

УДК 623.4.001

А.М. Сотников, Д.Б. Жуйков, Ю.В. Карпич

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОРУЖИЯ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Проведен анализ основных характеристик оружия на новых физических принципах, который показывает, что в настоящее время во многих странах ведутся разработки мощных генераторов электромагнитных импульсов, работающих в радиочастотном и оптическом диапазонах длин волн. Учитывая принципы построения оружия на новых физических принципах, особенности применения, широкий диапазон излучаемых мощностей, а также длин волн определены наиболее рациональные направления защиты.

Ключевые слова: оружие на новых физических принципах, оружие радиочастотного диапазона, лазерное оружие.

Введение

Анализ военных конфликтов последнего времени показывает, что наиболее эффективным средством для поражения вооружения и военной техники является высокоточное оружие (ВТО) [1 – 3]. В то же время наблюдается тенденция развития оружия на новых физических принципах (ОНФП). Анализ известных публикаций показывает, что сведения о характеристиках этого оружия отсутствуют в едином, систематизированном виде [4 – 6]. Кроме того в литературе нет единого понятия об ОНФП, отсутствуют сведения об эффективных способах защиты от него.

Целью статьи является: анализ характеристик ОНФП и направлений защиты от него.

Основная часть

Исходя из анализа принципов действия, классификации, способов реализации, под оружием на новых физических принципах следует понимать средство вооруженной борьбы, действие которого основывается на использовании направленных высокоэнергетических излучений и полей, нейтральных или заряженных частиц, а также на других нетрадиционных способах полного или частичного поражения живой силы, боевой техники, объектов или территории противника. К оружию на новых физических принципах относят следующие виды: генетическое, геофизическое, оружие несмертельного действия, оружие направленной энергии, радиологическое, лазерное, оружие радиочастотного диапазона, низкочастотное оружие. Наиболее широкое распространение получило лазерное и оружие радиочастотного диапазона с импульсным излучением [4, 5].

Лазерное оружие (ЛО) – это средства поражения, основанные на использовании энергии генераторов когерентного излучения в оптическом диапазоне [5, 6]. По физическому состоянию активной

среды лазеры подразделяются на: твердотельные, полупроводниковые, газовые, жидкостные. В соответствии с методами возбуждения, существуют лазеры с оптической, газоразрядной, химической системами накачки и накачкой электрическим разрядом, электронным пучком или плазменным "проводом". Лазеры работают в двух режимах генерации излучения: непрерывном или импульсном. По длине волны делятся на:

- инфракрасные (0,76 – 1000 мкм);
- видимые (0,4 – 0,76 мкм);
- ультрафиолетовые (20 – 400 нм) [5].

Значения достигаемых мощностей ЛО, составляют 10^5 – 10^6 Вт в непрерывном режиме излучения и 10^{12} – 10^{13} Вт – в импульсном, при этом достигается интенсивность порядка 10^{12} – 10^{16} Вт/см². Длительность импульса излучения достигает 10^{12} – 10^{15} с [5].

К объектам поражения ЛО можно отнести вооружение, военную технику и другие объекты инфраструктуры, личный состав и мирное население. ЛО применяется для разрушения конструкций ракет разного назначения, самолетов, вертолетов, нарушения штатного функционирования оптико-электронных телевизионных, инфракрасных приборов ночного видения и других приборов разведки, наблюдения, управления, головок самонаведения ракет, авиационных бомб с системой самонаведения [5, 9].

Поражающим фактором лазерного оружия является энергия когерентного электромагнитного излучения. Возможны такие последствия поражения в зависимости от мощности лазерного излучения [5]:

- тепловое воздействие – прожигание (механическое разрушение);
- "ослепление" (повреждение, подавление) чувствительных элементов датчиков оптико-электронных систем: инфракрасных головок самонаведения, тепловизорных, телевизионных систем, дальномеров;

– ослепление, термические ожоги, временный паралич, смерть личного состава.

Лазеры большой мощности обеспечивают разрушение материала, обусловленное термическим и механическим действием. Сильное нагревание поверхности материала лучом вызывает его плавление или воспламенение, а световое давление, которое достигает нескольких миллионов атмосфер в луче лазера, приводит к механическим сдвигам в материалах и последующим разрушениям.

В табл. 1 приведены значения мощностей лазерного излучения, необходимого для разрушения различных материалов [5].

Таблица 1

Значение энергетической экспозиции лазерного излучения, необходимой для разрушения различных материалов

Вид разрушения	Энергетическая экспозиция
Разрушение металлов	14...62 кДж/см ²
Испарение металлов	13...23 кДж/см ²
Испарение тонких пленок металлов	7...9 Дж/см ² , t = 10 ⁻⁶ с
Испарение тонких пленок полупроводников	0,2...2,5 Дж/см ² , t = 10 ⁻⁶ ÷ 10 ⁻⁹ с
Повреждение диэлектриков	3...14 кДж /см ² , t = 10 ⁻³ с

Лазеры средней мощности систем противодействия временно или необратимо выводят из строя системы наведения управляемых снарядов, информационно-управляющие системы путем "ослепления" (повреждение, разрушение) чувствительных элементов приемников инфракрасных головок самонаведения, тепловизоров, дальномеров и др., а также создают оптические помехи лазерным системам наведения и измерения координат [5].

Результаты воздействия лазерного излучения на живой организм определяются как параметрами отдельных тканей организма, так и техническими характеристиками лазерного излучения.

Данные о характере и степени повреждения организма человека лазерным излучением приведены в таблице 2 [5].

В зависимости от вида и масштаба боевой задачи, на данном этапе возможны разные варианты построения и базирования лазерных систем.

Лазеры космического базирования предназначены для уничтожения баллистических ракет на высотах 9 – 11 км и на расстоянии 4000 – 5000 км [4]. Лазеры воздушного базирования применяются для уничтожения баллистических ракет самолетов и других целей на расстоянии до 400 км [4].

Лазеры наземного (морского) базирования используются главным образом для защиты наземных

(морских) объектов от ударов ракет и поражающих элементов высокоточного оружия на дальностях до 15 км. Мощность таких систем составляет 25 – 400 кВт [4].

Портативное ЛО прежде всего используется для поражения организма человека и оптико-электронных систем на удалении до 2 км, при энергии в импульсе 300 Дж [4].

Таблица 2

Поражение живой силы лазерным излучением

Последствия воздействия ЛО	λ , мкм	τ , с	Пороговая плотность энергии, Дж/см ²
Воздействие на глаза			
Ожог центральной части роговицы, 400 мкм.	0,53;0,69 1,06	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	10 ⁻³ ...10 ⁻²
Потеря зрения в секторе 2-3 ⁰	0,69; 1,06	10 ⁻³	10 ⁻² ...10 ⁻¹
Разрушение центральной части сетчатки до 1 мм. Потеря зрения в секторе 3-5 ⁰ и больше.	0,53;0,69 1,06	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	10 ⁻⁴ ...10 ⁻³
Потеря чувствительности в отдельных участках роговицы. Потеря зрения в секторе 5-7 ⁰ и больше на протяжении нескольких десятков минут.	0,53;0,69	10 ⁻³	(1...5)10 ⁻²
Нарушение прозрачности роговой оболочки центральной или периферийной части глаза.	0,69;1,06	10 ⁻³	7-10
Потеря зрения в секторе 30-50 ⁰	10,6	10 ⁻³	1-3
Воздействие на кожу			
Ожог 2 степени. Ощущение сильной боли.	0,53;0,69 1,06	10 ⁻³	15-20
Ожог 3 степени.	0,53;0,69 1,06	10 ⁻³	30-40
Ожог 2 степени.	1,06	10 ⁻³	10-12
Ожог 3 степени.	1,06	10 ⁻³	20-25

Средствами защиты от ЛО могут быть постановщики активных и пассивных помех, ложные цели, аэрозольные завесы и образования, системы защиты оптики, глаз и т.п. [5], однако, учитывая мощность и тактику применения данного оружия, этот вопрос требует дальнейшей проработки.

Радиочастотное оружие с импульсным излучением (РОИИ) – это совокупность боевых и обеспечивающих технических средств поражения (нарушения стойкости функционирования) объектов сверхкоротким импульсом (импульсами) электромагнитного происхождения большой мощности [7].

Радиочастотное оружие с импульсным излучением может создаваться в виде стационарных (мобильных) электронных комплексов направленного излучения или в виде боеприпасов. Доставка к объектам поражения РОИИ может осуществляться с помощью [5, 7]:

- ракет и артиллерийских боеприпасов;
- авиационных бомб;
- комплексов направленного излучения;
- человека (переносные генераторы РОИИ).

Основными объектами поражения для радиочастотного оружия с импульсным излучением являются радиоэлектронные средства (РЭС) образцов (систем, комплексов) вооружения и военной техники (ВВТ) и личный состав [5, 7].

Принцип поражающего воздействия РОИИ основан на использовании сверхмощного электромагнитного импульса сверхкороткой длительности для создания наведенных электрических перегрузок (больших токов и напряжений) в элементах РЭС и изменения структуры материалов. Это приводит к физическому разрушению элементов РЭС (функциональное поражение – необратимый их выход из строя за счет электрического и теплового пробоев, механических разрывов дорожек плат и выводов в местах соединения разнородных материалов) либо к временному «ослепению» или функциональному подавлению РЭС (временный выход из строя из-за перегрузки чувствительных элементов и нарушения динамического диапазона их функционирования) с последующим восстановлением функций [5].

Процессы, которые происходят в РЭС под воздействием электромагнитного импульса, зависят от материала, конструктивных особенностей элементной базы РЭС и максимально допустимых энергетических параметров (входящие и выходящие напряжения и токи).

В табл. 3 приведены параметры чувствительности и виды повреждений элементной базы РЭС при воздействии РОИИ [5, 7].

Поражающее воздействие РОИИ на РЭС может осуществляться непосредственно через антенну, проводные линии связи и приемный тракт в полосе рабочих частот или путем внеполосного приема, а также через различные конструкционные щели и отверстия.

В табл. 4 приведены отдельные данные относительно электромагнитной прочности некоторых РЭС военной техники США [5].

На сегодняшний день ведутся разработки и испытания генераторов мощных одиночных и периодических наносекундных радиоимпульсов, мощность которых достигает 500 – 1000 МВт, при длительности импульса порядка 10 – 20 нс в сантиметровом диапазоне волн [5, 7]

Таблица 3

Параметры чувствительности и виды повреждений элементной базы РЭС при воздействии РОИИ

Класс изделия	Энергия, Дж	
	Деградация параметров больше 10%	Структурные повреждения
Генераторы, электродвигатели, мощные силовые трансформаторы	$10^4 \dots 10^6$	$>10^7$
Катушки индуктивности	$10^{-2} \dots 10^{-1}$	>1
Реле, измерительные приборы, электродвигатели малой мощности, мало-мощные трансформаторы	$10^{-3} \dots 1$	>10
Электровакуумные и газоразрядные приборы	$10^{-2} \dots 10$	$>10^2$
Вакуумные электронные лампы, электронно-лучевые трубки	$10^{-3} \dots 10$	$>10^2$
Резисторы: – проволочные; – пленочные (металлопленочные); – композиционные	$10^{-4} \dots 10^2$ $10^{-4} \dots 10^{-2}$ $10^{-4} \dots 1$	$>10^3$ $>10^{-1}$ >10
Конденсаторы: – пленочные; – танталовые	$10^{-4} \dots 10^{-3}$ $10^{-6} \dots 1$	$>10^{-2}$ >10
Диоды полупроводниковые: – выпрямительные и стабилизирующие; – сигнальные, переключа- тельные, лавинные, тун- нельные; – микроволновые	$10^{-3} \dots 1$ $10^{-6} \dots 10^{-2}$ $10^{-8} \dots 10^{-4}$	>10 $>10^{-1}$ $>10^{-3}$
Тиристоры	$10^{-5} \dots 10^{-1}$	>1
Транзисторы: – большой и средней мощ- ности; – малой мощности	$10^{-5} \dots 10^{-2}$ $10^{-7} \dots 10^{-4}$	$>10^{-1}$ $>10^{-3}$
Интегральные микросхемы и логические элементы	$10^{-8} \dots 10^{-4}$	$>10^{-3}$

Таблица 4

Уровни поражающей напряженности внешнего поля для некоторых РЭС военной техники США

Объект	Уровень поражающей напряженности электрического поля
Бортовые РЛС авиации ВВС США	200...500 В/м в диапазоне 0,1...1 ГГц
РЛС поиска цели (типа RAT - 31S)	1000 В/м на частоте 1 ГГц
Наземные РЛС контроля стрельбы (типа RACAL-MESL)	25...40 кВ/м для радиоимпульсов в полосе 0,8...1,5 ГГц
Наземные РЛС	50 кВ/м для видеоимпульсов
Кабельные линии связи РЛС	100 кВ/м

Известными способами защиты от РОИИ являются: экранирование, ограничение уровней наводимых напряжений и токов, электромагнитная развязка внешних цепей РЭС от систем, блоков, узлов этих средств, с помощью оптоэлектроники, оптоволоконных линий передачи информации, изолирующих трансформаторов и дросселей [7], но, учитывая высокие мощности оружия, они не обеспечивают необходимого уровня защиты.

Выводы

Таким образом, проведенный по доступным источникам литературы анализ характеристик ОНФП показывает, что в настоящее время во многих странах ведутся разработки мощных генераторов электромагнитных импульсов в диапазонах длин волн:

$\Delta\lambda = 10^{-7} \dots 10^{-3}$ м с мощностью излучения порядка $10^4 \dots 10^{13}$ Вт;

$\Delta\lambda = 10^{-3} \dots 10^5$ м с мощностью излучения порядка 5...1000 МВт.

Учитывая принципы построения ОНФП, особенности применения, широкий диапазон излучаемых мощностей, а также длин волн, становится очевидным, что направлений защиты от ОНФП может быть несколько. Наиболее рациональными являются:

- 1) защита приемных трактов РЭС;
- 2) защита элементной базы РЭС;

3) разработка новых технологий, связанных с созданием материалов, способных поглощать большие уровни мощностей.

Список литературы

1. Слипченко В. Война будущего (прогностический анализ) [Электронный ресурс] / В. Слипченко. – Режим доступа: <http://koob.ru>.
2. Мясников Е. Высокоточное оружие и стратегический баланс / Е. Мясников / Центр по изучению проблем разоружения, энергетики и экологии при МФТИ. Долгосрочный: МФТИ, 2000. – 43 с.
3. Быков И. Высокоточное оружие: перспективы развития и борьбы с ним [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.otechestvo.org.ua/phprint.php>.
4. Черниш О.М. Основні тенденції створення електромагнітної зброї / О.М. Черниш, Г.В. Певцов, В.А. Лупандін, С.О. Авчінніков // Системи оєброєння і військова техніка. – 2008. – № 4 (16). – С. 5-15.
5. Ковтуненко О.П., Богучарський В.В., Слюсар В.І., Федоров П.М. Зброя на нетрадиційних принципах дії (стан, тенденції, принципи дії та захист від неї): Монографія / Полтава: ПВІЗ. – 2006. – 247 с.
6. Вуллман Г. Оружие направленного действия: факт или вымысел? Обзор технологий и достижений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://polygonbvt.narod.ru/Laser/Lazer.htm>.
7. Кравченко В.И. Электромагнитное оружие / В.И. Кравченко. – Х.: НТУ "ХПИ". – 2008. – 185 с.

Поступила в редколлегию 4.06.2009

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

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗБРОЇ НА НОВИХ ФІЗИЧНИХ ПРИНЦИПАХ І МОЖЛИВІ НАПРЯМИ ПРОТИДІЇ

А.М. Сотніков, Д.Б. Жуйков, Ю.В. Карпіч

Проведений аналіз основних характеристик зброї на нових фізичних принципах, який показує, що в даний час в багатьох країнах ведуться розробки могутніх генераторів електромагнітних імпульсів, що працюють в радіочастотному і оптичному діапазонах довжин хвиль. Враховуючи принципи побудови зброї на нових фізичних принципах, особливості застосування, широкий діапазон випромінюваних потужностей, а також довжин хвиль визначені найбільш раціональні напрями захисту.

Ключові слова: зброя на нових фізичних принципах, зброя радіочастотного діапазону, лазерна зброя.

ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF A NEW PHYSICAL PRINCIPLES BASED WEAPON AND POSSIBLE WAYS OF COUNTERACTION

A.M. Sotnikov, D.B. Jyikov, Y.V. Karpich

The analyzed basic characteristics of a new physical principles based weapon shows that in present time take place an elaboration of powerful electromagnetic impulse generators, which are functioning in the radio and optical wave bands. Taking in account building principles of a new physical principles based weapon, use features, wide band of a radiated power and wave length the most rational ways of definition are determined.

Keywords: new physical principles based weapon, radio wave band weapon, laser weapon.