

**Назарова Мария Сергеевна**, к.п.н., доцент,  
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова, Санкт-Петербург  
Nazarova Maria Sergeevna, Chief Marshal of Aviation A. A. Novikov  
St. Petersburg State University

**Захаров Алексей Евгеньевич**, к.т.н., доцент,  
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова, Санкт-Петербург  
Zakharov Alexey Evgenievich, Chief Marshal of Aviation A. A. Novikov  
St. Petersburg State University

**Недеров Владимир Михайлович**,  
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова, Санкт-Петербург  
Nederov Vladimir Mikhailovich, Chief Marshal of Aviation A. A. Novikov  
St. Petersburg State University

## **РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ WORKING COMPLEXES FOR LOCALIZING EXPLOSIVE OBJECTS**

**Аннотация:** Представлены традиционные способы взрывозащиты и новые конструктивные решения по снижению воздействия поражающих факторов взрыва, а также основные сведения о средствах экстремальной робототехники, блокирования радиоуправляемых взрывных устройств и их обезвреживания

**Abstract:** The traditional methods of explosion protection and new design solutions to reduce the impact of the damaging factors of the explosion, as well as basic information about the means of extreme robotics, blocking radio-controlled explosive devices and their neutralization are examined.

**Ключевые слова:** взрывопоглощение, взрывоподавление, эластичный контейнер, фугасные последствия взрыва, физические характеристики взрывной волны.

**Keywords:** explosion absorption, explosion suppression, elastic container, high-explosive effects of explosion, physical characteristics of the blast wave.

Обеспечить максимальную безопасность для людей возможно при совместном применении устройств локализации взрыва и дистанционно управляемых робототехнических средств (мобильных роботов), объединенных в единый робототехнический комплекс локализации взрывоопасных объектов (РТК ЛВО). С помощью подобных комплексов становится возможным решение следующих задач:

- ретрансляция видеоинформации об обнаруженном объекте, полученная видеокамерами МРК, для ее оперативного анализа специалистами и принятия решений о дальнейших действиях;

- доставка локализатора взрыва к месту нахождения взрывоопасного объекта;
- установка локализатора взрыва на объект;
- помещение объекта внутрь локализатора взрыва;
- эвакуация помещенного в локализатор объекта;
- обеспечение возможности доступа специалистов ПВД к ранее локализованному взрывоопасному объекту для его обследования с помощью собственных технических средств.

Таким образом, решаются главные проблемы и противоречия, существующие на данный момент:

- оперативность действий по локализации потенциально опасного предмета;
- максимальная безопасность для людей как результат дистанционного выполнения работ на всех этапах операции;



- согласованность взаимодействия должностных лиц и специалистов, задействованных в операции.

Сотрудниками ЦНИИ РТК совместно со специалистами «НПО Специальных материалов» проведен ряд экспериментов по отработке сценариев совместного применения мобильного робототехнического комплекса среднего класса и локализаторов взрыва «Фонтан» (рис. 1).

Были опробованы следующие сценарии по локализации взрывоопасного объекта:

- транспортировка локализатора «Фонтан» мобильным роботом, накрытие ВУ локализатором сверху (имитация ситуации невозможности перемещения ВУ);



Рис. 1. Локализация взрывоопасного объекта мобильным роботом РТК-05

- снятие локализатора «Фонтан» с ВУ (имитировалась ситуация необходимости обследования ВУ, накрытого локализатором, взрывотехниками ПВЛ);
- транспортировка мобильным роботом локализатора «Фонтан» с крышкой к месту нахождения ВУ, помещение ВУ внутрь локализатора и закрытие его крышкой (имитировалась ситуация локализации ВУ с возможностью последующей его эвакуации);
- накрытие локализатором ВУ, находящегося рядом со стеной (имитировалась ситуация частичной локализации ВУ при недопустимости его перемещения);
- накрытие локализатором ВУ, находящегося на высоте до 0,5 м.

Проведенные эксперименты подтвердили принципиальную возможность и перспективность предлагаемой технологии обеспечения защиты от взрывоопасных объектов [1,5].



В табл. 1 приведены основные технические характеристики использованных в ходе испытаний локализаторов взрыва.

Таблица 1

**Характеристики использованных локализаторов взрыва «Фонтан»**

Тип локализатора	Локализуемый заряд ТНТ, г	Локализуемый объем ВУ, дм <sup>3</sup>	Внешние размеры (без крышки), мм	Вес, кг
2-05У	500	10	430×430×280	15-17
2-10У	1000	15	510×510×310	20-23

Для проводившихся экспериментов был задействован выпускаемый в ЦНИИ РТК серийно мобильный робототехнический комплекс радиационной и химической разведки РТК-05 (рис. 2). Мобильный робот комплекса при построении на его основе РТК ЛВО способен решать следующие задачи:

- транспортировать с помощью манипулятора локализатор взрыва типа «Фонтан», рассчитанный на ВВ эквивалентной массой до 1 кг ТНТ;
- транспортировать в прицепной тележке локализатор взрыва типа «Фонтан», рассчитанный на ВВ эквивалентной массой до 5 кг ТНТ;
- устанавливать локализатор взрыва (до 1 кг ТНТ) на ВУ, расположенное, в том числе, рядом со стенами зданий или на возвышении до 0,5 м;
- помещать ВУ внутрь локализатора взрыва (до 5 кг ТНТ);
- эвакуировать ВУ, размещенное внутри устройства локализации взрыва (до 5 кг ТНТ);
- действовать как внутри помещений, так и на улице, в том числе по пересеченной местности, преодолевать препятствия;
- управляться оператором из-за укрытия или на безопасном расстоянии (по радиоканалу).

Доставка МРК к месту происшествия возможна в кузове фургона типа «Газель», выгрузка-погрузка МР — своим ходом по съемным аппаратам.

РТК ЛВО, построенный на базе этого многофункционального МРК, может быть применен для оснащения им передвижных взрывотехнических лабораторий.

За последние годы в ЦНИИ РТК разработан целый ряд мобильных РТК различного типа, которые могут быть успешно применены, в том числе при проведении операций по противодействию терроризму с использованием ВВ, нахождении источников радиоактивного излучения, оценке радиационной обстановки и др.



Рис. 2. МРК радиационной и химической разведки РТК-05



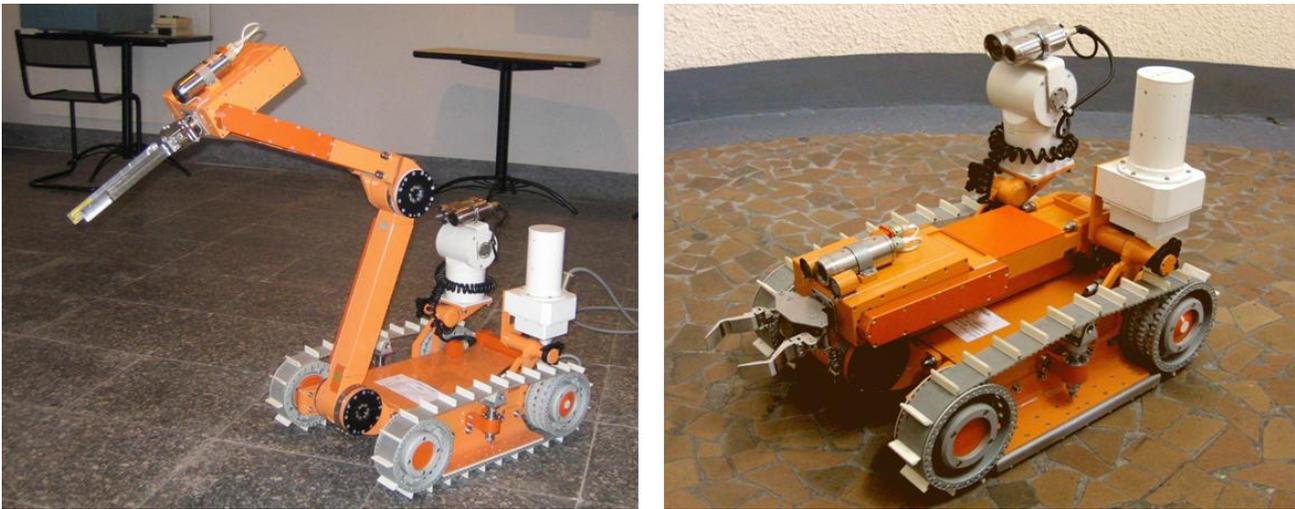


Рис. 3. Мобильный робототехнический комплекс легкого класса РТК-07

Мобильный робототехнический комплекс легкого класса РТК-07 (рис. 3) является более простым, узкоспециализированным средством для организации РТК ЛВО. Мобильный робот комплекса построен на базе шасси с гусеничным движителем, оснащен четырехступенным манипулятором, способен перемещаться внутри помещений и в уличных условиях по относительно ровным поверхностям. Дистанционное управление роботом осуществляется по кабелю на удалении до 50 м от оператора.

МРК может доставляться в кузове фургона на базе легкого автомобиля или легкого грузовика. Доставка робота к непосредственному месту операции и подготовка его к работе осуществляется силами 1-2 человек.

С помощью РТК ЛВО на базе подобного мобильного робота выполняются следующие задачи:

- транспортировка мобильным роботом локализатора взрыва типа «Фонтан», рассчитанного на ВВ эквивалентной массой до 5 кг ТНТ, в прицепной тележке;
- помещение ВУ внутрь локализатора взрыва (до 5 кг ТНТ);
- эвакуация ВУ, размещенного внутри устройства локализации взрыва (до 5 кг ТНТ);
- действия как внутри помещений, так и на улице, по относительно ровным поверхностям;
- управление мобильным роботом из-за укрытия или на безопасном расстоянии (по кабелю).

Наиболее целесообразным представляется оснащение подобными комплексами:

- метрополитена;
- железнодорожных вокзалов;
- аэропортов;
- крупных музейных комплексов;
- стадионов;
- торговых комплексов;
- мест проведения крупных городских мероприятий и праздников.

При обеспечении мероприятий по противодействию террористическим взрывам часто возникает необходимость обследования труднодоступных участков окружающей обстановки (узкие проходы, внутренние помещения транспортных средств, днища автомобилей). Для нахождения и обследования ВУ, недоступных более крупным мобильным роботам, применяются легкие малогабаритные МР. Обычно они оснащаются видекамерами для передачи информации об объекте на пункт управления, легким манипулятором или разрушителем ВУ. Благодаря малому весу они могут быть доставлены на место силами одного человека (или более крупным роботом).



Мобильный робот РТК-04 (рис. 4) построен на базе колесного шасси с групповым приводом и оснащен легким манипулятором. МР предназначен для движения по ровным поверхностям. Управление им осуществляется по кабелю на расстоянии до 50 м. [2, 3,5].



Рис. 4. Мобильный робот сверхлегкого класса

Мобильный робот позволяет:

- исследовать труднодоступные места окружающей обстановки (такие как днище автомобиля) на предмет наличия ВУ;
- обезвреживать ВУ дистанционно управляемым разрушителем;
- обеспечивать совместные действия по локализации ВУ с более крупными МР.

Самоходный миниробот (СМР), экспериментальный образец которого представлен на рис. 5, создавался для дистанционного визуального обследования и мониторинга территорий как внутри помещений, так и в уличных условиях, в том числе на пересеченной местности. Применение гусеничного шасси с возможностью активной адаптации к рельефу местности позволяет этому МР, несмотря на его размеры, преодолевать препятствия, в два-три раза превосходящие собственную высоту и недоступные для многих более крупных аналогов. Небольшая высота робота (менее 100 мм) дает возможность движения под днищем автомобиля и в других труднодоступных местах. Возможности ходовой части позволяют обследовать помещения, пробираться в салоны транспортных средств, передвигаться по лестницам. Подобные качества обуславливают большую универсальность СМР по сравнению с аналогами. Мобильный робот может быть дополнительно оснащен небольшим манипулятором [1, 3].

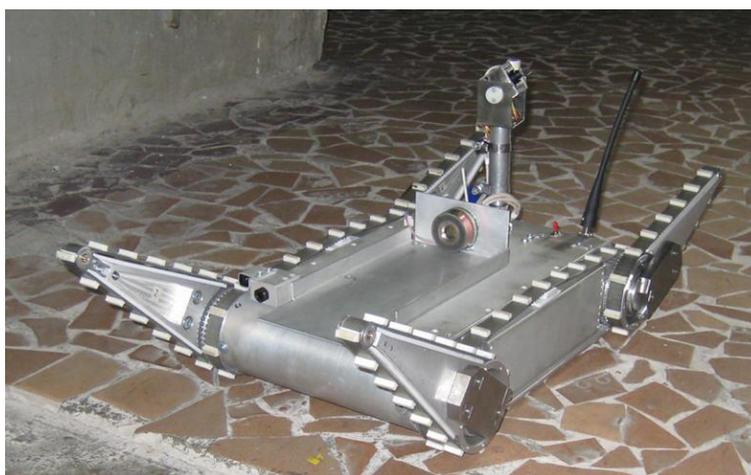


Рис. 5. Самоходный миниробот СМР-01

Этот МР используется как при проведении операций по противодействию террористическим взрывам, так и в антитеррористических операциях более широкого плана. СМР предназначен для решения следующих задач:



- обследование труднодоступных участков местности как внутри помещений, так и на улице;
- обезвреживание ВУ (при оснащении МР разрушителем);
- максимально скрытная аудио- и видеоразведка неизвестной обстановки при проведении антитеррористических операций в городских условиях, внутри помещений, на открытой местности;
- контроль охраняемой зоны средствами видеонаблюдения с возможностью автоматического захвата и сопровождения подозрительных объектов (лиц), распознавания и сигнализации оператору о возникновении нештатной ситуации.

Дополнительное оснащение робототехнических комплексов для противодействия террористическим взрывам компактными мобильными роботами позволит расширить их функциональные возможности. Основные технические параметры рассмотренных в статье МРК представлены в табл. 2.

Крайне важное условие успешности антитеррористических действий — создание технологий эффективного использования арсенала имеющихся на данный момент современных технических средств противодействия террористическим взрывам. Главная цель — минимизировать возможный контакт человека с подозрительным предметом, максимально оперативно изолировать его (предмет) от внешнего окружения, предотвратить значительные материальные потери и не допустить человеческих жертв в случае срабатывания ВУ.

МРК ЛВО, построенные в соответствии с предлагаемой концепцией, при достаточно широком их распространении могут стать эффективными средствами противодействия террористическим и криминальным взрывам.

**Таблица 2**

**Технические характеристики рассмотренных МРК**

Параметр	РТК-05	РТК-07	РТК-04	СМР-01
Вес мобильного робота, кг	250	35 (20)*	20	12,4
Габаритные размеры мобильного робота, мм	1480 × 650 × 800	800 × 500 × 500	505(753) × 408 × 120	390 × 312 × 87
Максимальная скорость движения, м/с	0,45	0,2 (0,4)*	0,15	1,0
Способ дистанционного управления	Радиоканал	Кабель	Кабель	Радиоканал
Дальность связи между транспортным средством и пультом оператора, м	100	50	50	130
Максимальное время автономной работы, ч	2	-	-	4
Число степеней подвижности манипулятора	6	4	2	-
Радиус зоны обслуживания манипулятора, м	1,8	1,2	0,6	-
Максимальная грузоподъемность манипулятора, кг	10,0	5,0	1,0	-
Способ доставки	Легкий грузовик или фургон типа «Газель», выгрузка своим ходом	Фургон на базе легкового а/м, выгрузка своим ходом или 1-2 чел.	В багажнике легкового а/м, выгрузка 1 чел.	Вручную или в багажнике легкового а/м, выгрузка 1 чел.



Высота порогового препятствия, мм	300	50	20	300
Ширина канавы, мм	400	200	150	400
Возможность движения по лестнице	Есть	Есть (с вытянутым манипулятором)	Нет	Есть

*Примечание.* \* В зависимости от модификации МРК

Наиболее распространенными приборами, дополнительно устанавливаемыми на комплексах экстремальной робототехники, являются:

- портативная рентгеновская аппаратура для обследования подозрительных объектов (рис. 6);
- электронные стетоскопы для прослушивания ВУ с часовым взрывателем замедленного действия;
- блокиратор радиовзрывателей взрывных устройств.



Рис. 6. Портативная рентгеновская аппаратура для обследования подозрительных объектов, установленная на мобильном роботе MV4

Портативная рентгеновская установка дает возможность дистанционно, не прикасаясь к объекту, определить его содержимое. Полученная рентгенограмма обеспечивает информацию, является ли ВУ оболочечным или безоболочечным; позволяет определить местоположение и тип взрывателя и примерно оценить количество взрывчатого вещества [4, 5].

Новейшим российским робототехническим комплексом разминирования является «Уран-6», созданный ОАО «766 УПТК» (Управление производственно-технологической комплектации, Московская область). Данный саперный комплекс прошел приемо-сдаточные испытания в Сунженском районе (Чечня). Здесь роботизированный комплекс «Уран-6» применялся для сплошной очистки лесных массивов и сельскохозяйственных угодий от разнообразных взрывоопасных предметов.

Робот-сапер «Уран-6» (рис. 7) представляет собой гусеничный самоходный радиоуправляемый минный трал. В зависимости от задач, которые ставятся перед комплексом, на него может быть установлено до 5 различных тралов, а также бульдозерных отвалов. Оператор может управлять комплексом на удалении до 1000 м (на устройстве имеются 4 видекамеры, которые обеспечивают круговой обзор). Роботизированный саперный комплекс «Уран-6» в состоянии обнаружить, идентифицировать и по команде уничтожить любой взрывоопасный предмет, мощность которого не превышает 60 кг в тротиловом эквиваленте. При этом робот обеспечивает полную безопасность личного состава. Обнаруженные на местности боеприпасы «Уран-6» обезвреживает либо разрушая их физическим способом, либо приводя их в действие.





Рис. 7. Саперный робот «Уран-6»

Робототехнический комплекс «Уран-6» предназначен для разминирования урбанизированных участков местности, а также горных и мелколесистых территорий. Данный комплекс может оснащаться пятью различными сменными инструментами: бойковым, катковым и фрезерным тралами, а также бульдозерным отвалом и механическим схватом. Несколько видов тралов используются для обеспечения возможности работы с различными типами грунтов. К примеру, бойковый трал используется на мягких типах грунта, катковый — на твердых поверхностях. Двигаясь по ровной местности, робот-сапер «Уран-6» может производить разминирование со скоростью до 3 км/ч, а на каменистой местности его скорость работы снижается до 0,5 км/ч.

*Катковый трал* представляет собой набор насаженных на ось тяжелых валков, которые катятся по поверхности земли впереди робота-сапера. *Бойковый трал* действует по-другому: на валу на специальных цепях раскручиваются бойки, которые развивают скорость до 600–700 об/мин и молотят по грунту, буквально вспахивая землю на глубину до 35 см. Третий тип трала — *фрезерный* — обладает отдаленным сходством с культиватором. При этом цель у всех этих устройств одна: разрушить обнаруженное на местности взрывное устройство или подвести его к подрыву. При этом робот-сапер «Уран-6» спроектирован таким образом, что прямо перед ним могут постоянно раздаваться довольно сильные взрывы. Робот имеет бронирование, а его инструменты в состоянии выдержать подрывы взрывных устройств мощностью до 60 кг в тротиловом эквиваленте.

Вес бронированного робота-сапера — порядка 6–7 т в зависимости от комплектации. При этом робот оснащается 190-сильным двигателем, что обеспечивает ему достаточно высокую удельную мощность: около 32–37 л.с. на тонну. Робот-сапер, имеющий высоту 1,4 м, в состоянии преодолевать препятствия высотой до 1,2 м.

#### *Список литературы:*

1. Гельфанд Б. Е., Сильников М. В. Фугасные эффекты взрывов. СПб.: Полигон, 2002. 272 с.
2. Гельфанд Б. Е., Сильников М. В. Химические и физические взрывы. Параметры и контроль. СПб.: Полигон, 2003. 416 с.
3. Обнаружение, обезвреживание и уничтожение взрывоопасных предметов / Под ред. А. А. Иркиенко. М.: Управление боевой подготовки ГО СССР, 1989. 361 с.
4. Рекомендации по гуманитарному разминированию в международных программах, проектах и операциях / Бражников Ю. В., Кудинов С. И., Васильев В. А. и др.. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2004. 450 с.
5. Северов Н. В. Применение робототехники в чрезвычайных ситуациях: теория и практика. Новогорск, 2003. 241 с.

