сохранение устойчивости платформы при прохождении пересеченной местности.

Таким образом, актуальность темы определяется необходимостью эффективного применения роботизированных комплексов для эвакуации пострадавших в широком спектре сценариев – от зон боевых действий до чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Систематизированный анализ отечественных и зарубежных разработок позволяет выявить наиболее перспективные решения и направления совершенствования НРП.

Цель. Сопоставить ключевые характеристики различных типов наземных роботизированных платформ (гусеничные, колесные, шагающие, четвероногие), оценить их эффективность в спасательных операциях и предложить рекомендации, способствующие повышению готовности к выполнению медицинских задач по эвакуации в условиях ЧС.

Кроме того, оценить возможности, эффективность и тенденции развития наземных роботизированных платформ для эвакуации, а также выявить факторы, влияющие на их внедрение в систему ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Материалы и методы. Поиск проводился в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и eLibrary с использованием ключевых слов *robotic ground vehicles, casualty evacuation, rescue robotics, military medical robotics*. На пер-

вом этапе было выявлено 50 потенциально релевантных публикаций, из которых 30 отобраны для подробного анализа на предмет описания конструктивных характеристик и практики применения наземных роботизированных платформ. В список литературы включены 16 источников, материалы которых непосредственно цитируются в тексте или приводят описываемые результаты; оставшиеся публикации использовали преимущественно для контент-анализа. Каждую исследованную статью оценивали по критериям наличия описания методов эвакуации, указания ключевых технических параметров и упоминания уровня эффективности (время отклика, автономность). Собранные данные обобщали в сводных таблицах для выявления основных тенденций и сравнения платформ.

Объектом исследования в данной работе выступили наземные роботизированные платформы, предназначенные для эвакуации раненых и пострадавших при чрезвычайных ситуациях различного характера (природные катастрофы, техногенные аварии, боевые действия). Предметом анализа являлись технические и эксплуатационные параметры НРП (тип шасси, грузоподъемность, автономность, способы управления и связи), а также особенности их приспособления к медицинской эвакуации (наличие модульных решений, систем стабилизации раненых и жизнеобеспечения).

Для формирования общей выборки использовали отечественные [1–4, 8] и зарубежные [9–11] источники, опубликованные в научных журналах, монографиях и на официальных сайтах разработчиков роботизированных комплексов. При этом учитывали только материалы, содержащие сведения о реальных или экспериментальных платформах, ориентированных на спасательные операции.

Охвачены исследования, отражающие как текущий уровень развития технологий, так и перспективные проекты, включенные в государственные и международные программы [8, 12].

Критериями включения в обзор явились: 1) наличие описания конструктивных или эксплуатационных характеристик НРП; 2) упоминание методов или сценариев эвакуации раненых; 3) указание или оценка эффективности (время отклика, автономность, степень снижения риска для персонала).

Все выбранные публикации и технические отчеты были подвергнуты процедуре контент-

анализа, в ходе которой выделяли упоминания о медицинском модуле, системе жизнеобеспечения, способе размещения пострадавшего и условиях эксплуатации робота (наличие завалов, боевых действий, радиопомех). Каждому упомянутому параметру присваивали оценку важности для эвакуации (высокая, средняя или низкая) с учетом рекомендаций по робототехническим комплексам [1, 2].

Для сопоставления различных платформ использовали метод сравнения ключевых показателей – полезная нагрузка, тип шасси (гусеничное, колесное, шагающее, четвероногое), заявленная автономность, интеграция с системами дистанционного управления и связь с медицинскими службами^{5,6} [11, 12]. Собранные данные вносили в сводные таблицы, где выявлялись сходства и различия в технических решениях.

Дополнительно изучались практические примеры внедрения НРП в реальных условиях (например, испытания российских образцов «Депеша», «Багги» и зарубежных – THeMIS, BEAR), а также результаты полевых испытаний, описанные в отчетах [5, 10]. Оценивалось насколько роботизированные платформы упрощают задачу транспортировки пострадавших, снижают риск для эвакуационной группы и сокращают время эвакуации.

Ограничением в процессе исследования стало то, что для некоторых иностранных разработок (особенно китайских и израильских систем) информация о медицинских модулях может быть фрагментарной, что ограничивает полноту сравнения [4, 11, 12]. Сценарии тестирования (городская застройка, полевые условия, завалы при землетрясении) часто не унифицированы, поэтому прямое сопоставление платформ может содержать погрешность^{7,8}. Большинство

роботов находятся все еще на стадии опытных или демонстрационных образцов, а полевые испытания не всегда отражают реальную экстремальную ситуацию [6, 10].

Таким образом, материалы и методы исследования основаны на комплексной оценке технических публикаций, сравнительном анализе ключевых характеристик роботизированных платформ и качественном изучении сценариев эвакуации, описанных в открытых источниках. Данный подход позволяет выявить общий уровень развития и перспективы применения наземных роботизированных комплексов для медицинских задач в контексте различных ЧС.

Результаты. Результаты, полученные при анализе отечественных и зарубежных наземных роботизированных платформ, ориентированных на эвакуацию раненых и пострадавших, позволяют выделить ряд ключевых тенденций и факторов, влияющих на эффективность подобных систем. Ниже представлены две обобщенные таблицы (табл. 1, 2), иллюстрирующие основные характеристики отечественных и зарубежных НРП. Их анализ служит основой для обсуждения, в котором затрагиваются технические, эксплуатационные и медико-санитарные аспекты применения описанных систем.

Как видно из табл. 1, данные о роботах получены из технических отчетов и публикаций по отечественным разработкам⁹ [3, 4]. Указанная грузоподъемность и способы эвакуации могут варьировать в зависимости от модульных конфигураций или конкретных условий эксплуатации [4, 10].

Проведенный анализ показал, что среди отечественных НРП, ориентированных на эвакуацию раненых и пострадавших, наиболее часто упоминаются гусеничные и колесные решения с возможностью модульной адаптации. Так, в ряде российских источников [3, 4, 10] зафиксирована грузоподъемность до 250 кг у отдельных моделей, что позволяет одновременно перевозить двух и более пострадавших в положении лежа. При этом отдельные системы предполагают применение бронированного модуля или закрытого контейнера, способного защитить эвакуируемых от осколков и облом-

⁵Лопота А. В., Николаев А. Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).

⁶Milrem Robotics. THeMIS Unmanned Ground Vehicle: Technical Specifications. – URL: <https://milremrobotics.com/themis/> (дата обращения: 10.07.2024)

⁷Лопота А. В., Николаев А. Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).

⁸Milrem Robotics. THeMIS Unmanned Ground Vehicle: Technical Specifications. – URL: <https://milremrobotics.com/themis/> (дата обращения: 10.07.2024)

⁹Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).

Таблица 1

Отечественные роботизированные платформы для эвакуации

Table 1

Russian robotic evacuation platforms

Комплекс	Тип шасси	Грузоподъемность	Особенности эвакуации	Дополнительные функции
Наземный медицинский роботизированный комплекс	Гусеничное	До 250 кг	Эвакуация 1-2 раненых (лежа) Защита от пуль и осколков	Перевозка грузов Возможна установка вооружения или мед. модуля
«Депеша»	Колесное	150 кг	Транспортировка в закрытом контейнере Работа в условиях завалов	FPV-управление (шлем) Использование как дрон-камикадзе
«Багги»	Колесное	250 кг	Эвакуация 2–3 пострадавших Автономный режим движения	Возможность минирования Установка ретрансляторов связи
«Братишка»	Гусеничное	200 кг	Защищенный отсек для раненых Работа в зонах обрушения (руины, окопы)	Управление через VR-очки Запас хода до 16 ч, дальность до 10 км
Робот-платформа «Сталкер»	Гусеничное	Более 250 кг	Работа в условиях минной опасности Очистка завалов (тралом)	Функции разминирования Прокладка путей в зонах ЧС

ков. В некоторых проектах предусмотрены дистанционные режимы управления (через VR-очки, FPV-шлемы), позволяющие оператору избегать прямого пребывания в опасной зоне, а в перспективе – реализовать частичную автономность на заданном маршруте [3, 4].

Особо выделяются разработки, нацеленные на повышенную маневренность при городских операциях (например, колесные платформы с радиусом действия до 10 км), а также гусеничные системы, ориентированные на преодоление завалов и работу в условиях минной опасности [4]. При этом задачи, связанные с эвакуацией в боевых сценариях, нередко дополняются возможностью вооружения или ретрансляции связи. В целом, в отечественных НРП реализован гибридный подход: часть конструкций обеспечивает быстрый вывоз 1-2 человек (при компактном шасси и меньшем запасе хода), тогда как другие роботы обладают увеличенной грузоподъемностью и защитным отсеком для нескольких раненых.

В табл. 2 приведены лишь некоторые наиболее обсуждаемые в литературе зарубежные НРП; реальный перечень шире¹⁰ [5, 10–12]. Часто указывается частичная совместимость перечисленных систем с вооружением и разведывательными сенсорами, однако функции медицинского модуля требуют дополнительных модификаций [4, 9].

Зарубежные решения, упомянутые в научных публикациях [9–12], предлагают еще более универсальный модульный подход. Так, некоторые системы способны изменять функционал (от эвакуации до боевого сопровождения) за счет быстросъемных блоков. В Эстонии (Milrem Robotics) разработана гусеничная платформа с автономностью до 15 ч и возможностью установки медицинского оборудования, что обеспечивает транспортиров-

¹⁰Milrem Robotics. THeMIS Unmanned Ground Vehicle: Technical Specifications. – URL: <https://milremrobotics.com/themis/> (дата обращения: 10.07.2024)

Таблица 2

Зарубежные роботизированные платформы для эвакуации и комплексных задач

Table 2

Foreign robotic platforms for evacuation and complex tasks

Система	Страна/Организация	Основные характеристики	Источник
ARX GEREON	Германия (НАТО)	Модульная платформа для логистики и эвакуации Дистанционное или автономное управление Интеграция с сетями 5G	[5], [7], [12]
THeMIS	Эстония (Milrem Robotics)	Гусеничная платформа, грузоподъемность до 1, 2 т, автономность до 15 ч Возможно оснащение мед. оборудованием	[8], [10]
Bloodhound	Япония	Шагающие системы для поисково-спасательных операций в завалах Участвуют в соревнованиях по обнаружению манекенов	[5]
REX MK II	Израиль	Колесная платформа для патрулирования Возможна адаптация для эвакуации раненых (модульная надстройка)	[2], [4]
Q-UGV	США	Четвероногий робот с ИИ-навигацией, грузоподъемность до 150 кг –Применяется для разведки и при необходимости –эвакуации	[10], [11]

ку большого числа пострадавших. В Германии тестируются варианты интеграции с сетями 5G, что помогает наладить оперативную связь между несколькими роботами в рамках единой спасательной инфраструктуры [5, 9]. Японские исследования [5] демонстрируют ориентацию на шагающие механизмы, которые хорошо подходят для поиска и спасения в условиях масштабных разрушений (например, после землетрясений), но пока имеют ограниченную грузоподъемность и сравнительно низкую автономность.

В ряде статей по системам Израиля и США [3, 5] описываются колесные (REX MK II) или четвероногие (Q-UGV) роботы, изначально спроектированные под военные нужды. Они при необходимости могут быть переоборудованы в носители медицинского модуля, обеспечивая дистанционную транспортировку пострадавших в городских условиях или на пересеченной местности. Однако проблемы автономного питания, а также вопросы совместимости с оборудованием для поддержания жизненных функций пока остаются нерешенными.

Исследования в зарубежных журналах (включая IEEE Transactions on Robotics и Journal of Field Robotics) указывают на тен-

денцию к увеличению уровня искусственного интеллекта (ИИ) в подобных системах. Например, четвероногие роботы с алгоритмами машинного обучения способны самостоятельно оценивать препятствия, искать пострадавших и адаптировать маршрут в режиме реального времени. Такая функциональность позволяет повысить точность передвижения на сложных участках и снижает потребность в постоянном участии оператора [4, 5, 10–12].

Серьезным препятствием, упоминаемым в ряде статей [5, 9, 10], остается ограничение по времени непрерывной работы, когда при использовании аккумуляторных систем требуется частая подзарядка или замена батарей. Некоторые модели (особенно с дизель-электрической схемой) демонстрируют автономность до 15 ч, однако увеличивают вес и уровень шума. Параллельно не до конца отлажены протоколы интеграции с телемедицинскими сервисами: многие роботы оснащены лишь базовыми средствами мониторинга (камера, микрофон), тогда как полный спектр оценки состояния раненого и поддержка жизненно важных функций требуют установки дополнительных медицинских модулей, которым нередко не хватает свободного места и запаса энергии.

Вследствие отсутствия единых технических стандартов почти все авторы обращают внимание на необходимость унификации разъемных решений (накладных медицинских контейнеров, креплений, систем передачи данных), что позволило бы оперативно переориентировать любую универсальную платформу под конкретную задачу эвакуации. По данным Министерства обороны Российской Федерации [3, 5, 10] и европейских оборонных агентств [9], именно модульность и межсистемная совместимость станут главными приоритетами в создании роботизированных комплексов следующего поколения¹¹.

Таким образом, обобщенные результаты свидетельствуют о том, что наземные роботизированные платформы демонстрируют существенный прогресс, позволяя снизить риски для представителей медицинской службы при эвакуации пострадавших. Чтобы сделать данные системы по-настоящему эффективными в любых условиях (от локальных ЧС до масштабных военных конфликтов) требуется дальнейшее совершенствование силовых установок, повышение уровня автономности и более тесная интеграция с медицинским функционалом.

Обсуждение. Совокупность собранных данных по отечественным и зарубежным системам показывает, что НРП для эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях находятся на стадии активного развития и совершенствования. Изученные проекты демонстрируют как высокую вариативность конструктивных решений, так и расширение функционала, связанного с обеспечением безопасной транспортировки и первичной поддержки пострадавших. При этом часть технических решений, ориентированных на боевые действия и логистику, адаптирована к потребностям медицинской службы и зачастую вносятся в платформу модульно, что соответствует современному тренду универсализации робототехники¹² [3, 5, 10, 11].

Уже на этапе первичной оценки технических характеристик становится очевидным, что вы-

бор типа шасси (колесное или гусеничное) определяется конкретными условиями применения. Колесные модели, как правило, проявляют себя эффективнее в городской среде, характеризующейся относительно ровными поверхностями и возможностью быстрого реагирования. Напротив, гусеничные платформы показывают лучшую проходимость и устойчивость в условиях разрушенных объектов, завалов или пересеченной местности, что актуально при спасательных операциях после землетрясений, взрывов и иных катастроф с серьезными структурными повреждениями [4, 10, 12]. Отдельно можно выделить шаговые и четвероногие системы (Япония, США), перспективность которых состоит в том, что они могут осваивать сложные участки рельефа, но все еще испытывают ограничения по грузоподъемности и времени автономной работы [6, 13].

В большинстве описанных разработок прослеживается стремление к созданию комплексной многоцелевой платформы. Так, наличие универсальных креплений и модулей (медицинских, боевых, разведывательных) дает возможность одной и той же системе выполнять широкий спектр задач. С одной стороны, модульный подход позволяет экономить ресурсы и упрощает логистику, а с другой – требует решения вопросов стандартизации интерфейсов, чтобы «общие» медицинские блоки и коммуникационные устройства могли без доработок устанавливаться на различные типы НРП. Согласно обзорам зарубежных экспертов, отсутствие единых технических регламентов по форм-факторам и протоколам связи замедляет внедрение подобных решений в работу спасательных служб [5, 9].

Следует отметить, что одним из ключевых факторов эффективности эвакуационных систем является качество навигации и уровень автономности робота. Анализ зарубежных работ показывает, что передовые комплексы (например, THeMIS, Q-UGV, ARX GEREON) все активнее используют алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания препятствий, самостоятельного обхода опасных участков и точной локализации пострадавших¹³ [4, 11, 12]. Тем не менее даже самые современные системы остаются уязвимы к воздействиям радиоэлек-

¹¹Milrem Robotics. THeMIS Unmanned Ground Vehicle: Technical Specifications. – URL: <https://milremrobotics.com/themis/> (дата обращения: 10.07.2024)

¹²Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSBoSORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025).

¹³Milrem Robotics. THeMIS Unmanned Ground Vehicle: Technical Specifications. – URL: <https://milremrobotics.com/themis/> (дата обращения: 10.07.2024)

тронных помех, а время непрерывной работы ограничено ресурсами аккумуляторов или дизель-электрической установки. Таким образом, будущее развитие, вероятно, будет связано с появлением более энергоэффективных технологий и резервных механизмов связи (например, интеграция с 5G, ретрансляторами дронов и специализированными военными сетями) [5, 9].

Одним из перспективных векторов внедрения НРП является телемедицина, но на практике пока большинство платформ не имеют встроенных средств мониторинга состояния пациента: в роботах чаще всего используются лишь системы видеонаблюдения и базовые датчики движения. Представляется целесообразным расширять возможности медицинских модулей, которые позволяли бы стабилизировать раненого в период транспортировки (например, искусственная вентиляция легких, фиксирующие устройства для позвоночника, капельницы) или оперативно передавать информацию о состоянии пациента в госпиталь для подготовки к приему¹⁴ [3–5]. Более того, именно в направлении дистанционной диагностики и первичного оказания помощи лежат ключевые преимущества роботизации при массовых ЧС, когда дефицит людских ресурсов может стать критическим.

Отмечается и ряд организационных сложностей. Во многих публикациях подчеркивается проблема координации между разными службами (медицинские службы заинтересованных министерств, агентств, ведомств) и отсутствия четкой регламентации использования роботизированных комплексов в единых сценариях реагирования. Например, чтобы интегрировать РНП в существующую систему управления ЧС, требуется совершенствование нормативно-правовой базы и проведение совместных учений с привлечением операторов и врачей. Без этого полноценно использовать возможности роботов (включая гибридные миссии по разведке/эвакуации) затруднительно [5, 10].

Анализ результатов, представленных в отечественных и международных публикациях, подтверждает, что наземные роботизированные платформы способны играть заметную роль в повышении оперативности и безопасности эвакуа-

ции при ЧС. Дальнейшее развитие их проектных решений будет сосредоточено на повышении энергоэффективности, совершенствовании телекоммуникационных каналов, стандартизации модульных конструкций и медицинского оснащения. Все это создаст предпосылки для массового внедрения подобных комплексов в практику как военной, так и гражданской медицины, обеспечивая снижение рисков для персонала и повышение шансов на доставку раненых и пострадавших для своевременного оказания необходимой медицинской помощи.

Заключение. Актуальность применения наземных роботизированных платформ для эвакуации раненых и пострадавших не вызывает сомнений, учитывая увеличение числа чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также растущий спрос на снижение рисков для медицинского персонала в условиях военного конфликта. Проведенный анализ отечественных и зарубежных разработок свидетельствует о многообразии подходов к конструированию НРП: от легких и маневренных колесных комплексов, предназначенных для быстрого реагирования в городских условиях, до тяжелых гусеничных систем, способных функционировать в условиях обрушений и минной опасности.

Наиболее перспективными направлениями дальнейшего развития представляются:

- улучшение энергетической автономности за счет внедрения гибридных или возобновляемых источников питания;
- совершенствование медицинских модулей, включающих расширенный функционал (мониторинг жизненных показателей, поддержка дыхания, телемедицинские сервисы);
- интеграция с системами управления ЧС и с телемедицинской инфраструктурой, а также реализация платформ, способных эффективно взаимодействовать друг с другом в единой сети;
- обеспечение многофункциональности за счет модульного принципа, что позволит быстро адаптировать НРП под эвакуацию, разминирование, разведку или доставку грузов.

Результаты работы могут служить исходной точкой для исследования лучших решений существующих НРП с целью использования роботизированных платформ медицинской службой при ликвидации последствий ЧС и военных конфликтов.

¹⁴Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // DJVU Online. 2019. – URL: <https://djvu.online/file/19dSB0SORoXbw> (дата обращения: 06.02.2025)

Сведения об авторах:

Шуленин Николай Сергеевич – кандидат медицинских наук, начальник организационно-планового отдела Военно-научного комитета; Главное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации; 119160, Москва, ул. Знаменка, д. 14; SPIN: 3497-2982; ORCID: 0009-0008-4567-9279; e-mail: shulenin.ns@gmail.com

Мавренков Эдуард Михайлович – доктор медицинских наук, председатель Военно-научного комитета; Главное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации; 119160, Москва, ул. Знаменка, д. 14; SPIN: 8574-8891; ORCID: 0000-0001-8040-3720; e-mail: ehd-mavrenkov@yandex.ru

Жангиреев Константин Галижанович – начальник научно-технического отдела Военно-научного комитета; Главное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации; 119160, Москва, ул. Знаменка, д. 14; ORCID: 0009-0009-5687-8406; e-mail: zhangireev@mail.ru

Information about the authors:

Nikolay S. Shulenin – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Organizational and Planning Department of the Military Scientific Committee; Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 119160, Moscow, Znamenka Str., 14; SPIN: 3497-2982; ORCID: 0000-0002-9715-0931; e-mail: shulenin.ns@gmail.com

Eduard M. Mavrenkov – Dr. of Sci. (Med.), Chairman of the Military Scientific Committee; Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 119160, Moscow, Znamenka Str., 14; SPIN: 8574-8891; ORCID: 0000-0001-8040-3720; e-mail: ehd-mavrenkov@yandex.ru

Konstantin G. Zhangireev – Head of the Scientific and Technical Department of the Military Scientific Committee; Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 119160, Moscow, Znamenka Str., 14; ORCID: 0009-0009-5687-8406; e-mail: zhangireev@mail.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования – Н. С. Шуленин, Э. М. Мавренков; сбор данных – К. Г. Жангиреев; подготовка рукописи – Н. С. Шуленин, Э. М. Мавренков, К. Г. Жангиреев

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: NSSh, EMM contribution to the concept and plan of the study. KGZh contribution to data collection. NSSh, EMM, KGZh contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Финансирование: исследование проведено без дополнительного финансирования.

Funding: the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 15.01.2025

Принята к печати/Accepted: 15.03.2025

Опубликована/Published: 30.03.2025

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Репин А. В., Кириченко А. Д. Применение наземных робототехнических комплексов для проведения поисково-спасательных работ и эвакуации с поля боя пострадавшего личного состава // *Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации*. 2022. № 1(23). С. 149–159 [Repin A. V., Kirichenko A. D. Application of Ground Robotic Complexes for Search and Rescue Operations and Casualty Evacuation from the Battlefield. *Scientific Problems of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation*, 2022, No. 1(23), pp. 149–159 (In Russ.)].
2. Семенов Н. Е., Полевой Е. В. Система управления самостабилизирующейся роботизированной платформы для эвакуации пострадавшего из зоны ЧС по пересеченной местности // *Применение робототехнических комплексов специального назначения: Сборник трудов XXXII Международной научно-практической конференции, Химки, 1 марта 2022 г. Т. Секция 4. Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям*; 2022. С. 145–148 [Semenov N. E., Polevoy E. V. Control System of the Self-Stabilizing Robotic Platform for Evacuation from Emergency Zones over Challenging Terrain. Application of Robotics Systems for Special Purposes: Proceedings of the XXIII International Scientific and Practical Conference, Khimki, March 1, 2022, Vol. Section 4, Khimki: Academy of Civil Defense, Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, 2022, pp. 145–148 (In Russ.)].
3. Бебешев В. Т., Метелев Д. Н. Обеспечение комплексной защиты наземных робототехнических комплексов военного назначения // *Военная мысль*. 2021. № 2. С. 115–124 [Bebeshev V. T., Metelev D. N. Ensuring Comprehensive Protection of Ground Robotic Military Systems. *Military Thought*, 2021, No. 2, pp. 115–124 (In Russ.)].
4. Корсунский В. А., Наумов В. Н. Перспективы развития военных мобильных робототехнических комплексов наземного базирования в России // *Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана*. 2012. № 10(10). С. 29 [Korsunskiy V. A., Naumov V. N. Prospects for the Development of Military Mobile Ground-

- Based Robotic Systems in Russia. *Bulletin of the Moscow State Technical University named after N.E. Bauman*, 2012, No. 10(10), pp. 29 (In Russ.).
5. Ляпанова С. Д., Суздальцева Е. С. Медицинские роботизированные комплексы для эвакуации раненых и пострадавших: проблемы и перспективы развития // *Студенческий вестник*. 2024. № 38(324). С. 5–7 [Lyapanova S.D., Suzdaltseva E.S. Medical Robotic Systems for the Evacuation of the Injured and Affected: Issues and Prospects. *Student Herald*, 2024, No. 38(324), pp. 5–7 (In Russ.)].
 6. Юдин А. Б., Пригорелов О. Г., Сохранов М. В. Многофункциональная роботизированная медицинская система для эвакуации раненых: обоснование и перспективы разработки // *Журнал военной медицины*. 2018. Т. 339, № 11. С. 10–14 [Yudin A. B., Prigorolev O. G., Sokhranov M. V. Multifunctional Robotic Medical System for Casualty Evacuation: Rationale and Prospects for Development. *Journal of Military Medicine*, 2018, Vol. 339, No. 11, pp. 10–14 (In Russ.)].
 7. Голота А. С., Ивченко Е. В., Крассий А. Б. и др. Разработка медицинских роботов поля боя в вооруженных силах США // *Военно-медицинский журнал*. 2014. Т. 335, № 4. С. 65–68 [Golota A. S., Ivchenko E. V., Krassey A. B., et al. Development of Battlefield Medical Robots in the U.S. Armed Forces. *Military Medical Journal*, 2014, Vol. 335, No. 4, pp. 65–68 (In Russ.)].
 8. Баранник А. Ю., Лагутина А. В., Дудоров Е. А., Асхадеев А. И. Перспективные сценарии применения робототехнических комплексов // II Научно-практическая конференция по развитию робототехники в области обеспечения безопасности жизнедеятельности «RoboEmercom»: Сборник материалов конференции, Москва, 16 сентября 2022 года. Москва: ВНИИ по проблемам гражданской обороны и ЧС МЧС России, 2022. С. 42–53 [Barannik A. Yu., Lagutina A. V., Dudorov E. A., Ashadeev A. I. Prospective Scenarios for the Application of Robotic Complexes. II International Scientific and Practical Conference on the Development of Robotics in the Field of Life Safety, Proceedings, Moscow, 16 September 2022. – Moscow: Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, 2022, pp. 42–53 (In Russ.)].
 9. Гребенюк А. Н., Лисина Е. А., Лисин П. Л., Старков А. В. Медицинские технические устройства для медицинской эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2020. № 1. С. 21–35 [Grebenyuk A. N., Lisina E. A., Lisin P. L., Starkov A. V. Medical Technical Devices for the Evacuation of the Injured and Affected in Emergency Situations. *Medico-biological and Socio-Psychological Issues of Safety in Emergency Situations*, 2020, No. 1, pp. 21–35 (In Russ.)]. doi: 10.25016/2541-7487-2020-0-1-21-35.
 10. Матушкин В. Л., Случанинов Н. Н., Брайко А. П. Мобильные робототехнические комплексы для ВС РФ // *Комплексные технологии в механике и транспортном строительстве: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Г.Н. Гаврилова, Петергоф, 14 декабря 2022 года*. Санкт-Петербург: Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений), 2023. С. 103–110 [Matushkin V. L., Sluchaninov N. N., Brayko A. P. Mobile Robotic Complexes for the Russian Armed Forces. *Complex Technologies in Mechanics and Transport Construction: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference in Memory of Prof. G.N. Gavrilov, Petergof, 14 December 2022*, St. Petersburg: Military Institute (Railway Troops and Military Communications), 2023, pp. 103–110 (In Russ.)].
 11. Селиверстов П. А., Шапкин Ю. Г. Возможности и эффективность применения телемедицинских технологий в условиях боевых действий (обзор литературы) // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2024. № 3. С. 66–76 [Seliverstov P. A., Shapkin Yu. G. Capabilities and Effectiveness of Telemedicine Technologies under Combat Conditions (Literature Review). *Medico-biological and Socio-Psychological Issues of Safety in Emergency Situations*, 2024, No. 3, pp. 66–76 (In Russ.)]. doi: 10.25016/2541-7487-2024-0-2-66-76.
 12. Александров А. О., Рябцев С. В. Обзор и анализ зарубежных робототехнических комплексов для поиска, извлечения, эвакуации и медицинской помощи пострадавшим в полевых условиях // *Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Робототехника»: Сборник статей V Всероссийской научно-технической конференции, Анапа, 19–20 июля 2023 года*. – Анапа: ФГУ «Военный инновационный технополис «ЭРА»», 2023. С. 343–354 [Aleksandrov A. O., Ryabtsev S. V. Review and Analysis of Foreign Robotic Complexes for Search, Extraction, Evacuation and Medical Assistance in Field Conditions. *State and Prospects for the Development of Modern Science in the Field of Robotics: Proceedings of the V All-Russian Scientific and Technical Conference, Anapa, 19–20 July 2023*, Anapa: FGU “Military Innovative Technopark ERA”, 2023, pp. 343–354 (In Russ.)].
 13. Дэвис М. К., Гилберт Г. Balancing Autonomy and Combat Casualty Care // *Combat & Casualty Care Magazine*. Spring. 2018. С. 26–27 [Davis M. K., Gilbert G. Balancing Autonomy and Combat Casualty Care. *Combat & Casualty Care Magazine*, Spring, 2018, pp. 26–27].