

---

УДК 621.372

А.М. Сотников, В.А. Лупандин, Я.Н. Кожушко, Р.Г. Сидоренко

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков*

## **ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ, РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ И РАКЕТ, КОТОРЫЕ ОСНАЩЕНЫ БОЕВЫМИ ЧАСТЯМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДЕЙСТВИЯ**

*Получено выражение для оценки показателя эффективности применения оружия, которое оснащено боевыми частями электромагнитного действия. Выражение учитывает возможную на момент применения помеховую обстановку в районе цели и позволяет обосновать необходимые значения радиусов зоны поражения разных радиоэлектронных средств, при которых будет осуществлено их функциональное поражение, в том числе с учетом степени их защищенности. Полученный результат может быть использован для сравнительной оценки носителей оружия электромагнитного действия и может быть полезен при определении путей совершенствования электромагнитного оружия.*

**Ключевые слова:** электромагнитное оружие, функциональное поражение, оценка эффективности.

### **Введение**

**Постановка проблемы и анализ литературы.** В последнее время развитыми странами все больше внимания уделяется вопросам создания, совершенствования и применения вооружения на нетрадиционных принципах действия, в том числе и электромагнитного [1 – 4]. Поэтому проблема связанная с оценкой эффективности применения электромагнитного оружия актуальна во всем мире.

Особенно важно, для оценки эффективности применения оружия, которое оснащено боевыми

частями электромагнитного действия учитывать возможную на момент применения помеховую обстановку в районе цели, знать значения радиусов зоны поражения разных радиоэлектронных средств, при которых будет осуществлено их функциональное поражение, в том числе с учетом степени их защищенности.

Известно, что наиболее обобщенным показателем эффективности применения артиллерийских и реактивных снарядов, ракет является вероятность поражения цели [5, 6].

В зависимости от метода наведения средства поражения, типа боевой части, этот показатель должен уточняться с целью наиболее полного учета в соответствии с назначением разных факторов влияния, в том числе и помеховых.

Эффективность применения электромагнитного оружия (ЭМО) целесообразно оценивать с помощью показателей, которые будут характеризовать, в первую очередь, возможность функционального поражения радиоэлектронных средств (РЭС) [1, 2]. В качестве такого показателя на начальном этапе исследований целесообразно рассматривать вероятность функционального поражения РЭС. Кроме того, эффективность применения ЭМО может быть оценена с помощью таких частных показателей, как радиус функционального поражения РЭС и критические уровни потока энергии, при которых будет осуществлено нарушение работоспособности элементов РЭС.

**Цель статьи.** Получить выражение для оценки вероятности поражения цели с учетом применения артиллерийских и реактивных снарядов, ракет, которые оснащены боевыми частями электромагнитного действия.

### Основная часть

Учитывая возможность применения боевых частей электромагнитного действия (БЧ ЭМД) на артиллерийских и реактивных снарядах, ракетах оценка эффективности должна базироваться на показателях, которые характеризуют как эффективность применения носителей ЭМО, так и эффективность функционального поражения радиоэлектронных средств. Исходя из этого, в качестве показателя эффективности применения артиллерийских, реактивных снарядов и ракет с БЧ ЭМД, целесообразно использовать вероятностный показатель, который будет учитывать также частичные показатели эффективности функционального поражения радиоэлектронных средств.

На наш взгляд, размещение ЭМО целесообразно осуществлять на высокоточных носителях, что позволит обеспечить поражение, с одной стороны, высокозащищенных от мощных излучений в широком частотном диапазоне РЭС, а с другой стороны, при необходимости, уменьшить БЧ ЭМО.

При применении БЧ ЭМД на носителях, которые не являются высокоточными, показатель эффективности будет упрощенным.

Получим показатель эффективности применения артиллерийских и реактивных снарядов, ракет с БЧ ЭМД, для случая высокоточных носителей.

Известно, что вероятность попадания в цель может быть определена как [1]:

$$P_{\text{пц}} = 1 - e^{-R_{\text{зп}}^2 / (2\sigma^2)}, \quad (1)$$

где  $R_{\text{зп}}$  – радиус зоны поражения;  $\sigma$  – среднеквадратическое круговое отклонение.

При применении систем самонаведения вероятность поражения цели можно представить в следующем виде

$$P_{\text{пц}} = P_{\text{к}} \left( 1 - e^{-R_{\text{ССН}}^2 / (2\sigma_{\text{и}}^2)} \right) \times \left( 1 - e^{-R_{\text{зп}}^2 / (2\sigma_{\text{ССН}}^2)} \right) + (1 - P_{\text{к}}) \left( 1 - e^{-R_{\text{зп}}^2 / (2\sigma_{\text{и}}^2)} \right), \quad (2)$$

где  $P_{\text{к}} = P_{\text{по}} P_{\text{му}} P_{\text{обн}} P_{\text{расп}} P_{\text{н}} P_{\text{ман}}$ ; (3)

$P_{\text{зо}}$  – показатель характеристики помеховой обстановки;  $P_{\text{му}}$  – показатель характеристики метеоусловий;  $P_{\text{обн}}$  – показатель характеристики правильного обнаружения;  $P_{\text{расп}}$  – показатель характеристики распознавания;  $P_{\text{н}}$  – показатель характеристики надежности системы самонаведения;  $P_{\text{ман}}$  – показатель характеристики осуществления маневра;  $\sigma_{\text{и}} = f(\delta R_{\text{ПЛС разв}})$  – среднеквадратическое отклонение инерциальной системы наведения (погрешность прицеливания), которое зависит в том числе и от погрешности определения места расположения цели средствами разведки;

$R_{\text{ССН}}$  – зона действия системы самонаведения, которая обусловлена результатами разведки с потенциальной погрешностью измерения дальности, которая определяется в соответствии с выражением

$$\sigma_{\text{пот}}(R) = \frac{c}{2} \frac{1}{\Delta f_c \sqrt{2E_{\text{cl}} N_0^{-1}}}. \quad (4)$$

Учитывая, что зона действия системы самонаведения определяется как

$$R_{\text{ССН}} = \sqrt[4]{\frac{P_{\text{п}} G^2 \sigma_{\text{ц}} \lambda^2}{64\pi^3 P_{\text{ПП min}}}}, \quad (5)$$

вероятность поражения цели с учетом применения оружия с БЧ ЭМД будет иметь следующий вид:

$$P_{\text{пц}} = P_{\text{к}} P_{\text{фп}} \left( 1 - e^{-R_{\text{ССН}}^2 / (2\sigma_{\text{и}}^2)} \right) \times \left( 1 - e^{-R_{\text{зп}}^2 / (2\sigma_{\text{ССН}}^2)} \right) + \left( 1 - e^{-R_{\text{зп}}^2 / (2\sigma_{\text{и}}^2)} \right), \quad (7)$$

где  $P_{\text{фп}}$  – показатель функционального поражения РЭС.

Необходимо отметить, что показатель функционального поражения РЭС в свою очередь зависит от радиуса функционального поражения РЭС, а также от мощности БЧ ЭМД.

Радиус функционального поражения РЭС можно определить в соответствии с уравнением радиолокации в зависимости от мощности БЧ ЭМД, с учетом ослабления сигнала в зависимости от метеоусловий, мероприятий и средств защиты РЭС от влияния мощных излучений в широком частотном диапазоне.

Мощность излучения БЧ ЭМД, необходимого для функционального поражения входных элементов СВЧ трактов, можно получить из известного соотношения [2]:

$$R_{\text{изл}} \geq \frac{R_{\text{фп}}^2 P_{\text{фп}}}{S_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{изл}} \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot K_{\text{пот}} \cdot G}, \quad (8)$$

где  $R_{\text{фп}}$  – радиус поражающего действия БЧ ЭМД, м;  $P_{\text{фп}} = W_{\text{п}} / t_{\text{и}}$  – пороговая мощность, Вт;  $W_{\text{п}}$  – пороговая энергия поражения, Дж;  $t_{\text{и}}$  – длительность импульса, с;  $G$  – коэффициент усиления излучающей антенны;  $S_{\text{пр}}$  – эффективная поверхность антенны приемника,  $\text{м}^2$ ;  $\eta_{\text{изл}}, \eta_{\text{пр}}$  – относительные коэффициенты усиления антенн источника излучения и приемника в направлении друг к другу;  $K_{\text{пот}}$  – коэффициент потерь СВЧ энергии в приемном тракте цели.

Ввиду того, что повышение мощности излучения связано с техническими сложностями (подорожание системы, увеличение массогабаритных характеристик и т.п.) целесообразно задаться радиусом поражения боеприпаса с БЧ ЭМД.

Радиус функционального поражения РЭС  $R_{\text{фп}}$  при действии электромагнитного боеприпаса обычно больше, чем радиус поражения от действия осколочных полей  $R_0$  обычных осколочно-фугасных боевых частей артиллерийских боеприпасов. При  $R_{\text{фп}} > R_0$  увеличивается вероятность поражения РЭС целей, то есть повышаются боевые возможности огневых средств.

## Выводы

Таким образом, разработанный показатель эффективности применения является достаточно полным, учитывает основные особенности применения

и отвечает назначению. Численные оценки легко могут быть получены для конкретного случая и не нуждаются на данном этапе в знании детальных особенностей артиллерийских, реактивных снарядов и ракет, построенных на нетрадиционных принципах поражения, и может быть использован для сравнительной оценки разных средств поражения целей и определения путей усовершенствования ЭМО. Кроме того, этот показатель позволяет обосновать необходимые значения радиусов зоны поражения разных РЭС в том числе с учетом степени их защищенности, при которых будет осуществлено и их функциональное поражение.

## Список литературы

1. Ковтуненко О.П. Зброя на нетрадиційних принципах дії (стан, тенденції, принцип дії та захист від неї) / О.П. Ковтуненко., В.В. Богучарський, В.І. Слюсар, П.М. Федоров – Полтава: Видавництво ПВІЗ, 2006. – 248 с.
2. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / В.Д. Добыкин, А.И. Курьянов, В.Г. Пономарев, Л.Н. Шустов; под. ред. А.И. Курьянова. – М.: Вузовская книга, 2007. – 487 с.
3. Оружие направленного действия: факт или вымысел? Обзор технологий и достижений [Электронный ресурс] / Герд Вуллман. – Режим доступа к ресурсу: <http://poligonbtvt.narod.ru/Laser/Lazer.htm>.
4. Progress in Directed Energy Weapons. Part I: High Energy Lasers [Электронный ресурс] / Mark Scott // WSTIAC – Weapon Systems Technology Information Analysis Center. – 2003. – Vol.4 – Number 1. – Режим доступа к журналу: <http://wstiac.alionscience.com/pdf/>.
5. Чумаков Н.М. Оценка эффективности сложных технических устройств / Н.М. Чумаков, Е.И. Серебряный. – М.: Советское радио. 1980. – 192 с.
6. Чуев Ю.В. Основы исследования операций в военной технике / Ю.В. Чуев. – М.: Советское радио. 1965. – 591 с.

Поступила в редколлегию 3.02.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.И. Карпенко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## ПОКАЗНИК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ, РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ ТА РАКЕТ, ЯКІ ОСНАЩЕНІ БОЙОВИМИ ЧАСТИНАМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ДІЇ

О.М. Сотніков, В.А. Лупандін, Я.М. Кожушко, Р.Г. Сидоренко

Отриманий вираз для оцінки показника ефективності застосування зброї, яка оснащена бойовими частинами електромагнітної дії. Вираз враховує можливість на момент застосування заводову обстановку в районі цілі та дозволяє обґрунтувати необхідні значення радіусів зони ураження різних радіоелектронних засобів, при яких буде здійснене їх функціональне ураження, у тому числі з обліком ступеню їх захищеності. Отриманий результат може бути використаний для порівняльної оцінки носіїв зброї електромагнітної дії й може бути корисним при визначенні шляхів вдосконалення електромагнітної зброї.

**Ключові слова:** електромагнітна зброя, функціональне ураження, оцінка ефективності.

## FACTOR OF USING EFFICIENCY ESTIMATE FOR ARTILLERY AND REACTIVE PROJECTILE AND ROCKETS, WHICH ARE EQUIPPED BY COMBAT PARTS OF THE ELECTROMAGNETIC ACTION

A.M. Sotnikov, V.A. Lupandin, Y.N. Kozhushko, R.G. Sydorenko

Expression is received for are efficiency estimation of the using the weapon, which is equipped by combat parts electromagnetic action. Expression includes possible interferences situation in region of the purposes at the time moment of using and allows to motivate necessary importance a radius zones of the defeat different radio electronics facilities, under which will is realized their functional defeat, including with provision for degree their defend. The received result can be used for comparative estimation of carriers the weapon of the electromagnetic action and can be useful of determination improvement electromagnetic weapon.

**Keywords:** electromagnetic weapon, functional defeat, efficiency estimation.