

УДК 621.384.3

Глебов В.В., Роленко С.А.

## СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

**Постановка проблемы.** Успех защиты танков и других боевых бронированных машин от средств поражения в большой степени зависит от обнаружения последних, предупреждения об их применении и обеспечения эффективного противодействия. В идеале, экипаж должен своевременно обнаружить угрозу и нейтрализовать её. Если это невозможно, то предупреждение о потенциальной угрозе обеспечивает время для принятия контрмер.

В ведущих бронетанкостроительных странах мира ведутся работы по созданию комплексов / систем активной защиты (КАЗ / САЗ) основных боевых танков (ОБТ) и боевых бронированных машин (ББМ). Эти системы должны обеспечивать поражение на подлете к боевым машинам противотанковых управляемых ракет (ПТУР), самоприцеливающихся и самонаводящихся боевых элементов артиллерийских и авиационных боеприпасов, кумулятивных снарядов и выстрелов ручных противотанковых гранатометов (РПГ). Создание эффективных систем обнаружения КАЗ является актуальной проблемой.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Аспекты развития этого направления защиты находят свое отражение в различных источниках. Публикации посвящены описанию принципов действия комплексов и их составных элементов [1–3], характеристикам отдельных комплексов [4–9], состоянию работ по данному направлению в различных странах [10–12] и т.д.

Средством воздействия КАЗ на подлетающий боеприпас является боевая часть системы поражения. Боевая часть должна обеспечить:

- высокую скорость доставки в точку взрыва;
- создание плотного облака высокоскоростных осколков с прогнозируемыми размерами.

Вероятность поражения атакующего средства  $P(A)$  может быть представлена следующим выражением [13]:

$$P(A) = \iint G_0(y, z) \cdot f_1(y, z) \cdot f_3(y, z) dydz, \quad (1)$$

где  $G_0(y, z)$  – условный координатный закон поражения;  $f_1(y, z)$  – закон рассеяния / ошибок наведения противотанковых средств (ПТС) на защищаемый объект;  $f_3(y, z)$  – плотность вероятности срабатывания системы обнаружения в зависимости от ошибок наведения атакующего средства/боеприпаса.

Активной защите танков посвящены работы Григоряна В.А. [14].

Системы обнаружения, управления и поражения могут быть как в раздельном исполнении, так и объединенными в различных сочетаниях в модули, количество которых зависит от компоновки КАЗ на защищаемом объекте.

**Целью статьи** является анализ систем обнаружения комплексов активной защиты.

**Основная часть.** В настоящее время метод построения комплексов активной защиты определяется их алгоритмом работы – автоматическое обнаружение приближающегося боеприпаса, слежение за ним, определение скорости и траектории полета, расчет времени реагирования, пуск средства воздействия и его инициирование (рис. 1).

Данные о наиболее отработанных и прошедших испытания в составе объектов системах обнаружения приведены ниже.

*КАЗ AWiSS компании DIEHL.* Используется миллиметровый радиолокационный датчик. Датчики обнаруживают цель на расстоянии 75 м. Радиолокационная станция (РЛС) поиска и сопровождения (радиолокатор обнаружения и слежения) работают в КА-диапазоне.

*КАЗ SPATEM компании GIAT.* Нахождение угрозы происходит на дистанциях свыше 50 метров. Идентификации цели на удалении до 50 м при помощи инфракрасных и электромагнитных датчиков.

*КАЗ APS Iron Fist компании IMI.* Радиолокатор обнаруживает потенциальную угрозу и передает данные о дистанции и траектории полета снаряда в систему управления огнём (СУО). Используется радиолокационный (РЛ) сенсор, разработанный компанией IAI-Нта и дополнительный пассивный инфракрасный (ИК) детектор, разработанный компанией Vbit/Elisra. Компания RADA Electronic Systems предлагает использовать свой радар RPS-10

КАЗ Trophy компаній Rafael u Israel Aircraft Industries. РЛС веде пошук і обнаруження средства/средств нападения и начинае сопровождение лишь в том случае, если при проведенном расчете ожидается попадание в машину (четыре антенны, размещенные на передней и кормовой частях и бортах платформы, и обеспечивающие обзор в секторе 360). РЛС обнаружения и сопровождения целей с радиолокационными датчиками (фазированные антенные решетки) работает в миллиметровом диапазоне длин волн.

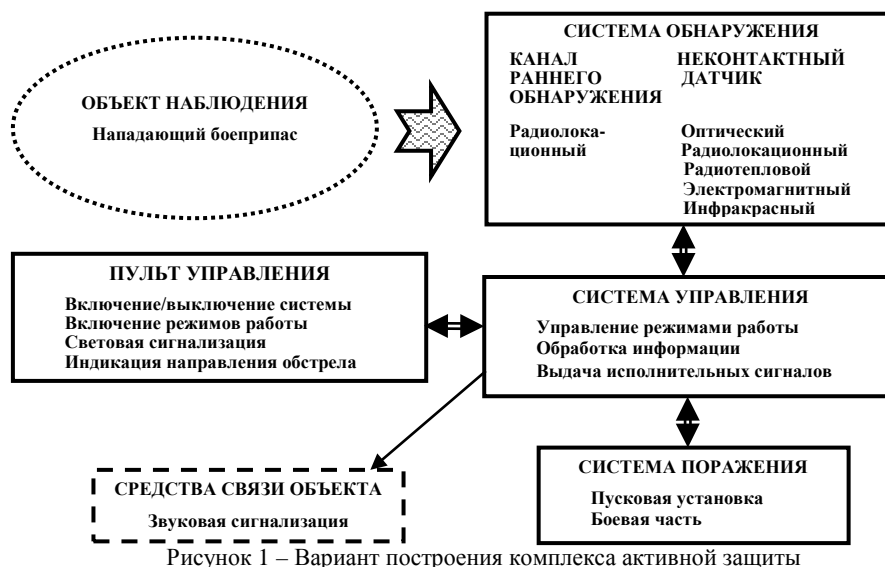


Рисунок 2 – Принцип действия КАЗ Trophy

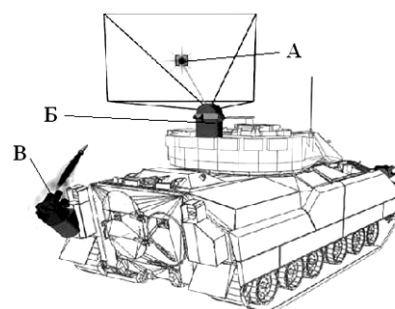


Рисунок 3 – КАЗ SLID:  
А – атакующее средство, Б – система обнаружения,  
В – система поражения

Зона защиты, град: – по горизонтали 360;  
– по вертикали от -16 до +55.

Максимальная дальность обнаружения подлетающих боеприпасов, м до 1400.

КАЗ Quick Kill компания Raytheon. РЛС обнаружения и сопровождения целей миллиметрового диапазон длин волн - твердотельные, многофункциональные радиолокаторы с фазированными антенными решетками (ФАР) MFRFS (Multi-Function Radio Frequency System).

Зона защиты, град: – по горизонтали 360;  
– в верхней полусфере 180.

Максимальная дальность обнаружения подлетающих боеприпасов, м до 1600.

КАЗ SLID на конкурсной основе конкурс компаний Raytheon u Rockwell. Обнаружение подлетающего боеприпаса осуществляется на дальности около 250 метров. Защитный снаряд системы SLID представляет собой автономный аппарат-перехватчик. Боеприпас имеет лазерную систему наведения на конечном участке. При этом:

– для обнаружения вспышки выстрела в проекте компании Raytheon используется ультрафиолетовый (УФ) датчик Система обнаружения подлетающих боеприпасов – пассивная, используются ИК датчики обнаружения. Сопровождение подлетающего снаряда осуществляется с помощью РЛС миллиметрового диапазона;

– обнаружение и сопровождение цели в проекте компании Rockwell осуществляется с помощью ИК датчика.

*САЗ CICS.* Для обнаружения атакующего боеприпаса используются пассивные датчики (CICM).

*КАЗ FCLAS.* Обнаружение подлетающего боеприпаса осуществляется РЛС. При приближении угрожающего объекта выстреливается антиснаряд, на котором находятся РЛ датчики подрыва, работающие в миллиметровом диапазоне.

*КАЗ Scudo компании Oto Melara.* Для идентификации подлетающих управляемых или неуправляемых ракет используется активная РЛС непрерывного излучения X-диапазона длин волн, в которую входят передающая и четыре приемные антенны.

*КАЗ компании Vofors.* Подлетающий боеприпас поражается на расстоянии до 20 м 90...100-мм снарядом с датчиком цели, способным обнаруживать цель на дальности до 10...20 м.

*LEDS 150 фирмы Saab Avitronics.* Комплект датчиков, выявляющих угрозу, содержит РЛС миллиметрового диапазона и тепловизионные датчики. Они объединены в блок MCTS 150 (система подтверждения типа вооружения и сопровождения). Два блока MCTS 150 обеспечивают взаимное перекрытие по азимуту  $360^{\circ}$  и от  $(-15 \text{ до } +45)^{\circ}$  по вертикали.

Система дальнего радиуса действия LEDS 300 содержит блоки MCTS-300 и может обнаруживать угрозы на расстоянии 1000 м и более.

*САЗ KAPS компании ADD.* Дальность обнаружения и определения снарядов и противотанковых ракет – до 150 м. Работа системы основана на применении трехкоординатной радиолокации, а также термовизоров (так в источнике). Обнаружив цель, система сопровождает её.

*КАЗ "Дрозд".* На дальности 330 м РЛС обнаруживает атакующий противотанковый боеприпас. Если боеприпас летит в контур танка, то с дальности около 130 м РЛС переходит в режим сопровождения. Используются простейшие радиолокационные датчики миллиметрового диапазона. Фильтры датчиков обеспечивают селекцию целей, движущихся со скоростями, типичными для ПТУР.

*КАЗ "Арена" и "Арена-Э", Коломенское КБ машиностроения.* РЛС непрерывного действия (многофункциональная с "мгновенным" обзором пространства во всем защищаемом секторе) обнаруживает цель, движущуюся с характерной для ПТУР скоростью. После анализа полученной информации, если вероятность попадания данного ПТУР в танк высока, РЛС автоматически переводится в режим сопровождения обнаружение и сопровождение целей.

Дальность обнаружения подлетающих целей, м – 50.

Дальность до цели при выдаче команды на поражение, м – 7,8–10,06.

Если расчетная траектория ПТУР не пересекается с траекторией движения танка, то РЛС возвращается в режим обнаружения целей.

*КАЗ "Заслон" ГП "БЦКРТ "Микротек".* РЛС обнаружения цели, работающая в миллиметровом диапазоне, находится в самом боеприпасе и непрерывно излучает сигнал на дистанцию приблизительно 2–2,5 м.

Таким образом, наиболее эффективными в настоящее время являются системы обнаружения и сопровождения, основанные на использовании датчиков/приёмников с применением активной радиолокации в миллиметровом диапазоне электромагнитного излучения.

В радиолокационном диапазоне дальность действия системы поиска (разведки) зависит не только от чувствительности приемника системы обнаружения, но и от характеристик работающих радиолокационных средств – импульсной мощности передатчика  $P_{ц}$  и коэффициента усиления передающей антенны  $G_{ц}$  [15, 16].



Рисунок 4 – КАЗ LEDS 150



Рисунок 5 – РЛС КАЗ "Арена"

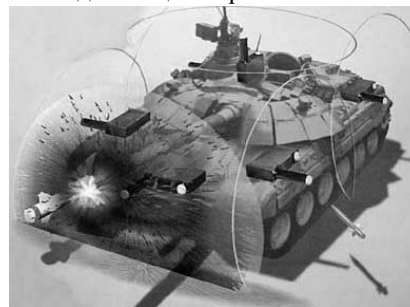


Рисунок 6 – КАЗ "Заслон"

$$R = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_{\Pi} G_{\Pi} G}{P_{\Pi}}}, \quad (2)$$

где  $P_{\Pi}$  – чувствительность приемника,  $G$  – коэффициент усиления приемной антенны.

Для повышения помехоустойчивости и исключения ложных срабатываний в составе системы обнаружения могут применяться каналы раннего обнаружения, работающие длительное время, и неконтактные датчики, включающиеся по сигналу указанных каналов.

**Выводы.** Анализ существующих на сегодняшний день систем обнаружения комплексов активной защиты позволяет сделать следующие выводы:

1. Датчики КАЗ / САЗ должны быть достаточно чувствительными для того, чтобы обнаружить угрозу на требуемой дальности и обеспечить время для реагирования. Наиболее вероятная и оптимальная дальность обнаружения до 30–50 м.
2. РЛС миллиметровых волн обеспечивают хорошее разрешение, позволяющее даже визуализировать некоторые отличительные особенности боеприпасов, однако их работа в непрерывном режиме демаскирует местоположение защищаемого объекта.
3. Целесообразно для получения предварительной информации о потенциальной угрозе использовать пассивные ультрафиолетовые и инфракрасные датчики, которые позволяют обнаружить пуск ПТУР или выстрел противотанковой пушки.

#### Литература

1. Ogorkiewicz R.M. Detection and Obscuration Counter Anti-Armor Weapons. Development of active protection systems for combat vehicles is slowly gathering momentum / R.M. Ogorkiewicz // Jane's International Defense Review. – January 2003. – P. 49–53.
2. Мартышин В. Комплексная защита боевых машин / Владимир Мартышин // Военный парад. – 2009. – №3. – С. 76–77.
3. Российский подход к усилению броневой защищённости бронетанковой техники // Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления (Серия «Вооруженные силы и военно-промышленный потенциал»). – 2006. – № 10. – С. 17–22.
4. Активная защита для израильских боевых машин [Электронный ресурс] // Режим доступа на сайт: [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
5. Close-In Countermeasure system (CICS) // Режим доступа на сайт: [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
6. Активная защита SLID [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.boeing.com/defense-space/missiles/slid/slid.htm>.
7. Система активной защиты фирмы Saab Avitronics [Электронный ресурс] // Режим доступа к сайту: [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
8. Южная Корея разрабатывает систему активной защиты KAPS [Электронный ресурс] // Режим доступа к сайту : [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
9. Активная защита "Арена" [Электронный ресурс] // Независимое военное обозрение. – 14.07.2000. – Режим доступа: Танку ПТУР не страшен! АЗ Арена.htm.
10. Березов А. Системы активной защиты зарубежной бронетанковой техники / А. Берёзов // Зарубежное военное обозрение. – 2009. – № 8. – С. 39–42.
11. Средства активной обороны бронированных машин // Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления (Серия «Вооруженные силы и военно-промышленный потенциал»). – 2006. – № 3. – С. 18–28.
12. Системы активной защиты бронетехники // Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления (Серия «Вооруженные силы и военно-промышленный потенциал»). – 2008. – № 4. – С. 22–37.
13. Васьковский М.И. Методика сравнительной оценки систем активной защиты боевых бронированных машин / М.И. Васьковский: Дис. ... канд. техн. наук: 20.02.14. – К., 2002. – 193 с.
14. Григорян В.А. Защита танков / В.А. Григорян, Е.Г. Юдин, И.И. Терехин и др.; Под ред. В.А. Григоряна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 327 с.
15. Системы информации об окружающей обстановке // Army Guide Monthly/ – 2008. – № 11 (50). – С. 10–11.
16. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей / В.А. Горбунов. - М.: Воениздат, 1980. – 160 с.

## Bibliography (transliterated)

1. Ogorkiewicz R.M. Detection and Obscuration Counter Anti-Armor Weapons. Development of active protection systems for combat vehicles is slowly gathering momentum. R.M. Ogorkiewicz. Jane's International Defense Review. – January 2003. – P. 49–53.
2. Martyishin V. Kompleksnaya zaschita boevyih mashin. Vladimir Martyishin. Voennyiy parad. – 2009. – #3. – P. 76–77.
3. Rossiyskiy podhod k usileniyu bronevoy zaschischyonnosti bronetankovoy tehniki. Inostrannaya pechat ob ekonomicheskom, nauchno-tehnicheskom i voennom potentsiale gosudarstv-uchastnikov SNG i tehniceskikh sredstvah ego vviyavleniya (Seriya «Vooruzhennyye silyi i voenno-promyshlennyiy potentsial»). – 2006. – # 10. – P. 17–22.
4. Aktivnaya zaschita dlya izrailskih boevyih mashin [Elektronnyiy resurs] Rezhim dostupa na sayt: [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
5. Close-In Countermeasure system (CICS). Rezhim dostupa na sayt: [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
6. Aktivnaya zaschita SLID [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.boeing.com/defense-space/missiles/slid/slid.htm>.
7. Sistema aktivnoy zaschityi firmyi Saab Avitronics [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa k saytu: [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
8. Yuzhnaya Koreya razrabatyivaet sistemu aktivnoy zaschityi KAPS [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa k saytu : [www.army-guide.com](http://www.army-guide.com).
9. Aktivnaya zaschita "Arena" [Elektronnyiy resurs]. Nezavisimoe voennoe obozrenie. – 14.07.2000. – Rezhim dostupa: Tanku PTUR ne strashen! AZ Arena.htm.
10. Berezov A. Sistemy aktivnoy zaschityi zarubezhnoy bronetankovoy tehniki. A. BerYozov. Zarubezhnoe voennoe obozrenie. – 2009. – # 8. – P. 39–42.
11. Sredstva aktivnoy oboronyi bronirovannyih mashin. Inostrannaya pechat ob ekonomicheskom, nauchno-tehnicheskom i voennom potentsiale gosudarstv-uchastnikov SNG i tehniceskikh sredstvah ego vviyavleniya (Seriya «Vooruzhennyye silyi i voenno-promyshlennyiy potentsial»). – 2006. – # 3. – P. 18–28.
12. Sistemy aktivnoy zaschityi bronetehniki. Inostrannaya pechat ob ekonomicheskom, nauchno-tehnicheskom i voennom potentsiale gosudarstv-uchastnikov SNG i tehniceskikh sredstvah ego vviyavleniya (Seriya «Vooruzhennyye silyi i voenno-promyshlennyiy potentsial»). – 2008. – # 4. – P. 22–37.
13. Vaskovskiy M.I. Metodika sravnitel'noy otsenki sistem aktivnoy zaschityi boevyih bronirovannyih mashin. M.I. Vaskovskiy: Dis. ... kand. tehn. nauk: 20.02.14. – K., 2002. – 193 p.
14. Grigoryan V.A. Zaschita tankov. V.A. Grigoryan, E.G. Yudin, I.I. Terehin i dr.; Pod red. V.A. Grigoryana. – M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2007. – 327 p.
15. Sistemy informatsii ob okruzhayushey obstanovke. Army Guide Monthly. – 2008. – # 11 (50). – P. 10–11.
16. Gorbunov V.A. Effektivnost obnaruzheniya tseley. V.A. Gorbunov. – M.: Voenizdat, 1980. – 160 p.

УДК 621.384.3

Глебов В.В., Роленко С.О.

**СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ КОМПЛЕКСІВ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ**

Приведені характеристики систем виявлення комплексів активного захисту, найбільш відпрацьованих та які пройшли випробування у складі об'єктів. Виконаний аналіз існуючих на сьогоднішній день систем виявлення. Зроблено висновок про необхідність використання пасивних датчиків виявлення загрози нападу засобів поразки.

Glebov V.V., Rolenko S.A.

**ACTIVE PROTECTION DETECTION SYSTEM**

The presented specifications of the active protection detection systems are the most proven and tested as a part of a vehicle. Analyzed were the currently existing detection systems. The conclusion was made about the necessity of using passive sensors for detection of destruction means threat.