

УДК 004.896

В.Н. Шашок, С.И. Филиппов, Д.В. Багаев, А.Н. Малышев**ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ РАЗМИНИРОВАНИЯ**

Приведены основные подходы к разработке робототехнических комплексов разминирования. Рассмотрены типы минно-взрывных устройств, применяемых в зарубежных странах и террористическими группировками, при этом сделан вывод, что их развитие идет по пути совершенствования конструкции мин, способов их установки и приведения в действие, уменьшения вероятности обнаружения средствами инженерной разведки. В статье отмечается, что минирование будет осуществляться, на переднем крае, в тактической глубине, перед позициями войск, в районах расположения войск, маршрутах передвижений войск, кроме того, могут быть заминированы важные войсковые и тыловые объекты, командные пункты, линии коммуникаций, включая водные пути и др. В связи с этим, для повышения эффективности системы обнаружения и уничтожения минно-взрывных устройств, а также снижения потери личного состава необходимо применение робототехнических комплексов разминирования. Сделан анализ различных роботизированных комплексов разминирования и на базе их основы предложена структурная схема мобильного робота разминирования и аппаратный состав средств разведки и уничтожения минно-взрывных устройств с учетом комплексной обработки разведывательной информации с применением интеллектуальных перспективных информационных технологий с учетом широкого применения средств уничтожения в зависимости от тактической обстановки и типов минно-взрывных устройств.

Роботизированный комплекс; мобильный робот; мины; минно-взрывные устройства; разминирование.

V.N. Shashok, S.I. Filippov, D.V. Bagayev, A.N. Malyshev**THE APPROACH TO DEVELOPING MOBILE ROBOTICS COMPLEX FOR THE MINE CLEARING**

The paper presents the main approaches to developing robotics complexes of mine clearing. The article considers the types of mine-explosive devices used in foreign countries and by terrorist groups, and draws a conclusion that the upgrading of mine designs, modes of their installation and application, reduction of detection probability by means of engineering reconnaissance facilities is constantly developed. The article observes that the mining will be realized at the forefront, in the tactical depth, before troops' positions, in the areas of troop deployment and routes of troop movements. Furthermore, the important troop and logistical facilities, command centers, communication lines including waterways etc. can be mined. Therefore, it is necessary to apply robotics complexes of mine clearing for increasing the effectiveness of the detection and destruction system of mine-explosive devices as well as reducing personnel losses. The analysis of different robotics complexes of mine clearing was applied. On the basis of their base, a block diagram of a mine clearing mobile robot and a hardware composition of reconnaissance and destruction facilities of mine-explosive devices are proposed taking into account the integrated processing of reconnaissance data using advanced information technologies and wide application of destruction facilities depending on tactical conditions and types of mine-explosive devices.

Robotic systems; mobile robot; mines; mine-explosive devices; mine.

Ведение. Успешное выполнение задач инженерного обеспечения как в обороне, так и в наступлении, невозможно без проведения тщательной инженерной разведки противника, местности и объектов.

Анализ военных конфликтов и локальных войн показывает возрастающую роль инженерной разведки местности, путей движения войск, водных преград и минно-взрывных заграждений.

Совершенствование инженерных боеприпасов (особенно противотанковых мин) в течение длительного времени в ведущих странах Запада было предметом особого внимания. На их разработку и производство ассигновалась основная часть средств, выделяемых на развитие средств инженерного вооружения. В результате уже проведенных работ многие армии получили на вооружении высокоэффективные инженерные противотанковые боеприпасы, существенно превосходящие по своим возможностям традиционные образцы, разработанные на опыте второй мировой войны. Достижение успеха стало возможным в результате существенного усовершенствования механизма поражения цели за счет отработки заряда направленного поражения (действующего на принципе ударного ядра и с использованием более эффективного кумулятивного эффекта), а также широкого использования неконтактных взрывателей с миниатюризованными электронными компонентами. Сочетание этих двух качеств позволило создать боеприпасы высокой эффективности действия с повышенной дальностью поражения, способных наносить бронированным целям тяжелые повреждения.

Опыт ведения современных боевых действий, контртеррористических и миротворческих операций указывает на постоянно возрастающую значимость задач по преодолению минно-взрывных заграждений. В настоящее время эта задача наиболее остро стоит перед подразделениями федеральных сил, действующих на территории Чеченской республики и в других Северо-Кавказских республиках, где незаконными вооруженными формированиями часто применяются мины и фугасы различного вида, самодельные взрывные устройства, управляемые по проводам или с помощью самодельных радиоэлектронных средств подрыва зарядов. Несмотря на принимаемые меры по противодействию «минной войне» с использованием существующих средств преодоления минно-взрывных устройств (МВУ) (приборов инженерной разведки, передатчиков помех, устройств разминирования), потери личного состава и техники федеральных сил, а также мирного населения остаются существенными. Это связано и с тем, что противник оперативно реагирует на способы противодействия «миной войне» и создает новые средства минирования, против которых существующие средства противодействия малоэффективны.

Как показывает анализ МВУ, развитие минного оружия идет по пути совершенствования конструкции мин, способов их установки и приведения в действие, уменьшения вероятности обнаружения средствами инженерной разведки.

Характерной особенностью направления разработки новых противотанковых мин является:

- ◆ отказ от разработки противогусеничных мин и сосредоточение основного внимания на создании противоднищевых;
- ◆ отработка противоднищевых мин двух вариантов – тяжелого, рассчитанного на механизированную установку минными заградителями (в перспективе – дистанционно), и легкого – дистанционной установки;
- ◆ активная разработка нового класса противотанковых мин, способных надежно и эффективно поражать бронированные цели на удалении 100 м и более, – противобортовых и противокрышевых;
- ◆ массовая модернизация существующих противогусеничных мин, до настоящего времени сохраняющихся в значительных количествах, путем замены их обычных механических взрывателей нажимного действия штыревыми механическими или электронными неконтактными. В результате старые мины теперь способны срабатывать по всей ширине цели, что позволяет сократить плотность заграждения без снижения его эффективности, уменьшить расход боеприпасов, силы и времени на его установку.

В настоящее время армии ведущих стран НАТО практически закончили оснащение войск новыми высокоэффективными средствами ведения "наземной минной войны" – минами и средствами их быстрой установки, в том числе дистанционно.

Широкое применение в противогусеничных минах нашли взрыватели, срабатывающие при длительном времени нагрузки, а также гидромеханические и пневмомеханические взрыватели (типа L89A1, VS-H, SAT). Мины с данными взрывателями устойчивы как к механическому, так и к взрывному фугасному способам разминирования.

В планах армии стран НАТО планируются закупки миллионов штук противоднищевых мин, которые будут оснащены неконтактными магнитными и электронными датчиками цели. Это мины семейства FASCAM с магнитными датчиками цели; мины DM1274 и DM1233 с контактными штыревыми электронными датчиками цели, оснащенными дежурным сейсмическим каналом; мины DM31 и HPD-F2, оснащенные сейсмамагнитными тралоустойчивыми датчиками цели. Они обладают высокой поражающей способностью за счет применения в них зарядов ВВ направленного действия (ударного ядра).

В ближайшей перспективе ожидается применение противником «интеллектуальных минных полей» типа IMF (США), DAVID (Германия), и мины с широкой зоной поражения – типа M93 «Хорнет» (США).

Анализ применения мин и фугасов незаконными вооруженными формированиями показал, что противотанковые мины устанавливались, как правило, на глубину 20...60 см, т.е. большую, чем предусмотрено инструкциями. Часто они применялись в качестве фугасов для разрушения дорожного полотна и уничтожения тяжелой бронированной техники. В связи с этим, для увеличения объемов разрушения, противотанковые мины устанавливались попарно и с дополнительным зарядом ВВ. В ряде случаев противотанковые мины применялись в качестве дополнительных зарядов совместно с противопехотными минами. Для приведения противопехотных мин к взрыву применялись различные самодельные механические и электрические замыкатели, а также приспособления, обеспечивающие срабатывание мин, установленных на большой глубине

Значительная часть мин устанавливалась в не извлекаемое положение. Наиболее вероятными местами установки мин являлись: въезды в населенные пункты; карнизные участки дорог; крутые подъемы, повороты, спуски, участки дорог, не имеющие объезда; мосты, галереи и водопропускные трубы, места пересечения дорог с ручьями и сухими руслами рек; перекрестки дорог, серпантины, съезды с основных дорог, подъезды к источникам воды, бродам; участки дорог с поврежденным твердым покрытием; выходы из ущелий к дорогам.

Противопехотные мины применялись самостоятельно или для усиления противотанковых и невзрывных заграждений. Обычно они ставились группами.

Осколочные мины устанавливались в неуправляемом и управляемом вариантах. Для управления использовались провода и электрические батареи или подрывные машинки промышленного изготовления.

По приблизительным оценкам ООН на минных полях ежегодно гибнет более 24 000 человек, и, по крайней мере, вдвое большее число людей получает тяжелые ранения, требующие длительного лечения и приводящие, как правило, к ампутации конечностей. По статистике Международного Красного Креста среди пострадавших военных не более 10 %, основными жертвами минного оружия становятся мирные люди, главным образом женщины и дети. Выжившие после встречи с миной уже никогда не смогут играть активную роль ни в семье, ни в обществе. Забота о калеках тяжким бременем ложится на их семьи. Массовое минирование наносит также значительный материальный ущерб: обширные участки земли до их

полного разминирования выбывают из сельскохозяйственного оборота; из-за мин беженцы и перемещенные лица боятся возвращаться домой; реальное или подозреваемое присутствие мин исключает доступ к остро необходимым ресурсам и услугам, препятствует восстановлению экономики после военного конфликта и подрывает нормальное социально-экономическое развитие.

В условиях крупномасштабной войны войскам может потребоваться применять средства разминирования при инженерном обеспечении: выхода подразделений и частей из пунктов постоянной дислокации в районы сбора по тревоге и выдвигении войск в районы боевого (оперативного) предназначения; выдвигение войск прикрытия (войск постоянной готовности) к назначенным оборонительным позициям, в том числе для прикрытия государственной границы; занятия районов и позиций; последовательного отхода от одного рубежа маневренной обороны к другому; смены стартовых и огневых позиций РВ и А, ПВО и районов развертывания пунктов управления; выхода из окружения; функционирования аэродромов, площадок базирования армейской авиации и объектов тыла, подвергшихся дистанционному минированию. Наиболее важным и сложным будет применение средств разминирования при обеспечении контратак и контрударов, а также атак при выходе из окружения.

Основным общевойсковым тактическим соединениям и частям (*мсд, тд, мсп, тп*) чаще других потребуется преодолевать обычные и динамичные заграждения всех типов как в ходе боевых действий, так и при выдвигении к переднему краю обороны противника или объекту захвата, развертывании в предбоевой и боевой порядок, как правило, в условиях огневого воздействия противника. Кроме того, вышеуказанным подразделениям и частям может потребоваться преодолевать дистанционно устанавливаемые МВУ противника при совершении марша, занятии районов, позиций и смене их.

Анализ тактических ситуаций для основных соединений и частей сухопутных войск, взглядов и возможностей противника по ведению «минной войны» позволяют определить типовые задачи разминирования, решаемые нашими войсками в ходе крупномасштабной войны.

Таковыми задачами могут быть:

- ◆ проделывание проходов в МВУ перед передним краем и в глубине обороны противника в условиях непосредственного соприкосновения с ним;
- ◆ проделывание проходов в МВУ на путях движения войск в отсутствие прямого огневого воздействия противника;
- ◆ обеспечение выхода подразделений из заминированных районов.

Наиболее сложной и ограниченной по времени является задача преодоления МВУ на маршрутах выдвигения своих войск.

Если ранее до внедрения систематизированного минирования, основная масса минных полей располагалась, как правило, на переднем крае и в тактической глубине, то в настоящее время и в прогнозируемом периоде минные заграждения могут встречаться войскам:

- ◆ перед позициями войск как на переднем крае обороны, так и в ее глубине;
- ◆ в районах расположения войск;
- ◆ при совершении марша.

Кроме того, могут быть заминированы важные войсковые и тыловые объекты, командные пункты, линии коммуникаций, включая водные пути и другие стационарные военно-промышленные объекты.

В локальных войнах (конфликтах) и контртеррористических операциях основной задачей при инженерном обеспечении боя является поиск и ликвидация мин, самодельных взрывных устройств и взрывоопасных предметов. Они могут находиться и устанавливаться на путях движения войск (дорогах, колонных путях

и т.п.) в зданиях и сооружениях или располагаться на местности. При этом все большой размах получают распространение управляемые по радио (проводам) взрывные устройства.

Задачи поиска ВОП выполняются преимущественно с помощью переносных миноискателей, а на маршрутах движения – с использованием инженерных разведывательных машин и бронированных машин разминирования.

Инженерная разведывательная машина ИРМ, выполненная на узлах и агрегатах БМП-1 (2) и предназначенная для ведения инженерной разведки местности, путей движения войск, водных преград и МВУ, не удовлетворяет требованиям войск.

Основными недостатками машины являются:

- ◆ недостаточная эффективность по ведению разведки МВУ из-за слабой помехозащищенности широкозахватного индукционного миноискателя РШМ-2;
- ◆ отсутствие приборов обнаружения мин с широкой зоной поражения;
- ◆ низкая огневая защищенность;
- ◆ отсутствие аппаратуры сбора, обработки разведывательной информации.

Для преодоления минно-взрывных заграждений, устраиваемых противником при ведении боевых действий, применялись средства механического траления мин, взрывного разминирования, приборы поиска, передатчики помех, а также средства защиты сапера.

К средствам механического траления относились состоящие на вооружении танковые колесные минные тралы КМТ-5М и КМТ-7 (рис. 1). Для проводки колонн в частях создавались отряды обеспечения движения, в состав которых входили 2–3 танка или БМП, оснащенные минными тралами. Танки (БМП) с тралами двигались впереди колонны на удалении 50–100 м и под прикрытием огня мотострелковых и танковых подразделений осуществляли траление.



Рис. 1. Танк Т-72 с тралом КМТ-7

Подрыв мины под тралом являлся сигналом о наличии впереди заминированного участка дороги. По решению командира вперед высылалась группа разведки и разминирования с группой прикрытия, или заминированный участок протраливался минными тралами. Наиболее эффективная скорость траления 3...5 км/ч.

Повышение эффективности траления мин и защищенности экипажа было достигнуто применением бронированных машин разминирования БМП-1 и БМП-2.

Бронированная машина разминирования БМР-1 на базе самоходной, артиллерийской установки была разработана и поступила на войсковую эксплуатацию в 1982 г. Она оснащалась катковым минным тралом КМТ-5М (КМТ-7) и предназначалась для разминирования дорог, колонных путей и проделывания проходов в МВУ.

Бронированная машина разминирования БМР-2 была разработана и поступила на войсковую эксплуатацию в 1985 г. Она разработана на базе танка Т-54, имеет усиленное броневое днище, аналогичное по конструкции БМР-1. Машина может применяться с минным тралом КМТ-7 (КМТ-5М).

В 2000-ые гг. в России была разработана боевая машина разминирования БМР-3МА (рис. 2), обеспечивающая траление мин с взрывателем нажимного действия, магнитных и бортовых мин, однако в серийное производство она не пошла.



Рис. 2. Боевая машин разминирования БМР-3МА

В настоящее время по ТТЗ Минобороны на базе БМР-3МА ОАО «ВНИИ «Сигнал» разрабатывает дистанционно-управляемый робототехнический комплекс разминирования.

Анализ показывает интенсивное ведение работ за рубежом по созданию эффективных средств разминирования. При этом с целью снижения потерь личного состава упор делается на применение робототехнических комплексов разминирования.

США с целью снижения потерь личного состава от минно-взрывных устройств и огня противника при ведении разведки в Ираке широко применяли робототехнические системы для ведения разведки и обнаружения и обезвреживания минно-взрывных устройств, что дало положительные результаты.

Применение мобильных роботизированных комплексов разминирования позволит:

- ◆ повысить эффективность системы обнаружения и уничтожения минно-взрывных устройств;
- ◆ снизить чрезмерную физическую и психологическую нагрузки на личный состав подразделения;
- ◆ снизить потери личного состава.

Образцы робототехнических комплексов зарубежной разработки разминирования можно отнести к комплексам, приведенным на рис. 3,4.

М60 Panther машина разминирования является преобразованием безбашенного М60А3 основных боевых танков-гралыщиков. Она была разработана для проведения разминирования в боевых условиях. С помощью данной техники была произведена очистка более 800 км дороги. Разминирование транспортного средства было использовано также в Косово.



Рис. 3. Танк-тральщик Panther M60, оборудованный катковым тралом



Рис. 4. Робот разминирования Aardvark

Основными критериями создания робототехнических комплексов разминирования являются:

- ◆ вероятностные характеристики обнаружения мин всех типов и самодельных взрывных устройств (СВУ), а также всех типов мин неконтактными электронными взрывателями;
- ◆ вероятностные характеристики уничтожения и блокировки срабатывания радиоэлектронных средств дистанционного управления (РЭСДУ) инженерных мин всех типов и самодельных взрывных устройств (СВУ), а также всех типов мин с неконтактными электронными взрывателями;
- ◆ скорость движения мобильного комплекса дистанционного разминирования при выполнении боевых задач;
- ◆ степень живучести образца при подрыве взрывоопасного предмета.

К робототехническим комплексам разминирования относятся:

- ◆ военные комплексы;
- ◆ роботы для гуманитарного разминирования.

Военные роботы-саперы предназначены для проделывания проходов в минных полях в условиях огневого противодействия противника. Скорость передвижения более важна, чем фактор безопасности. Как правило, для разминирования используют дистанционно управляемые танки, оборудованные колесными катковыми или ножевыми трапами. Приемлемым считается уничтожение или удаление 80 % мин.

Полицейские роботы используются для поиска и уничтожения самодельных взрывных устройств, обычно в городских условиях, и для проведения разминирования на больших площадях крайне не эффективны.

К робототехническим комплексам для гуманитарного разминирования относят широкий класс устройств – от комплекта стандартизированных модулей, превращающих обычное транспортное средство в дистанционно управляемое, до полностью автономных мобильных роботов, способных самостоятельно, без участия человека, находить и уничтожать мины. К настоящему времени наиболее отработанными являются дистанционно управляемые устройства для поиска мин и сплошного разминирования минных полей. Работы по созданию автономных роботов-саперов, проводимые многочисленными компаниями и научно-исследовательскими организациями, находятся на начальной стадии. Следует отметить, что гуманитарное разминирование в основном связано с наземными противопехотными минами, поэтому предлагаемое многими фирмами оборудование рассчитано на уничтожение только противопехотных мин и не может быть использовано против противотанковых, донных и т.п.

К робототехническим комплексам разминирования можно предъявить следующие требования:

- ◆ низкая стоимость;
- ◆ гарантированная безопасность для операторов;
- ◆ простота конструкции, отсутствие необходимости доводки и сложной регулировки на месте применения;
- ◆ устойчивость к взрывам противопехотных мин, отсутствие серьезных повреждений при взрывах противотанковых мин и фугасов;
- ◆ простота обучения боевой работе и простота управления;
- ◆ мобильность;
- ◆ транспортабельность.

В состав робототехнического комплекса разминирования должны входить:

- ◆ мобильный робот разминирования;
- ◆ пункт дистанционного управления;
- ◆ беспилотный летательный аппарат.

При проведении войсками операций в ходе вооруженных конфликтов и контртеррористических действий, когда возникает необходимость провести скрытую инженерную разведку местности, маршрута движения на наличие установленных или отсутствующих мин, взрывных устройств, должен быть использован легкий или тактический беспилотный летательный аппарат (БЛА) вертолетного и самолетного типа, оснащенный модульной малогабаритной разведывательной аппаратурой с высоким разрешением, многозональной телевизионной, тепловизионной, нелинейной радиолокации, в сочетании с автоматизированной системой топосвязки на основе СНС ГЛОНАСС/GPS, и цифровой обработкой информации, что позволит на дальности до десятков километров обнаруживать и определять координаты минных полей и мест установки взрывных устройств, и решать задачи обзорной инженерной разведки местности, путей движения и водных преград в ночных и дневных условиях.

Управление полетом БЛА может осуществляться дистанционно или автоматически по заданной траектории полета. На пункт дистанционного управления с БЛА передается разведывательная информация от оптических и радиолокационных средств разведки, которая проходит интегрированную обработку и отображается на экране монитора на фоне местности и фоне электронной карты местности.

Оператор анализирует отметки и отображение минно-подобных объектов и принимает решение о принадлежности минного поля к тому или иному типу, учитывая при этом особенности постановки минных полей различными способами: с воздуха, системами залпового огня или вручную. Окончательным результатом воздушной разведки являются точные географические координаты минного поля.

Основным достоинством воздушной разведки минных полей является высокая производительность и низкая стоимость. К недостаткам следует отнести низкую вероятность обнаружения одиночных мин и мин, установленных в грунт.

В состав мобильного робота разминирования должны входить:

- ◆ система разведки и уничтожения минно-взрывных устройств;
- ◆ информационно-управляющая система;
- ◆ система связи и передачи команд;
- ◆ система управления движением;
- ◆ система технического зрения для управления движением;
- ◆ система топопривязки и ориентирования;
- ◆ система электропитания.

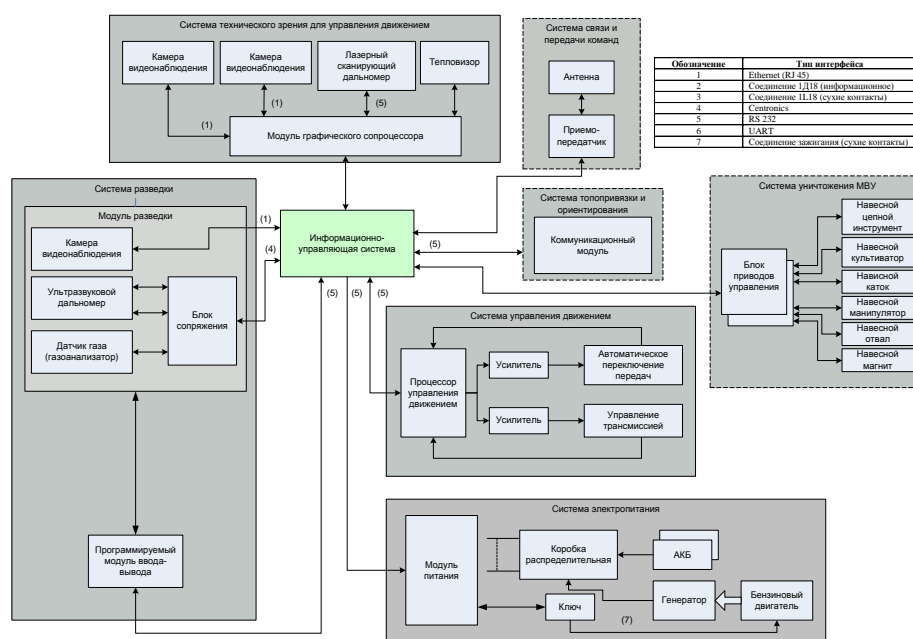


Рис. 5. Схема структурная мобильного робота разминирования

Разработка мобильного робота разминирования должна проводиться на базе штатного шасси военного (для вооруженных сил) или гражданского (для гуманитарного разминирования) назначения путем установки на него комплекса аппаратуры и средств дистанционного управления и целевой нагрузки – средств разведки и уничтожения минно-взрывных устройств.

Анализ современных минно-взрывных устройств показывает, что их обнаружение и уничтожение является весьма сложной задачей.

Практика показала, что ни одно из устройств, применяемых отдельно, не может обеспечить требуемую ООН вероятность 0,97 обнаружения и уничтожения минно-взрывных устройств.

Поскольку поиск минно-взрывных устройств считается наиболее сложной частью процесса разминирования, значительная часть НИОКР как в России, так и за рубежом направлена на его совершенствование путем автоматизации решения задачи обнаружения, увеличения скорости обнаружения, улучшения способности отличать мину от металлических осколков. Для обнаружения мин разрабатываются приборы: нелинейный радиолокатор, подпочвенный, ультразвуковой, лазерный локаторы, тепловизор, химический анализатор (“электронный нос”), обнаружитель на основе ядерного резонанса и т.д.

Состав систем разведки и уничтожения минно-взрывных устройств можно классифицировать по группам:

- ◆ механические устройства уничтожения минно-взрывных устройств;
- ◆ оптико-электронные и электронные уничтожители минно-взрывных устройств;
- ◆ оптико-электронные средства разведки минно-взрывных устройств;
- ◆ радиолокационные средства разведки минно-взрывных устройств;
- ◆ дистанционные средства уничтожения минно-взрывных устройств.

Наиболее быстрым считается разминирование с помощью специальных механических устройств – катковых, ножевых и цепных тралов. Эти устройства разработаны для проделывания проходов в минно-взрывных заграждениях и не предназначены для очистки больших площадей. Кроме того, для их работы требуются мощные машины-тральщики, типа танка или тяжелого трактора и появляется значительное число мин, которые не уничтожаются тралами.

Рассмотрим возможные способы дистанционного приведения в пассивное состояние минно-взрывных устройств. К ним относятся:

- ◆ обезвреживание электронных компонентов СВЧ импульсом;
- ◆ пиротехническое разрушение;
- ◆ разрушение кумулятивной струёй;
- ◆ механическое разрушение при помощи метательных снарядов;
- ◆ гидродинамическое разрушение;
- ◆ разрушение высоковольтным разрядом;
- ◆ лазерное выжигание (выплавление) ВВ – дефлаграция.

К оптико-электронным и электронным уничтожителям минно-взрывных устройств относятся:

- ◆ генератор СВЧ, разработанный в ОКР «Листва»;
- ◆ мощные лазеры.

Преимущества лазерного дистанционного приведения в пассивное состояние взрывоопасных предметов:

- ◆ значительная дальность действия – десятки и сотни метров;
- ◆ возможность обезвреживания взрывных устройств (ВУ), находящихся в многослойных толстостенных оболочках, в том числе в транспортных средствах;
- ◆ низкая, близкая к нулю вероятность детонации ВУ;
- ◆ обеспечение возможности визуальной идентификации типа ВУ;
- ◆ сохранение внешней целостности ВУ для последующего криминалистического исследования;
- ◆ возможность работы не только по ВВ, но и по устройствам управления подрывом.

Зарубежные аналоги (рис. 6, 7).



Мощность лазера – 1000 Вт
Дальность действия – до 200 м

Рис. 6. Комплекс «Laser Avenger». Разработчик Boeing (США)



Мощность лазера – 1000 Вт
Дальность действия – 25–300 м

Рис. 7. Комплекс «ZEUS». Разработчик Sparta. Inc. (США)

К оптико-электронным средствам разведки минно-взрывных устройств относятся телевизионные видеокамеры и тепловизионные камеры. Они позволяют вести оптическую разведку оператором по изображению и тепловым контрастам местности минно-взрывных устройств. Дальнейшим развитием оптико-электронной разведки является реализация автоматического распознавания минно-взрывных устройств.

Радиолокационные средства разведки минно-взрывных устройств являются наиболее эффективными и перспективными средствами разведки. К ним относятся нелинейные радиолокаторы и подпочвенные радиолокаторы.

Наиболее эффективными средствами дистанционного обнаружения мин и взрывных устройств, оснащённых электронными неконтактными взрывателями, на сегодняшний день являются нелинейные локаторы.

В обычной радиолокации спектр сигнала, отраженного от неподвижной цели, не отличается от спектра зондирующего сигнала. При наличии в объекте поиска элементов с нелинейной вольтамперной характеристикой (ВАХ) (диодов, транзисторов, интегральных микросхем) осуществляется прямое спектральное преобразование зондирующего сигнала и его переотражение на гармониках частоты зондирования. Это различие позволяет с помощью нелинейных локаторов вести поиск мин, оснащенных неконтактными взрывателями, заглубленных в грунт и расположенных на его поверхности, так как явление нелинейной электропроводности у грунтов в широком диапазоне частот наблюдается исключительно редко.

К дистанционным средствам уничтожения минно-взрывных устройств относятся вооружения типа пулемета калибра 12,7 мм, 30 мм – гранатомет, водяная пушка для гидродинамического разрушения.

В дополнение к указанным средствам мобильный робот разминирования должен оснащаться манипулятором с радиусом рабочей зоны до 3–4 м.

С помощью манипулятора на минно-взрывное устройство могут устанавливаться пиротехнические заряды, подаваться высоковольтные разряды и т.д.

Таким образом, на мобильный робот разминирования должен устанавливаться целый комплекс аппаратуры и оборудования для разведки и уничтожения минно-взрывных устройств. Характеристики средств и аппаратуры должны взаимно дополнять друг друга и доводить вероятность обнаружения и уничтожения минно-взрывных устройств близкой к единице.

Для получения этой вероятностной оценки необходимо осуществлять комплексную обработку разведывательной информации с применением интеллектуальных перспективных информационных технологий с учетом широкого применения средств уничтожения в зависимости от тактической обстановки и типов МВУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальные документы ООН – www.un.org/russian/document/.
2. Программа научно-исследовательских работ по гуманитарному разминированию; каталог оборудования для гуманитарного разминирования – www.demining.brtrc.com/R&D/.
3. Отчет Государственного департамента США “Скрытые убийцы: глобальный кризис противопехотных мин” – www.state.gov/www/global/arms/rpt_9809.
4. Статистические данные по проблеме противопехотных мин. – eagle.uccb.ns.ca/demine/problem.html.
5. Устройства для разминирования, описание принципа действия. – www.ukdf.org.uk/fs22.htm.
6. *Рубцов И.В.* Вопросы состояния и перспективы развития отечественной наземной робототехники военного и специального назначения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 3 (140). – С. 14-21.
7. *Каляев И.А., Рубцов И.В.* Боевым роботам нужна программа // Национальная оборона. – 2012. – № 8 (77). – С. 34-48.
8. Unmanned Ground Systems Roadmap. // Robotics Systems Joint Project Office, 2011.
9. Интеллектуальные системы автоматического управления / Под ред. И.М. Макарова, В.М. Лохина. – М.: Физматлит, 2001. – 576 с.
10. *Латинов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В.* Опыт создания автономных мобильных робототехнических комплексов специального назначения // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. «Специальная робототехника и мехатроника». – 2011. – С. 7-24.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.А. Кобзев.

Филиппов Сергей Иванович – Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал»; e-mail: filippov@vniisignal.ru; 601903, г. Ковров, Владимирской области, ул. Крупской, 57; тел.: 84923232066; к.т.н.; главный конструктор – заместитель генерального директора по научной работе.

Шашок Владимир Николаевич – e-mail: shashok@vniisignal.ru; тел.: 84923231234; генеральный директор.

Малышев Александр Николаевич – e-mail: malyshev@vniisignal.ru; тел.: 84923290426, 89100960659; начальник отдела.

Багаев Дмитрий Викторович – e-mail: багаев@vniisignal.ru; тел.: 84923290426; к.т.н.; доцент; начальник сектора.

Filippov Sergei Ivanovich – All-Russian Scientific Research Institute «Signal» Joint Stock Company; e-mail: filippov@vniisignal.ru; 57, Krupskaya street, Vladimir region, Kovrov, 601903, Russia; phone: +74923232066; cand. of eng. sc.; chief designer; deputy general director for research.

Shashok Vladimir Nikolfevich – e-mail: shashok@vniisignal.ru; phone: +74923231234; general director.

Malyshev Alexander Nikolfevich – e-mail: malyshev@vniisignal.ru; phone: +74923290426, +79100960659; chief of department.

Bagayev Dmitrii Viktorovich – e-mail: багаев@vniisignal.ru; phone: +74923290426; cand. of eng. sc; associated professor; sector head.

УДК 007:621.865.8

В.А. Аникин, Н.Е. Бодунков, Н.В. Ким, В.П. Носков, И.В. Рубцов

ОБЛИК ВЫНОСНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА БАЗЕ БЛА ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ МОБИЛЬНЫХ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ (РТК)

Рассматриваются вопросы, связанные с повышением автономности мобильных роботов (МР) за счет передачи части функций оператора бортовым средствам: определения положения и ориентации робота, формирования и уточнения картографической информации, формирования оперативной и тактической моделей внешней среды, планирования траекторий движения и маневров. Для решения указанных задач предлагается использовать систему технического зрения на базе беспилотного летательного аппарата, непосредственно связанного и функционирующего в комплексе с МР. Представлены результаты экспериментов и исследований, связанных с формированием локальной модели среды передвижения МР и планированием маршрута на основе этой модели, с использованием информации, полученной с бортовой системы технического зрения БЛА. Показано, что реализация предложенного подхода позволит: существенно повысить эффективность применения наземных МР за счет расширения зоны обзора, анализа окружающей обстановки и возможности оптимального планирования действий, обеспечить более раннее обнаружение объектов интереса, слежения и наведения, повысить эффективность наблюдений за счет установки системы на различные типы мобильных и наземных объектов.

Мобильная робототехника; система технического зрения; выносной пункт технического зрения; беспилотный летательный аппарат.

V.A. Anikin, N.E. Bodunkov, N.V. Kim, V.P. Noskov, I.V. Rubtsov

APPEARANCE OF THE REMOTE UAV BASED TECHNICAL VISION SYSTEM FOR LANDING MOBILE ROBOTIC COMPLEX

Paper addresses the issues associated with an increase of the autonomy of mobile robots (MR) due to the transfer of the operator functions to onboard automatic systems: the robot position and orientation determining, the formation and refinement of the cartographic information, formation of the operational and tactical models of the environment, trajectories and maneuvers planning. To solve these problems the use of a vision system based on UAV directly connected and functioning in complex with the MR is proposed. The results of experiments and studies related to