

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ ACTUAL PROBLEMS OF MEDICAL EVACUATION

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-4-82-90>  
УДК 614.2:004.896:355.72

Обзорная статья  
© ФМБЦ им.А.И.Бурназяна

## РОБОТИЗИРОВАННЫЕ И БЕСПИЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ РАНЕНЫХ. СООБЩЕНИЕ 1. НАЗЕМНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ: АНАЛИЗ ОПЫТА ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗНЫХ СТРАНАХ МИРА

И.В.Маркин<sup>1</sup>, А.Я.Фисун<sup>2</sup>, П.К.Потапов<sup>3</sup>, Е.А.Журбин<sup>1</sup>, Н.С.Носков<sup>1</sup>, К.Ю.Шахов<sup>1</sup>,  
П.А.Овчинников<sup>1</sup>, А.С.Скиданова<sup>4</sup>

- <sup>1</sup> ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА» Минобороны России, Анапа, Россия  
<sup>2</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия  
<sup>3</sup> АНО ДПО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт», Санкт-Петербург, Россия  
<sup>4</sup> ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

**Резюме.** Цель исследования – проанализировать современные зарубежные разработки, применяемые для проведения наземной роботизированной медицинской эвакуации (МЭ) раненых и охарактеризовать основные тенденции их развития.

**Материалы и методы исследования.** Материалы исследования – открытые источники информации: научные публикации в системах Google Scholar, Semantic Scholar, электронной библиотеке eLIBRARY, новостные публикации, размещенные в сети «Интернет», и др.

**Методы исследования** – методы обобщения и контент-анализа, аналитический метод, методы сравнения и описания, метод прогнозирования.

**Результаты исследования и их анализ.** Представлены и проанализированы тактико-технические характеристики 16 наземных роботизированных комплексов, используемых разными странами для проведения МЭ. Определены их положительные качества, существенно уменьшающие затраты человеческой энергии в ходе проведения медицинской эвакуации. Наряду с этим отмечены недостатки роботизированных комплексов, использование которых может сопровождаться дополнительной травматизацией раненого в ходе эвакуации.

Сделан вывод, что внедрение роботизированных комплексов в медицинскую эвакуацию особенно актуально, учитывая увеличение количества чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, а также растущий спрос на снижение рисков для медицинского персонала в условиях современных военных (вооруженных) конфликтов.

**Ключевые слова:** беспилотные комплексы, военные (вооруженные) конфликты, медицинская эвакуация, наземные роботизированные комплексы, поисково-спасательные роботы, раненые

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

**Для цитирования:** Маркин И.В., Фисун А.Я., Потапов П.К., Журбин Е.А., Носков Н.С., Шахов К.Ю., Овчинников П.А., Скиданова А.С. Роботизированные и беспилотные комплексы для медицинской эвакуации раненых. Сообщение 1. Наземные роботизированные системы для медицинской эвакуации: анализ опыта их применения в разных странах мира // Медицина катастроф. 2025. №4. С. 82-90. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-4-82-90>

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-4-82-90>  
UDC 614.2:004.896:355.72

Review article  
© Burnasyan FMBC FMBA

## ROBOTIC AND UNMANNED COMPLEXES FOR MEDICAL EVACUATION OF THE WOUNDED. MESSAGE 1: GROUND-BASED ROBOTIC SYSTEMS FOR MEDICAL EVACUATION. ANALYSIS OF APPLICATION EXPERIENCE IN DIFFERENT COUNTRIES OF THE WORLD

I.V.Markin<sup>1</sup>, A.Ya.Fisun<sup>2</sup>, P.K.Potapov<sup>3</sup>, E.A.Zhurbin<sup>1</sup>, N.S.Noskov<sup>1</sup>, K.Yu.Shakhov<sup>1</sup>,  
P.A.Ovchinnikov<sup>1</sup>, A.S.Skidanova<sup>4</sup>

- <sup>1</sup> Military Innovative Technopolis "ERA", Anapa, Russian Federation  
<sup>2</sup> Branch of Military Medical Academy, Moscow, Russian Federation  
<sup>3</sup> St. Petersburg Medical and Social Institute, St. Petersburg, Russian Federation  
<sup>4</sup> State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

**Summary.** Modern medical evacuation measures have undergone a major transformation due to the identification of a large number of outdated organizational and material aspects. Undoubtedly, a Special Military Operation has become

a significant impetus for fundamental changes. One of the key points was the serious integration of robotic complexes into the evacuation system.

The purpose of the study is to analyze modern world developments used for ground-based robotic medical evacuation of the wounded and identify the main development trends.

*Research materials and methods.* Open sources of information, publications were searched in Google Scholar, Semantic Scholar, and the eLibrary electronic library, news publications posted on the Internet were viewed, etc.

*Results.* The technical characteristics of more than 10 ground-based robotic complexes used by different countries to provide evacuation measures have been found and analyzed. Their positive qualities have been identified, which significantly simplify human efforts during evacuation. Along with this, the disadvantages of these robotic systems are also noted, which may lead to additional injury to the victim during evacuation.

*Conclusion.* The introduction of robotic complexes into the evacuation system is especially important, given the increasing number of natural and man-made emergencies, as well as the growing demand for risk reduction for medical personnel in modern wars and military conflicts. Already today, such complexes solve the tasks of searching for victims in difficult conditions and transporting people to a safe place in automatic mode.

**Key words:** ground-based robotic systems, medical evacuation of the wounded, search and rescue robots, tactical and technical characteristics, unmanned systems, victims, wars and military conflicts

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest

**For citation:** Markin I.V., Fisun A.Ya., Potapov P.K., Zhurbin E.A., Noskov N.S., Shakhov K.Yu., Ovchinnikov P.A., Skidanova A.S. Robotic and Unmanned Complexes for Medical Evacuation of the Wounded. Message 1: Ground-Based Robotic Systems for Medical Evacuation. Analysis of Application Experience in Different Countries of the World. *Meditsina Katastrof = Disaster Medicine*. 2025;4:82-90 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-4-82-90>

#### **Контактная информация:**

**Маркин Илья Владимирович** – канд. техн. наук, старший научный сотрудник ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА» Минобороны России

**Адрес:** Россия, 353456, Краснодарский край, г. Анапа, Пионерский пр-т, д. 41

**Тел.:** +7 (915) 867-04-40

**E-mail:** ilya.markin.92@bk.ru

#### **Contact information:**

**Ilya V. Markin** – Cand. Sc. (Techn.), Senior Research Fellow of Military Innovative Technopolis "ERA", Anapa, Russian Federation

**Address:** 41, Pionerskiy Ave., Anapa, Krasnodar Region, 353456, Russia

**Phone:** Тел.: +7 (915) 867-04-40

**E-mail:** E-mail: ilya.markin.92@bk.ru

#### **Введение**

Специальная военная операция (СВО) представляет собой конфликт нового типа, ключевой особенностью которого является широкое применение роботизированных комплексов (РК) и беспилотных систем (БС) – как для непосредственного поражения противника, так и для ведения разведки, доставки боеприпасов и малогабаритных грузов.

Данная тенденция в технологиях оказала двойственное влияние на организацию медицинского обеспечения в зоне боевых действий. С одной стороны, повсеместное применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА, беспилотники, дроны) сделало работу медицинских специалистов более опасной, поскольку они часто становятся приоритетными целями для противника, что значительно повысило риски для их жизни при оказании медицинской помощи и проведении медицинской эвакуации (МЭ) раненых. С другой стороны, те же технологии открыли принципиально новые возможности для медицинского обеспечения – РК и БС позволяют вести медицинскую разведку для поиска раненых в труднодоступных районах, доставлять индивидуальные аптечки и медикаменты непосредственно к раненым под огнем противника. Параллельно с этим, с театра военных действий (ТВД) все чаще появляются сообщения о разработке и практическом применении РК и БС для проведения медицинской эвакуации.

Медицинская эвакуация с линии боевого соприкосновения при помощи РК и БС – сложная задача, требующая взаимодействия между роботом, оператором роботизированного средства, санитарным инструктором и раненым. За последние 10-15 лет достижения в области сложных приводных и управляющих систем

привели к развитию робототехнической МЭ, которая, по сравнению с поисковой робототехникой, не так широко обсуждается в научной литературе но в то же время из-за наличия перспектив и высокой актуальности является быстрорастущей областью исследований [1].

В настоящее время большое внимание разработке РК и БС для медицинской эвакуации уделяется в таких странах, как США, Израиль, Германия и Украина. Необходимо подчеркнуть, что для решения данной проблемы разрабатываются наземные, воздушные и надводные РК и БС. В Сообщении 1 авторы рассматривают зарубежные наземные РК и БС для проведения медицинской эвакуации.

**Цель исследования** – проанализировать современные зарубежные разработки, применяемые для проведения наземной роботизированной медицинской эвакуации и охарактеризовать основные тенденции их развития.

**Материалы и методы исследования.** Материалы исследования – открытые новостные публикации, размещенные в сети «Интернет»; научные публикации в системах Google Scholar, Semantic Scholar, eLIBRARY; патентные документы баз WIPO – Всемирная организация интеллектуальной собственности и USPTO – Ведомство по патентам и товарным знакам, США; аналитические отчеты информационно-аналитического центра национальной обороны и безопасности США об используемых роботизированных комплексах и беспилотных системах в армии США для решения задач медицинской эвакуации раненых.

Методы исследования – методы обобщения и контент-анализа, аналитический метод, методы сравнения и описания, метод прогнозирования.

**Результаты исследования и их анализ.** Согласно отчету [1] за 2024 г. о состоянии автономных роботизированных платформ, подготовленному на базе информационно-аналитического центра национальной обороны и безопасности США, разработка и внедрение РК и БС для медицинской эвакуации сталкивается с целым рядом технических, операционных и этических проблем:

1. Современные роботизированные системы ограничены автономностью и требуют дистанционного управления или вмешательства из-за недостаточного развития искусственного интеллекта (ИИ).

2. Радиоэлектронная борьба и помехи делают систему неработоспособной.

3. Задержки в передаче данных могут критически повлиять на своевременность оказания медицинской помощи.

4. Навигация в сложных динамически меняющихся условиях.

5. Бронезащита и устойчивость к внешним факторам.

6. Энергопотребление, поскольку автономные системы требуют мощных источников питания, которые часто ограничивают время работы.

7. Медицинские и этические вызовы – автономные системы, принимающие решение о лечении, могут стать причиной юридических и этических конфликтов, особенно в случае летального исхода.

8. Тактические и организационные барьеры и, как следствие, возникновение сложностей при интеграции РК и БС в войска.

9. Сложная координация с медицинским персоналом. В критических ситуациях роботы не всегда могут заменить медицинских работников.

В настоящее время исследования в области автономного поиска раненых сосредоточены на использовании роботов в автономных и полуавтономных многороботных командах. Ведется работа над методологиями и ИИ, необходимыми для того, чтобы роботы выполняли задачу не только совместно с другими РК и БС, но и вместе с поисково-спасательной командой или эвакуационной группой, имеющими минимальную подготовку к проведению МЭ [2].

Одна из важнейших задач медицинской эвакуации – минимизация дополнительной травматизации и усугубления травм у раненого во время его погрузки и транспортировки. Кроме того, все существующие системы основаны на прямом непрерывном контроле оператора, что приводит к проблемам при работе в удаленных местах со слабой сетевой инфраструктурой.

Внедрением РК и БС в процесс медицинской эвакуации зарубежные профильные ведомства начали заниматься на рубеже XX–XXI вв. Одной из первых таких разработок стал американский комплекс BEAR.

BEAR («Battlefield Extraction-Assist Robot», США) – это робот-ассистент по эвакуации с поля боя, главной особенностью которого является использование гуманоидоподобной конструкции. Модель создана для погрузки и транспортировки пострадавшего «на руках». Принцип работы – приближение к раненому, наклон, погрузка на руки, перемещение в безопасную зону. Метод подъема человека роботизированными руками эффективен, но не безопасен при дальнейшей транспортировке [3]. Недостатки BEAR заключаются в том, что для безопасного подъема «на руки» и перемещения раненого у последнего не должно быть

травм головы, шеи и нижних конечностей. Указанные моменты имеют основополагающее значение и должны быть учтены при МЭ пострадавшего.

Проблемы подъема человека с помощью двух роботизированных «рук» пытались решить в проекте CRONA («Vecna Robotics», США). Данный комплекс оптимизирует процесс перемещения раненых, акцентируя внимание на необходимости их транспортировки на носилках, а не на постоянном переносе на «руках».

Основная проблема роботов данного типа – отсутствие поддержки головы. Из-за сложной конструкции и высокого профиля роботы-гуманоиды не получили широкого распространения. Для решения этой проблемы были упрощены транспортировочные платформы. Одним из таких проектов стал РК Valkyrie [4].

Робот Valkyrie является модификацией Packbot (США), который применялся в Афганистане и Ираке для обезвреживания взрывных устройств. Оператор дистанционно управляет роботом, который подъезжает к раненому, после чего последний должен перекачаться на гибкие носилки для транспортировки в безопасную зону. Благодаря оптимизированной конструкции гибких носилок обеспечивается высокая маневренность при транспортировке раненых. Однако в условиях неоднородной местности могут возникнуть проблемы [5].

Аналогами Valkyrie являются ResQbot, RTE, TrackReitar Medical: A Rescue Robot.

ResQbot («Imperial College London», Великобритания) – это платформа, состоящая из конвейера-носилка, прикрепленного к мобильной базе с дифференциальным приводом. Порядок погрузки состоит из следующих этапов: 1 – ResQbot подъезжает к раненому; 2 – раненый самостоятельно или при помощи санитара укладывается спиной к конвейеру; 3 – конвейер погружает раненого; 4 – раненый фиксирует себя ремнями самостоятельно или с помощью санитара. Принцип погрузки позволяет соблюсти ключевые параметры безопасности и избежать потенциально возможных дополнительных травм головы, шеи и спины. Конвейер оснащен ремнями для закрепления раненого во время транспортировки. Мобильная база оборудована стереокамерами, которые обеспечивают необходимую обратную связь во время работы и дальнейшее автономное обнаружение раненых роботом [6].

RTE («Rosenbauer», Австрия) – робот-эвакуатор, который представляет собой гусеничную многофункциональную роботизированную платформу. Процесс работы RTE: веревка с карабином прикрепляется к ремню с помощью роботизированной «руки», которая возвращается в исходное положение. Затем робот разворачивается на 180° к раненому. После разворота опускается рампа, далее лебедка и направляющая веревка подтягивают раненого на транспортную опору. Перед началом транспортировки рампа снова поднимается, чтобы увеличить опорную поверхность и обеспечить пострадавшему удобное горизонтальное положение. Используя модульную сенсорную систему, RTE способен точно определять местоположение раненого [7].

TrackReitar Medical: A Rescue Robot («LeoTronics», Великобритания) – гусеничный комплекс с дифференциальным управлением. Управляется дистанционно или автономно при помощи предварительного программирования. Благодаря ИИ робот определяет оптимальный маршрут движения, укладывает раненого

на носилки и, согласно программе, эвакуирует его до требуемой точки на карте. Робот может быть оснащен кислородными баллонами, медицинским реанимационным оборудованием, системами внутривенного (в/в) введения и т.д. Недостаток системы – отсутствие автономной погрузки на носилки. Погрузка осуществляется самостоятельно либо с помощью санитара [8].

Помимо описанных РК и БС, для медицинской эвакуации раненых используют сложные двухкомпонентные системы.

Платформа Robotic Extraction and Evacuation (США) состоит из двух частей: большого бронированного REV и меньшего по размерам роботизированного REX. REV доставляет REX к зоне боевых действий, где тот выгружается и извлекает раненого, погружая его на носилки. Затем раненый перегружается обратно в REV для его транспортировки до следующего этапа оказания медицинской помощи. В REV установлена система жизнеобеспечения LSTAT, которая контролирует жизненно важные показатели и может выполнять функции мобильного отделения интенсивной терапии. Со временем LSTAT была заменена на LS-1 [9].

Имеются сложности с использованием у REX манипулятора для погрузки раненого на носилки, которые заключаются в определении правильного порядка захвата манипулятором человека, находящегося без сознания. При таком захвате существует риск возникновения новых травм и усугубления уже имеющихся. Помимо этого, робот может опрокинуться при погрузке раненого.

Поэтапная схема использования данных систем представлена на рис. 1.

Для МЭ пострадавших разрабатываются многофункциональные и адаптируются существующие РК и БС, предназначенные для доставки полезных грузов. Использование специальных модулей позволяет данным РК и БС поддерживать широкий функционал. Подобными платформами для модулей являются: TITAN, Squad Mission Support System (SMSS), Mission Master SP и Rook. В данные платформы интегрированы следующие дополнения: системы преодоления противопехотных заграждений; приспособления для борьбы со взрывными устройствами и системами обнаружения; системы ретрансляции связи и обнаружения применения химического, биологического, радиологического и ядерного оружия; ковш для инженерных работ; стойки для крепления носилок [10].

Робот TITAN («QinetiQ», Великобритания) имеет режим «тихого хода», работает автономно, оснащен тактическим роботизированным контроллером с 6,5-дюймовым монитором и робототехническим аппликационным комплектом для интеграции камер, микрофонов и радиосистем [11].

Squad Mission Support System («Lockheed Martin», США) – комплекс с возможностью размещать носилки с обеих сторон или в кузове, может работать автономно по координатам или с дистанционным управлением. Оснащен набором датчиков и инфракрасными камерами, позволяющими ориентироваться в пространстве, следовать за оператором или придерживаться заранее запрограммированных маршрутов [3].

Mission Master SP («Rheinmetall», Германия) – малогабаритный многофункциональный модульный РК и БС.



Рис. 1. Поэтапная работа систем REX/REV/LSTAT: 1 – выгрузка REX; 2 – загрузка и перевозка раненого; 3 – перемещение раненого в REV; 4 – контроль жизненно важных показателей раненого с помощью системы LSTAT

Fig. 1. Step-by-step operation of the REX/REV/LSTAT systems: 1 – unloading the REX; 2 – loading and transportation of the wounded; 3 – moving the wounded man to the REV; 4 – monitoring of vital signs of the wounded using the LSTAT system

В комплекс включен один из нескольких возможных модулей «Спасение», предназначенных для МЭ и обеспечения транспортировки пострадавших, нуждающихся в наблюдении. Робот оснащается респираторами, дефибриллятором, термоконтейнерами, фиксаторами головы и ног [12]. Комплекс способен самостоятельно находить маршрут и избегать препятствий. Система поддерживает несколько вариантов дистанционного управления, включает разные уровни защиты, гарантируя безопасную работу транспортного средства.

Проект Ziesel CasEvac UG («Diehl Defence», Германия) – комплекс, который разрабатывается как средство для поддержки пехоты. Размеры позволяют данному РК и БС работать в густом лесу. Ziesel имеет высокую проходимость. Управление возможно через одноручное устройство или планшет с дневными/ночными камерами. Комплекс оснащен системой мониторинга жизненно важных показателей, видеосвязью, дефибриллятором, аппаратом искусственной вентиляции легких (ИВЛ), кислородным концентратором и креплениями для носилок.

Rook («Elbit Systems», Израиль) – это робот, поддерживающий функцию «следования за личным составом», а также возможность дистанционного управления в режиме реального времени. Rook передвигается по указанным маршрутам и преодолевает препятствия при помощи сенсорно-коммуникационной системы Elbit Torch-X RAS [13].

Заслуживают отдельного внимания многофункциональные комплексы, которые используются боевиками Вооруженных Сил Украины (ВСУ) в зоне СВО.

Tracked Hybrid Modular Infantry System («Milrem Robotics», Эстония) – THeMIS Cargo CASEVAC (рис. 2) обеспечивает быструю транспортировку раненых с места огневого контакта, позволяя снизить потребность в личном составе для выполнения данной задачи. Транспортное средство приспособлено под большинство носилок, применяемых странами НАТО [14].

Комплексы различных модификаций приобретены 16 странами, в том числе Украиной.

«Вислюк» («Robotic Systems», Украина) – комплекс, представленный гусеничной электрической машиной. После успешных испытаний РК разработчики заявили, что «Вислюк» будет использоваться в качестве транспортера грузов с возможностью установки на него боевых модулей.



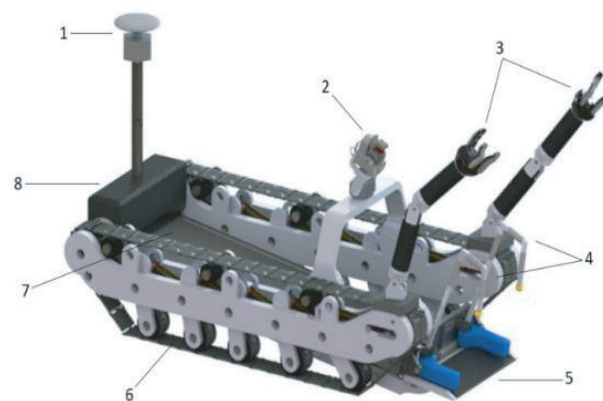
**Рис. 2.** Многоцелевое беспилотное наземное транспортное средство THeMIS Cargo CASEVAC эвакуирует боевика ВСУ в зоне СВО  
**Fig. 2.** The multi-purpose unmanned ground vehicle THeMIS Cargo CASEVAC evacuates a militant of the Armed Forces of Ukraine in its area

«Вислюк» имеет такие плюсы, как простая конструкция и проводная линия управления, с перспективой внедрения оптоволоконной связи для увеличения радиуса действия и снижения уязвимости. Однако у комплекса есть недостаток – отсутствие баллистической защиты, что делает его уязвимым для пуль и осколков вблизи передовой.

Использование модульных многофункциональных конструкций в указанных РК и БС позволяет быстро заменять поврежденные части и таким образом оперативно восстанавливать их работоспособность без привлечения технических специалистов. Первоначально данная концепция «многофункциональности» – транспортировки боеприпасов и полезных грузов, в том числе необходимых медикаментов, на передовую, их разгрузки и МЭ раненых может показаться логичной и эффективной. Однако следует учитывать фундаментальное различие между транспортировкой материальных объектов и МЭ раненых, требующее введения протоколов безопасной езды, систем расширенного мониторинга состояния пострадавших и разработки новых этических норм.

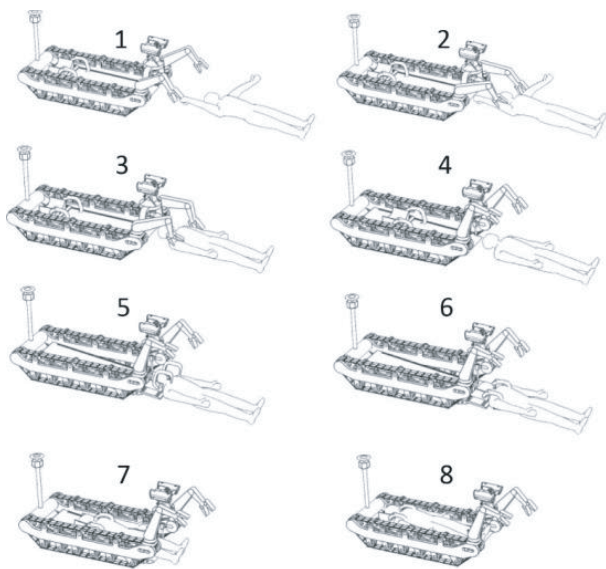
На основе анализа открытых источников выявлены следующие перспективные разработки. Адам Уильямс и др. [15] предлагают конструкцию спасательного робота: полуавтономный робот для МЭ пострадавших (SAVER) (рис. 3.1). Предложенный концептуальный проект финансируется исследовательским центром телемедицины и передовых технологий армии США. Предлагаемая система рассчитана на среднестатистического солдата в полном боевом снаряжении массой около 135 кг.

По замыслу разработчиков, данный РК и БС доставляется на линию боевого соприкосновения с использованием таких внешних средств, как SMSS и REV, или десантируется с воздуха. SAVER автономно обнаруживает раненого, подъезжает, оценивает положение его тела, затем передвигает раненого так, чтобы его можно было перенести на носилки без нанесения дополнительных травм. Система поддержки головы опускается вниз по носилкам и стабилизирует голову и шею, а затем зацепляет крючки для поддержки плеч. Далее пострадавшего медленно подтягивают на наклоненные носилки. Последовательные этапы погрузки раненого системой



**Рис. 3.1.** Устройство РК и БС «SAVER»: 1 – система всенаправленной связи; 2 – интегрированная сенсорная система; 3 – манипуляторная система HDMS; 4 – система захвата плеча; 5 – совместимая система поддержки головы и шеи; 6 – гусеничный модуль передвижения с подвеской; 7 – носилки; 8 – приводная система

**Fig. 3.1.** RC and BS device "SAVER": 1 - Omnidirectional Communication System; 2 - Integrated Sensor System; 3 - HDMS Manipulator System; 4 - Shoulder Grasp System; 5 - Compatible Head and Neck Support System; 6 - Tracked Travel Module with Suspension; 7 - Stretcher; 8 - Drive System



**Рис. 3.2.** Последовательные этапы погрузки раненого системой SAVER: 1 – определение местоположения раненого; 2 – оценка позы раненого; 3 – выравнивание положения тела для захвата; 4 – развертывание систем погрузки раненого; 5 – стабилизация положения головы и шеи; 6 – захват и поддержка плеч; 7 – погрузка раненого на носилки; 8 – транспортировка

**Fig. 3.2.** Sequential stages of loading the wounded with the SAVER system: 1 – determining the location of the wounded; 2 – assessing the position of the wounded; 3 – aligning the body position for capture; 4 – deploying loading systems for the wounded; 5 – stabilizing the position of the head and neck; 6 – capturing and supporting the shoulders; 7 – loading the wounded onto a stretcher; 8 – transportation

SAVER представлены на рис. 3.2. Для успешного выполнения операций SAVER спроектирован как полуавтономная система. Перемещение к уже обнаруженному раненому и его последующая МЭ могут выполняться автономно. Разработчики заявляют, что данный РК и БС будет автономно перемещаться по пересеченной местности, минуя преграды и учитывая ее рельеф. Для комплекса разработана автономная система стабилизации головы [16].

Второй перспективной разработкой является Expeditionary Modular Autonomous Vehicle («Pratt Miller Engineering», США) – экспедиционная модульная автономная машина, успешно продемонстрировавшая свои возможности в Центре воздушных и наземных боевых действий Корпуса морской пехоты во время учений «Apollo Shield 2023». Одна из отличительных особенностей комплекса – его способность преодолевать крутые склоны [3]. Более подробного описания указанной машины в открытых источниках нет.

Тактико-технические характеристики (ТТХ) некоторых РК и БС представлены в таблице. В настоящее время в открытой литературе отсутствует исчерпывающая информация о ТТХ ряда РК и БС, включая BEAR, CRONA, Valkyrie, а также ResQbot (Великобритания).

Анализ данных из открытых источников показывает, что осуществление МЭ раненых и пострадавших с линии боевого соприкосновения с помощью РК и БС представляет собой сложный и многогранный процесс, включающий в себя как технические инновации, так и организационные трансформации.

В настоящее время в РК и БС активно внедряются технологии ИИ для автоматизации процессов поиска и обнаружения раненых. Значительные усилия направлены

на совершенствование алгоритмов и механизмов погрузки пострадавших на борт РК. Анализ функциональных возможностей рассматриваемых комплексов показывает, что большинство из них способны выполнять задачи по доставке медицинского имущества, передаче оперативной информации медицинскому персоналу, по подготовке пострадавших к МЭ и дальнейшему ее проведению.

Вместе с тем, необходимо отметить существенные пробелы в зарубежных исследованиях: недостаточное внимание уделяется вопросам медицинской сортировки, организации МЭ в условиях активных боевых действий с массовыми санитарными потерями. Кроме того, отсутствует четкое понимание того, какими профессиональными навыками должны обладать операторы наземных РК и БС для проведения МЭ.

На основе вышеизложенного закономерно возникают следующие вопросы. Как выглядит оптимальная организационно-штатная структура подразделения операторов медицинской робототехники? Какие дополнительные технические требования следует предъявлять к РК и БС для обеспечения безопасной и эффективной МЭ? Как должна быть организована система взаимодействия между роботизированными комплексами и человеческими ресурсами, задействованными для МЭ с целью достижения максимальной синергии?

### Заключение

В настоящее время интеграция роботизированных комплексов в систему эвакуационных мероприятий находится на этапе активного становления. Некоторые из вышеперечисленных наземных РК уже применяются на поле боя в качестве средств МЭ. Данный процесс определяется условиями и тактикой ведения современных войн и вооруженных конфликтов. Разработка и внедрение наземных роботизированных средств МЭ – это прямой ответ на вызовы современного асимметричного и высокотехнологичного поля боя. Представленный анализ РК и БС демонстрирует их колоссальный потенциал для спасения жизней.

Интеграция РК в систему МЭ представляет собой комплексную задачу, требующую решения ряда критически важных вопросов. Прежде всего, необходимо определить оптимальную модель подготовки операторов РК для МЭ, создав гибридную специальность «оператор медицинской робототехники» с базовой медицинской подготовкой и углубленным изучением робототехнических систем.




Масштабирование эвакуационных мероприятий при массовых потерях потребует разработки «роевых» алгоритмов управления группой РК и создания модульных систем с системами ИИ для автоматической сортировки пострадавших. В тактическом плане приоритетными направлениями являются точечное применение РК для медицинской разведки в зонах повышенной опасности, медицинской эвакуация из труднодоступных мест и работа в условиях химического или радиологического заражения с перспективой создания автоматизированных эвакуационных коридоров.

Организационно-штатная структура должна предусматривать формирование на уровне батальона специализированного подразделения из 6-8 операторов РК и БС с парком из 8-12 РК.

Существующие протоколы МЭ требуют: кардинальной модификации с включением роботизированной разведки как обязательного элемента; разработки новых

Таблица / Table  
**Тактико-технические характеристики зарубежных роботизированных комплексов и беспилотных систем, адаптированных для медицинской эвакуации**  
 Tactical and Technical Characteristics of foreign Robotic Complexes and Unmanned Systems adapted for medical evacuation

Наименование (страна-производитель)	Внешний вид	Опыт применения	Основные тактико-технические характеристики					продолжительность работы, ч
			габариты, см	масса, кг	грузоподъемность, кг	максимальная скорость, км/ч	плечо мед. эвакуации	
TITAN (Британия)		В сентябре 2019 г. проведены испытания на полигоне в Алабаме, США	200x210x100	910	680	24	–	72 – автономно
THeMIS Cargo CASEVAC (Эстония)		Операция «Бархан» в Республике Мали, Западная Африка, СВО	247x204x117	1630	750	20	–	8–10 – гибридно 0,5–1,5 (электрически)
Гусеничный поисково-спасательный робот RTE (Австрия)		Европейские испытания наземных роботизированных систем в 2022 г.	120x80x36	350	650	5	До 200 м	До 20
TrackReitar Medical: A Rescue Robot (Великобритания)		–	100x780x50	120	100	10	–	6–7
Ziesel CasEvac UG (Германия)		–	131x123	350	500	20	До 40 км	–
Expeditionary modular autonomous vehicle (США)		21 октября 2023 г. во время проведения учений морской пехоты в Калифорнии, США	384x150	3100	3270	70	–	–
«Віслок» (Украина)		СВО	186x107x97	450	200	10	–	До 2 До 24 – автономно
«SAVER» (США)		–	221x120x125	180	135	–	–	–

Наземные роботизированные комплексы на колесном ходу									
Наименование (страна-производитель)	Внешний вид	Опыт применения	Основные тактико-технические характеристики						
			габариты, см	масса, кг	грузоподъемность, кг	максимальная скорость, км/ч	плечо мед. эвакуации	продолжительность работы, ч	
SMSS (США)		Боевые действия в Республике Афганистан	360x180x210	1800	–	24	До 200	До 8	
Mission Master SP (Германия)		–	295x155	750	600	30	900	72	
Rook (Израиль)		–	270x160x120	1200	1200	30	–	8	

маршрутов медицинской эвакуации, протоколов взаимодействия роботизированных и традиционных средств, а также интеграции телемедицинских возможностей и систем дистанционного мониторинга. Дополнительно необходимо решить вопросы стандартизации интерфейсов управления, обеспечения кибербезопасности, создания системы технического обслуживания в полевых условиях и разработки правовых основ применения

автономных систем в соответствии с международным гуманитарным правом.

Таким образом, можно констатировать, что только комплексный подход к решению всех перечисленных задач позволит эффективно интегрировать РК и БС в систему медицинской эвакуации и существенно повысить своевременность и качество оказания медицинской помощи раненым и пострадавшим.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Autonomous Platforms for Casualty-Evacuation. URL: [https://hdiac.dtic.mil/wp-content/uploads/2024/08/SOAR\\_HDIAC\\_Autonomous-Platforms-for-Casualty-Evacuation\\_8142024.pdf](https://hdiac.dtic.mil/wp-content/uploads/2024/08/SOAR_HDIAC_Autonomous-Platforms-for-Casualty-Evacuation_8142024.pdf).
2. Thompson K. Squad Multipurpose Equipment Transport (SMET). 2015. URL: <https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2016/GRCCE/Thompson.pdf>. [Date of access: 01 Dec 2018].
3. U.S. Army. "Aeromedical Evacuation and Enroute Care Including Technologies for Automated Casualty Care and Autonomous Patient Transport." AMSUS 2023 Annual Meeting, National Harbor, MD, 14 February 2023.
4. Atwood T., Klein J. VECNA's Battlefield Extraction-Assist Robot BEAR. RobotMagazine. URL: <https://web.archive.org/web/20101120084734/>, <http://www.botmag.com/articles/04-25-07vecnabear.shtml>. [Accessed: 01 Dec 2018].
5. Yamauchi B.M. PackBot: a Versatile Platform for Military Robotics. Unmanned Ground Vehicle Technology. 2004;5422;6: 228–237.
6. Fricks S. Casualty Evacuation and the Army of 2030/2040 - Army Aviation's Vital Role. DUSTOFF. URL: <https://dustoff.org/casualty-evacuation-and-the-army-of-2030-2040-army-aviations-vital-role/> (Date of Access 31 March 2023).
7. Saputra R.P., Kormushev P. ResQbot: a Mobile Rescue Robot for Casualty Extraction. Processing International Conference. Companion of the 2018 ACM/IEEE on Human-Robot Interaction (HRI '18). Association for Computing Machinery, New York, 2018. 239–240. URL: [HTTPS://DOI.ORG/10.1145/3173386.3176990](https://doi.org/10.1145/3173386.3176990).
8. Titan. Armdoiy Guide. URL: <https://www.army-guide.com/eng/product5537.html> (Date of Access. 04.07.2024).
9. TrackReitar Medical: a Rescue Robot. Leotronics. URL: <https://leotronics.eu/en/tracked-robots/trackreitar-medical>.
10. Beasley R.A. Medical Robots: Current Systems and Research Directions. J. Robot. 2012:1–14.
11. Martin L. SMSS: the Right Solution at the Right Time. URL: <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/mfc/pc/smss/mfc-smss-pc.pdf>.
12. Shorten the Chain of Rescue – the Rheinmetall Mission Master Saves Lives. Rheinmetall. URL: <https://www.rheinmetall.com/en/media/stories/2020/shorten-the-chain-of-rescue>.
13. ROOK – a Multipurpose Robotic UGV. Roboteam. URL: <https://robo-team.com/products/rook/#s-5>.
14. Rheinmetall's Path A-Kit Agnostic Platform Brings Critical Autonomous Capabilities to Any Vehicle. Army Recognition. URL: <https://armyrecognition.com/news/army-news/army-news-2023/rheinmetall-s-path-a-kit-agnostic-platform-brings-critical-autonomous-capabilities-to-any-vehicle>.
15. Ben-Tzvi P., Williams A., Sebastian B., Kumar A., Saab W. Semi-Autonomous Victim Extraction Robot (SAVER). U.S. Provisional Patent Application No. 62/660,869. 2018.
16. Edlinger R., Fols C., Nuchter A. An Innovative Pick-up and Transport Robot System for Casualty Evacuation. Proceedings of Conference. IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics. Seville, November 8-10, 2022. 2022:67-73. Doi: 10.1109/SSRR56537.2022.10018818.

Материал поступил в редакцию 01.09.25; статья принята после рецензирования 27.11.25; статья принята к публикации 12.12.25  
The material was received 01.09.25; the article after peer review procedure 27.11.25; the Editorial Board accepted the article for publication 12.12.25