

УДК 621.865

bazalt@mail.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА РОБОТО-  
ТЕХНИКИ,  
ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ  
РАБОТ**

**FORMATION OF A PERSPECTIVE IMAGE OF ROBOTICS DESIGNED  
FOR CARRYING OUT EMERGENCY AND RESCUE OPERATIONS**

*Логинов В.В., канд. техн. наук, доцент,  
Вишняков А.В., канд. биол. наук, доцент,  
Зубарев И.А., канд. пед. наук, доцент,  
Шишкин П.Л.*

*Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Loginov V., Vishnyakov A., Zubarev I., Shishkin P.,  
The Ural Institute of State Firefighting Service  
EMERCOM of Russia, Yekaterinburg*

При решении задач создания образцов робототехнических комплексов (РТК) для различных областей применения необходимо четкое определение решаемых ими задач в этих областях. Формирование технического облика робототехники во многом будет определять эффективность решения задач ее применения, а также позволит конкретизировать задачи, стоящие перед разработчиками и производителями РТК. Текущее состояние разработки и внедрения образцов РТК в практику деятельности подразделений и формирований МЧС России позволяет сделать вывод, что несмотря на достаточно успешные испытания и практическую работу отдельных образцов, в целом нет единого понимания задач, решаемых созданием и внедрением РТК, что не позволяет оформить четкие требования к их разработке, оформленные документально. Разнообразие сфер деятельности МЧС России предполагает разработку и внедрение образцов РТК различного назначения. Такая деятельность потребует значительных усилий коллективов усилий конструкторов и финансовых затрат. Их уменьшение, без ущерба снижения характеристик, возможно только при использовании единых (общих) элементов (модулей), желательно ранее имеющих положительный опыт эксплуатации. Правильное определение круга задач, выполняемых образцом РТК, определение его платформы как основы для разработки и производства, позволят эффективно создавать образцы РТК для решения задач в интересах МЧС России.

*Ключевые слова:* робототехника, аварийно-спасательные и другие неотложные работы, концепция разработки, технологии проведения, обеспечение безопасности.

When solving the problems of creating samples of robotic systems (RC) for various fields of application, it is necessary to clearly define the tasks they solve in these areas. The formation of the image of robotics will largely determine the effectiveness of solving the problems of its application, and will make it possible to specify the tasks facing the developers and manufacturers of RTK. The current state of the development and implementation of RTK samples in the practice of units and formations of the Ministry of Emergency Situations of Russia allows us to conclude that despite the fairly successful testing and practical work of individual samples, in general there is no common understanding

of the tasks solved by the creation and implementation of the RTK, which does not allow us to draw up clear requirements to their development, documented. A variety of areas of activity of the EMERCOM of Russia involves the development and implementation of RTK samples for various purposes. Such activities will require significant efforts of teams of designers and financial costs. Their reduction, without prejudice to performance degradation, is possible only when using single (common) elements (modules), preferably with previous positive operating experience. The correct definition of the range of tasks performed by the RTK model, the definition of its platform as the basis for development and production, will effectively create RTK samples to solve problems in the interests of the Russian Emergencies Ministry.

*Keywords:* robotics, rescue and other urgent work, development concept, implementation technologies, security.

Проект Стратегии развития робототехники в Российской Федерации до 2030 года [1] требует определения перечня технологий робототехники, необходимых для первоочередного обеспечения национальной безопасности и технологической независимости России. В задачах, решаемых МЧС РФ, такие технологии могут быть определены в подавляющем большинстве как технологии, применяемые в нескольких сферах государственной и хозяйственной деятельности и поддерживаемые на государственном уровне.

Анализируя сферы деятельности МЧС РФ, в которых может быть использована робототехника [2, 3] можно сделать вывод, что для робототехники в этих сферах необходимо четко указать задачи, ею решаемые, в соответствии с общим текущим развитием науки и технологий. После установления задач определяются основные характеристики (параметры) образца робототехники как показатели возможностей ее применения.

Возможность технического воплощения образца будет оформлена конструкторским заданием, определяющим его технический облик. Под этим термином будем понимать определение массовых, габаритных, скоростных и других характеристик образца, а также наличие, набора выполняемых функций с определенным уровнем автономности.

Сфера деятельности МЧС России требует учета определенных задач при со-

здании РТК и определении его технического облика [4]. Одной из таких задач, требующей применения технических средств, является проведение аварийно-спасательных работ (АСР) и их всестороннее обеспечение. При всем многообразии чрезвычайных ситуаций (ЧС), требующих проведения АСР, можно выделить типовые работы, требующие применения механизмов и техники [5]. К таким работам относятся:

- разведка маршрутов выдвижения аварийно-спасательных формирований и участков (объектов) работ;

- розыск пораженных и извлечение их из поврежденных и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымленных помещений, завалов;

- устройство проездов (проходов) в завалах;

- укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом и препятствующих безопасному движению и проведению АСР.

Данные работы проводятся, как правило, по следующему алгоритму [6]: пешая разведка с использованием технических средств поиска пострадавших, применение ручным механизированным и немеханизированным инструментом, подготовка условий для использования стандартной тяжелой техники (бульдозеров, экскаваторов, подъёмных кранов и т. д.) и процесс с ее использованием. При ведении таких работ должно выполняться важное

условие обеспечения безопасности спасателей и спасаемых.

Это условие вступает в противоречие с условиями проведения работ в возможно короткие сроки и с максимальной рациональностью. Основная нагрузка на спасателей приходится во время поиска пострадавших и других работ, неподходящих для использования тяжелой техники. При их выполнении спасательные команды работают в том числе и с механизированным инструментом, требующим для его применения физических усилий и подготовленных площадок, а также прокладки обеспечивающих коммуникаций от них. Ввод в действие тяжелой техники должен быть обеспечен устройством проездов и расчисткой площадок для ее работы.

Фактически до создания условий привлечения к АСР тяжелой техники работы выполняются с большими физическими нагрузками, что увеличивает время их проведения и количество привлекаемых

спасателей. Для облегчения работы спасателей в этих условиях предлагаются к использованию отдельные образцы техники. Примером такого образца является робот-разрушитель BROKK 330 (рис. 1), разработанный для демонтажа монолитных и армированных конструкций, в том числе и в ограниченных по площади помещениях. Машина имеет массу 4,5 т, комплектуется гидромолотом весом 550 кг с силой удара 800 Дж. Упроченная конструкция позволяет вести работы в тяжелых условиях при повышенной температуре.

Фирмой BROKK предлагается к коммерческому использованию целая линейка роботов-разрушителей массой от 0,4 до 5,1 т, с навесным оборудованием весом от 60 до 600 кг, различных габаритных размеров [7]. Самые маленькие могут помещаться в грузопассажирский лифт, средние проходить по лестничным пролетам, крупные гарантированно перевозятся в кузове грузового трехосного автомобиля.



Рисунок 1. Презентация BROKK 330 на выставке «Комплексная безопасность – 2021»

Следует сказать, что концепция «малого» механизма для работы в ограниченном объеме имеет место и при создании

других образцов техники, для применения в самых широких сферах (рис. 2). Термин «малый» здесь употреблен как меньший по



размерам по сравнению со стандартным механизмом, выполняющим сопоставимые функции.

Уменьшение размеров механизма достигается в основном за счет размещения его органов управления вне собственной конструкции и отказа от использования стандартной автомобильной или гусеничной платформы, предназначенной для обеспечения автономного передвижения.

На основе анализа современных подходов к проектированию РТК можно отметить два основных направления как в России, так и за рубежом [8]:

- разработка РТК на новой технической базе;
- создание унифицированных модулей аппаратуры дистанционного управления для установки на имеющиеся колесные и гусеничные шасси.

Обобщая опыт создания РТК в МЧС России, можно сделать вывод, что для их эффективного использования необходимо применять модульный принцип построения [9], что позволит использовать различное оборудование на стандартном шасси.

Оценивая такие механизмы в качестве основы облика робототехники для выполнения отдельных видов АСР необходимо определить:

- массогабаритные параметры (линейку параметров) рабочей платформы для размещения рабочего механизма и системы его управления;
- номенклатуру оборудования для размещения на рабочей платформе в соответствии с решаемыми задачами;
- степень роботизации механизма как перечень функций, выполняемых без участия или с минимальным участием человека.



Рисунок 2. Обслуживание низкоэтажных конструкций зданий «малым» механизмом

Важно заметить, что определение технического облика изделия должно находиться в рамках достижений отечественных и зарубежных технологий машиностроения и робототехники, нецелесообразно закладывать в технический облик нереальные параметры и сложно решаемые задачи. Сам процесс определения технического облика неоднозначен, в нем возможны ошибки и приемлемый вариант может быть найден только после проведения НИОКР и испытания образцов в реальных условиях проведения АСР. Это потребует достаточно большого времени.

В концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года [10] уделено внимание созданию роботизированной системы для штатной пожарной и аварийно-спасательной техники. В ней определение «штатная» в некоторой степени сужает спектр возможной разработки образцов РТК, учитывая современные достижения отечественной науки в области робототехники. При этом не подвергается сомнению важность внедрения РТК в практическую деятельность. С учетом вышеизложенного особое значение приобретает использование опыта разработок и

практического применения РТК в сферах деятельности родственных задачам, выполняемым при ведении АСР [11].

При определении массогабаритных параметров (типоразмеров) на начальной стадии определения облика следует ориентироваться на существующие линейки роботизированной техники (например, упомянутой выше фирмы BROKK), выбрав за основу оптимальный. Соотношения типоразмеров (например, отношение длины платформы к её ширине) будут зависеть от характера выполняемых задач.

Анализируя характер работ, проводимых при АСР, можно определить примерный облик робототехники для их проведения.

Многообразие проводимых работ потребует такого же многообразия механизмов. Важно, чтобы они работали в комплексе дополняя и расширяя возможности решения задач, стоящих при ведении АСР. При проведении АСР уже используются универсальные механизмы типа погрузчиков (рис. 3) и разрушителей (рис. 1) (последние управляются дистанционно и имеют определенную роботизацию).



*Рисунок 3. Универсальный механизм-погрузчик*

Для обеспечения их комплексных действий по выполнению общей задачи необходим механизм-робот на унифицированной платформе с навесным оборудованием (рис. 4), которое должно обеспечивать захват приспособлением манипулятора непосредственно или за такелажное приспособление, закрепляемое спасателями обломков конструкций весом до 200 кг, последующую их погрузку на площадку рабочей платформы и перемещение их в заданное место по безопасной

траектории. Этот механизм можно использовать для погрузки обломков после работы разрушителя на механизм-погрузчик.

Степень роботизации образца должна обеспечивать минимальное участие человека в процессе погрузки обломков и их перемещения в заданное место с последующей разгрузкой.

Оценка эффективности образца робототехники состоит в ответе на вопрос: сколько спасателей она может заменить и на какое время сократить АСР?



Рисунок 4. Концептуальный облик механизма-робота

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод. При обобщении опыта применения технических комплексов, в том числе и с частичной роботизацией, в различных сферах деятельности родственного характера проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ наиболее эффективными являются «малые» механизмы, создаваемые на унифицированном шасси (платформе). Такие платформы могут иметь унифицированную не только техническую, но и робо-

техническую часть. Для успешного выполнения задач АСР с использованием робототехники необходимо создание модельного ряда РТК на общей (близко к общей) платформе с различными функциональными возможностями. Одна из таких функциональных возможностей как наиболее характерная рассмотрена в статье. При конструировании важно разрабатывать не только технологии робототехники самих механизмов, но и цифровые технологии, обеспечивающие взаимодействия между механизмами.

#### Литература

1. Проект Стратегии развития робототехники в Российской Федерации до 2030 года (Разработана министерством Науки и высшего образования Российской Федерации для согласования 25.05.2021 года).
2. Переяслов А. Н. Основные цели и задачи развития робототехнических средств для решения задач МЧС России // I Международная научно-практическая конференция по развитию робототехники в области обеспечения безопасности жизнедеятельности «RoboEmercom»: Сб. материалов конференции. 2021. С. 196–175.
3. Комплексные исследования в области создания и внедрения перспективных робототехнических средств, в том числе развитие учебной базы для подготовки операторов робототехнических комплексов, материально-технической базы для эксплуатации робототехнических комплексов и подходов к технико-экономическому обоснованию рациональности системы испытаний робототехнических комплексов в МЧС России. Этап II. М., 2020. 332 с.
4. Ахмадеев А. И. и др. Система робототехники МЧС России. Состояние и перспективы развития // Технологии гражданской безопасности. 2022. № 2 (72). С. 41–47.
5. Методические рекомендации по применению и действиям нештатных аварийно-спасательных формирований при приведении в готовность гражданской обороны и ликвидации чрезвычайных ситуаций. М., 2005. 395 с.
6. Одинцов Л. Г., Пармонов В. В. Технология и технические средства ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ. М., 2004. 232 с.
7. Робот-разрушитель BROKK 330D // Аренда демонтажной техники. URL: <https://udrbrokk.ru/roboty-razrushiteli/brokk/brokk-330d> (дата обращения: 14.05.2022).
8. Варабин Д. А. Подход к проектированию робототехнических комплексов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. Вып. 1. С. 48–55.
9. Цариченко С. Г. Экстремальная робототехника в МЧС России – задачи и перспективы // ТЕХНИКА I TECHNOLOGIA. 2012. С. 97–105.



10. О концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года: решение коллегии МЧС России от 10.08.2016 № 16/III. 20 с.

11. Овчинников В. В., Мингалеев С. Г., Жесткова С. Г. Перспективы развития робототехнических комплексов для решения задач единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2018. № 3 (57). С. 4–8.

#### References

1. Proekt Strategii razvitiya robototekhniki v Rossijskoj Federacii do 2030 goda (Razrabotana ministerstvom Nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii dlya soglasovaniya 25.05.2021 goda).

2. Pereyaslov A. N. Osnovnye celi i zadachi razvitiya robototekhnicheskikh sredstv dlya resheniya zadach MCHS Rossii // I Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya po razvitiyu robototekhniki v oblasti obespecheniya bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti «RoboEmercom»: Sb. materialov konferencii. 2021. S. 196–175.

3. Kompleksnye issledovaniya v oblasti sozdaniya i vnedreniya perspektivnykh robototekhnicheskikh sredstv, v tom chisle razvitie uchebnoj bazy dlya podgotovki operatorov robototekhnicheskikh kompleksov, material'no-tekhnicheskoy bazy dlya ekspluatatsii robototekhnicheskikh kompleksov i podhodov k tekhniko-ekonomicheskomu obosnovaniyu racional'nosti sistemy ispytaniy robototekhnicheskikh kompleksov v MCHS Rossii. Etap II. M., 2020. 332 s.

4. Ahmadeev A. I. i dr. Sistema robototekhniki MCHS Rossii. Sostoyanie i perspektivy razvitiya // Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti. 2022. № 2 (72). S. 41–47.

5. Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu i dejstviyam neshtatnykh avarijno-spasatel'nykh formirovaniy pi privedenii v gotovnost' grazhdanskoj oborony i likvidacii chrezvychajnykh situaciyju. M., 2005. 395 s.

6. Odincov L. G., Paramonov V. V. Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva vedeniya poiskovo-spasatel'nykh i avarijno-spasatel'nykh rabot. M., 2004. 232 s.

7. Robot-razrushitel' BROKK 330D // Arenda demontazhnoj tekhniki. URL: [https:// https://udrbrokk.ru/roboty-razrushiteli/brokk/brokk-330d](https://udrbrokk.ru/roboty-razrushiteli/brokk/brokk-330d) (data obrashcheniya: 14.05.2022).

8. Varabin D. A. Podhod k proektirovaniyu robototekhnicheskikh kompleksov // Izvestiya TulGU. Tekhnicheskije nauki. 2019. Vyp. 1. S. 48–55.

9. Carichenko S. G. Ekstremal'naya robototekhnika v MCHS Rossii – zadachi i perspektivy // *TEHNIKA I TECHNOLOGIA*. 2012. S. 97–105.

10. О концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года: решение коллегии МЧС России от 10.08.2016 № 16/III. 20 с.

11. Овчинников В. В., Мингалеев С. Г., Жесткова С. Г. Перспективы развития робототехнических комплексов для решения задач единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2018. № 3 (57). С. 4–8.