

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

Детистова Елена Сергеевна

ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова

Санкт-Петербург

Detistova Elena Sergeevna

Chief Marshal of Aviation A. A. Novikov St. Petersburg State University

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫМ МИНАМ И ВЗРЫВНЫМ УСТРОЙСТВАМ COUNTERING RADIO CONTROLLED MINES AND EXPLOSIVE DEVICES

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.

Как свидетельствует статистика, взрывные устройства (ВУ) с радиовзрывателями (РВ) использовались, как правило, для поражения медленно движущихся или неподвижных объектов. Для этого выбирались моменты, когда объект покушения входит или выходит из дома, выезжает из офиса или резиденции, или же террористический акт осуществлялся в местах массового скопления людей (Котляковское кладбище, вокзал в Пятигорске). Случаи использования таких ВУ для поражения объектов в быстродвижущейся автомашине единичны и не привели к желаемому для террористов результату (покушения на президента Чечни Масхадова и премьер-министра Украины Лазаренко).

Оценивая возможные пути построения и использования РВ, диапазоны используемых частот и дальности передачи радиосигнала управления, можно оценить и возможности противодействия работе таких взрывателей.

Противодействие ВУ с РВ может быть теоретически основано на следующих схемах:

- локализация возможных последствий взрыва обнаруженного и идентифицированного ВУ с РВ;



- полное экранирование в радиоэфире приемно-исполнительного и/или командно-передающего приборов РВ;
- вывод из строя приемно-исполнительного и/или командно-передающего приборов РВ силовым СВЧ-излучением;
- провоцирование преждевременного срабатывания РВ путем подачи на его приемно-исполнительный прибор соответствующего радиосигнала управления;
- полное радиоэлектронное подавление (блокирование) приемно-исполнительного прибора РВ путем воздействия на него специальных радиосигналов.

Рассмотрим достоинства и недостатки каждой схемы.

ВУ может быть обнаружено как визуально, так и с помощью собаки или различных технических средств: нелинейного радиолокатора или металлодетектора. Если дальность визуальной идентификации незамаскированного ВУ с РВ ограничивается условиями местности и квалификацией оператора, то дальность обнаружения закамуфлированного (например, уложенного в непрозрачный полиэтиленовый пакет) ВУ с помощью нелинейного радиолокатора не превышает 5 м, с помощью металлодетектора — не более 1 м. В случае использования указанных технических средств оператора, производящего поиск, подстерегают две серьезные опасности:

- стремление террориста не допустить обезвреживания установленного им ВУ путем подачи радиосигнала управления на его подрыв с попыткой одновременного уничтожения оператора (такие случаи неоднократно имели место):
- возможность провоцирования срабатывания РВ оператором при воздействии излучения технического средства (особенно нелинейного радиолокатора, работа которого основана на использовании импульсного излучения в СВЧ-диапазоне).

Если при этом ВУ имеет массу основного заряда более 1 кг или мощный осколочный корпус, у оператора, даже облаченного в защитный костюм сапера, практически не остается шансов выжить. В связи с этим обеспечение безопасности персонала при поиске ВУ с РВ и установке вблизи него различного рода защитных конструкций для локализации возможных последствий взрыва является проблематичным.

Существует мнение, что можно блокировать работу приемно-исполнительных приборов РВ путем накрытия их металлическими или металлизированными экранами, препятствующими прохождению радиосигналов управления. Необходимо отметить, что установка такого экрана не гарантирует надежного экранирования прохождения радиосигнала управления из-за возможности дифракции радиоволн, распространения их в подземных инженерных коммуникациях или находящихся рядом металлических конструкциях. Надежное экранирование может быть обеспечено только в том случае, если приемно-исполнительный прибор РВ будет полностью помещен в экранированную заземленную камеру, что связано с огромным риском для оператора. Возможность же экранирования излучения командно-передающего прибора вообще проблематична, поскольку для этого необходимо найти террориста с этим прибором и скрытно создать вокруг него экранированную камеру.

Известно, что действие СВЧ-излучения с высокой плотностью потока мощности (порядка десятков милливольт на квадратный сантиметр) может приводить к необратимому нарушению работоспособности электронных компонентов (транзисторов, интегральных схем и т. п.) за счет электрического пробоя *p-n* переходов. При меньшей интенсивности СВЧ-излучения возможен временный выход из строя этих компонентов на время до десятков минут с последующим полным или частичным восстановлением работоспособности. В случае пробоя *p-n* перехода в транзисторе (тиристоре), на основе которого выполнен электронный ключ исполнительного блока взрывателя, обеспечивающего передачу электрического импульса от источника тока на электродетонатор, ключ открывается с соответствующим инициированием взрыва электродетонатора и всего ВУ. При наличии во взрывателях проводящих корпусов из металла или металлизированной пластмассы



существенно снижается или полностью исключается возможность воздействия на электронную схему СВЧ-излучения [1,5].

Следует отметить, что неизбежный характер действия СВЧ-излучения в условиях городской и промышленной застройки может приводить к поражению бытовой и промышленной радиоэлектронной аппаратуры, попавшей в диаграмму направленности излучателя. Кроме того, для создания мощного СВЧ-генератора необходимо использование узкой диаграммы направленности излучения, что потребует точного знания местоположения блоков РВ.

Обеспечение санкционированного подрыва ВУ с РВ возможно путем подачи на его приемно-исполнительный прибор соответствующего радиосигнала управления. Однако, учитывая практически неограниченное количество возможных комбинаций (например, в цифровом коде такой команды), такой вариант противодействия РВ как реально осуществимый можно исключить. Своеобразное исключение составили единичные случаи захвата РВ на базах оппозиционеров в Афганистане, когда были определены сетка рабочих частот и возможные кодовые комбинации радиосигналов управления. С учетом полученной информации были созданы образцы так называемых радиотралов, позволивших осуществить подбор кода радиосигнала управления на конкретных рабочих частотах и приведение к срабатыванию приемно-исполнительных приборов РВ с мощными фугасными зарядами ВВ, установленными в полотне дороги на маршрутах движения воинских колонн. Санкционированный в этом случае подрыв зарядов, которые к тому же было сложно технически обнаружить, был оправдан и позволил избежать ненужных жертв.

К сожалению, такой способ борьбы с РВ практически неприменим в условиях использования РВ с большим многообразием рабочих частот и видов кодирования радиосигналов управления.

Очевидно, что все рассмотренные варианты противодействия РВ являются либо малоэффективными, либо опасными для персонала, осуществляющего поиск и обезвреживание ВУ с таким взрывателем. Тем не менее работы в этих направлениях периодически проводятся в разных странах мира, пока без достижения каких-либо значимых результатов.

Наиболее реальной является борьба с РВ, основанная на воздействии на его приемно-исполнительный прибор специальных радиосигналов, препятствующих приему и обработке радиосигнала управления. Следует отметить, что этот способ является основным во всех странах мира и реализуется с помощью различного рода генераторов помех, блокираторов РВ или так называемых джаммеров.

Суть радиоэлектронного подавления (блокирования) приемно-исполнительных приборов РВ заключается в создании радиопомехи на его рабочей частоте. Уровень этой помехи на входе приемно-исполнительных приборов должен быть таким, чтобы соотношение уровней сигнал/помеха в момент передачи радиосигнала управления было не более 3:1. В идеальном случае, когда точно известна рабочая частота РВ, можно применять генератор шума, создающий прицельную помеху, ширина полосы которой превышает ширину полосы приема приемно-исполнительного прибора РВ всего в 1,5–2,0 раза. К сожалению, на практике этот параметр РВ в подавляющем большинстве случаев неизвестен и может быть определен с помощью сканирующего приемника только в момент передачи радиосигнала управления, когда уже поздно осуществлять какие-либо меры противодействия.

В простейшем случае генератор помех обеспечивает формирование широкополосной заградительной помехи в диапазоне от 10 до 500 МГц (в некоторых образцах до 1000 МГц) при суммарной мощности сигнала, подводимого к одной или нескольким антеннам, от 10 до 500 (1000) Вт. [2,3]. Как показывают значения приведенных параметров, спектральная плотность помехи является весьма малой величиной. Учитывая, что полоса пропускания большинства приемников, в том числе и приемно-исполнительных приборов РВ, как правило, 10 кГц, можно предположить, что радиус надежного подавления (блокирования)



приемно-исполнительных приборов РВ составит несколько метров в зависимости от мощности генератора помех, что и подтверждается результатами натуральных испытаний. При этом помехозащищенный РВ может быть заблокирован, а непомехозащищенный — приведен к срабатыванию. При блокировании близкорасположенного (на расстоянии до 10 м) помехозащищенного РВ существует опасность провоцирования и его подрыва за счет комплексного воздействия двух факторов:

- наводки мощным электромагнитным полем в проводах электродетонатора электрического потенциала (ЭДС), достаточного для срабатывания электродетонатора, независимо от наличия или отсутствия электрического контакта с источником питания взрывателя;
- пробоя *p-n* перехода в транзисторе (тиристор) электронного ключа взрывателя и замыкания электрического контакта электродетонатора на источник питания (при воздействии помехи в СВЧ-диапазоне выше 800 МГц).

Учитывая указанное расстояние между генератором помех и ВУ, можно предположить, что в случае взрыва последствия для самого генератора и его оператора будут довольно серьезными.

Довольно часто разработчики таких генераторов помех, используя помеху выше 800 МГц, демонстрируют возможности своих изделий в условиях помещений ограниченного объема на компьютерах, телевизорах, диктофонах и микрофонах. Внешне это выглядит весьма эффектно, поскольку нарушается нормальная работа такого рода оборудования, однако не имеет никакого отношения к противодействию работе реальных РВ. Учитывая рабочие диапазоны функционирования реальных РВ, схемы их построения и дальности передачи радиосигналов управления, можно утверждать, что использование в генераторах помех для блокирования РВ помехи в диапазоне выше 800 МГц не только малоэффективно, но и опасно.

Для повышения дальности подавления приемно-исполнительных приборов РВ используется принцип формирования такой широкополосной заградительной помехи, когда плотность помехи не равномерна по всему диапазону, а имеет повышенные значения в отдельных поддиапазонах, например в тех, в которых наиболее вероятно функционирование РВ. Но и в этом случае спектральная плотность помехи возрастает незначительно и, соответственно, незначительно увеличивается радиус подавления приемно-исполнительных приборов РВ.

В некоторых моделях джаммеров зарубежного производства реализована возможность значительного повышения спектральной плотности помехи за счет существенного сужения диапазона излучения до 3,5 % от центрального значения выбранной рабочей частоты $f_{\text{раб}}$ (постановка прицельной помехи). При $f_{\text{раб}} = 27$ МГц помеха будет создаваться в диапазоне от 26,52 до 27,47 МГц, при $f_c = 160$ МГц — в диапазоне от 157,2 до 162,8 МГц. За счет такого сужения диапазона излучения и соответствующего повышения спектральной плотности помехи радиус подавления приемно-исполнительных приборов РВ существенно возрастает. Однако для реализации подобного режима подавления РВ необходимо точно знать рабочую частоту радиосигнала управления. Если для некоторых стран это не является проблемой (например, в подавляющем числе случаев в качестве РВ используется канал дистанционного включения-выключения средств акустического контроля помещений с рабочей частотой 160 МГц), то для России характерно использование самых разнообразных устройств в качестве РВ с различной рабочей частотой передачи радиосигнала управления. Кроме того, с учетом этой особенности работы некоторых типов джаммеров террористическими организациями за рубежом уже были изготовлены и изъяты полицией РВ, имеющие несколько параллельных каналов управления с разными рабочими частотами. Радиосигналы управления могли передаваться одновременно по всем каналам или (при использовании панорамного сканирующего приемника, который позволяет определять границы суженного диапазона постановки помехи) по одному из каналов, гарантированно свободному от наличия помехи [1,4].



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.

