

# ГЕНЕРАТОРЫ СУПЕРМОЩНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЙНАХ

В.Слюсар

**В продолжение темы электромагнитного оружия [1] предлагаем вашему вниманию обзор состояния разработок и тенденций развития технических средств создания супермощного электромагнитного импульса, предназначенных для дистанционного поражения электронных компонентов информационно-управляющих систем различного назначения, инициирования подрыва взрывчатых веществ, а также негативного воздействия на биосферу. Потенциальные свойства этих средств позволяют считать их чрезвычайно перспективным оружием поражения как по способам, так и по масштабам применения.**

Начало эпохи информационных войн, пришедшее на рубеж тысячелетий, ознаменовалось появлением новых видов оружия – электромагнитного импульса (ЭМИ) и радиочастотного. По принципу поражающего действия оружие ЭМИ имеет много общего с электромагнитным импульсом ядерного взрыва и отличается от него, среди прочего, более короткой длительностью. Разработанные и испытанные в ряде стран неядерные средства генерации мощного ЭМИ способны создавать кратковременные (в несколько наносекунд) потоки электромагнитного излучения, плотность которых достигает предельных значений относительно электрической прочности атмосферы. При этом чем короче ЭМИ, тем выше порог допустимой мощности генератора.

По мнению аналитиков [2], наряду с традиционными средствами радиоэлектронной борьбы использование ЭМИ- и радиочастотного оружия для нанесения электронных и комбинированных электронно-огневых ударов с целью вывода из строя радиоэлектронных средств (РЭС) на расстояниях от сотен метров до десятков километров может стать одной из основных форм боевых действий в ближайшем будущем. Кроме временного нарушения функционирования (функционального подавления) РЭС, допускающего последующее восстановление их работоспособности, ЭМИ-оружие может осуществлять физическое разрушение (функциональное поражение) полупроводниковых элементов РЭС, в том числе находящихся в выключенном состоянии.

Следует отметить также возможность поражающего действия мощного излучения ЭМИ-оружия на электротехнические и электроэнергетические системы вооружения и военной техники (ВВТ), электронные системы зажигания двигателей внутреннего сгорания (рис. 1). Токи, возбуждаемые электромагнитным полем в цепях электро- или радиовзрывателей, установленных на боеприпасах, могут достигать уровней, достаточных для их срабатывания [3]. Потоки высокой энергии в состоянии инициировать детонацию взрывчатых веществ (ВВ) боеголовок ракет, бомб и артиллерийских снарядов,

а также неконтактный подрыв мин в радиусе 50–60 м от точки подрыва ЭМИ-боеприпаса средних калибров (100–120 мм).

В отношении поражающего действия ЭМИ-оружия на личный состав, как правило, речь идет об эффектах временного нарушения адекватной сенсомоторики человека, возникновения ошибочных действий в его поведении и даже потери трудоспособности. Существенно, что негативные проявления воздействия мощных сверхкоротких СВЧ-импульсов не обязательно связаны с тепловым разрушением живых клеток биологических объектов. Поражающим фактором зачастую является высокая напряженность наведенного на мембранах клеток электрического поля, сравнимая с естественной квазистатической напряженностью собственного электрического поля внутриклеточных зарядов [4]. В опытах на животных [5] установлено, что уже при плотности импульсно-модулированного СВЧ-облучения на поверхности биологических тканей в  $1,5 \text{ мВт/см}^2$  имеет место достоверное изменение электрических потенциалов мозга. Активность нервных клеток изменяется под действием одиночного СВЧ-импульса продолжительностью от 0,1 до 100 мс, если плотность энергии в нем достигает  $100 \text{ мДж/см}^2$  [6]. Последствия подобного влияния на человека пока мало изучены, однако известно [7], что облучение импульсами СВЧ иногда порождает звуковые галлюцинации, а при усилении мощности возможна даже потеря сознания.

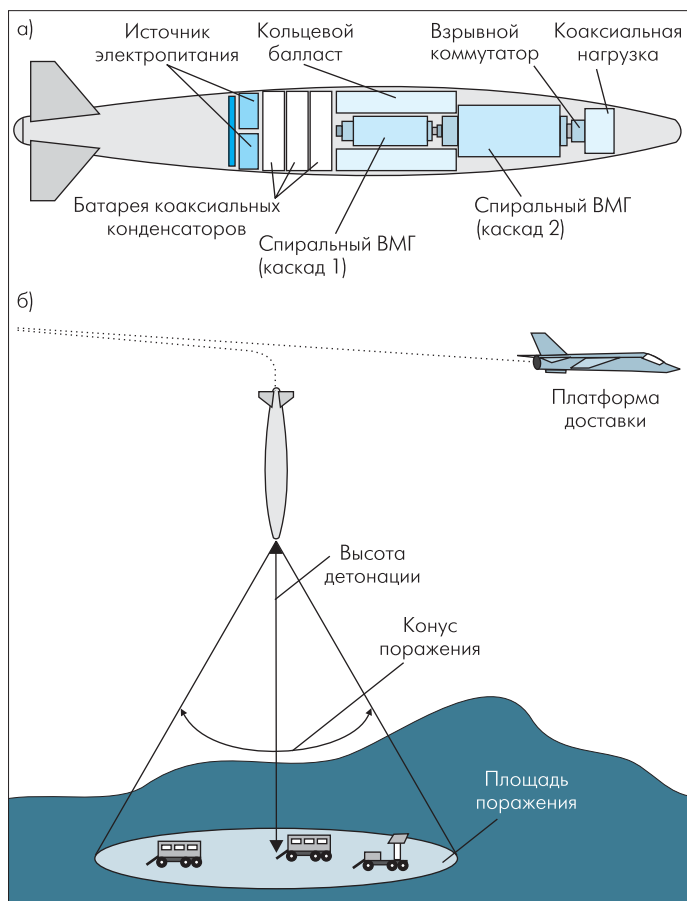


**Рис. 1. Принудительная остановка автомобиля с электронной системой зажигания с помощью ЭМИ**

Сегодня в различных странах изучается влияние нетеплового медико-биологического действия электромагнитного излучения различных частот и интенсивности на людей и другие биологические объекты. В июне 2003 года в штате Техас состоится уже Третий международный симпозиум по этой проблеме при спонсорстве научно-исследовательского управления ВВС США (AFOSR) ([www.electromed2003.com](http://www.electromed2003.com)).

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЭМИ-ОРУЖИЯ

ЭМИ-оружие может быть создано как в виде стационарных и мобильных электронных комплексов направленного излучения, так и в виде электромагнитных боеприпасов (ЭМБ), доставляемых к цели с помощью артиллерийских снарядов, мин, управляемых ракет (рис.2), авиабомб и т. п.



**Рис.2. Конструкция (а) и принцип боевого применения (б) типового ЭМБ – Mk.84 (900 кг, 3,8хØ0,46 м)**

Возможна разработка и компактных образцов ЭМИ-оружия для диверсионных и террористических целей. О том, насколько серьезно воспринимают такую угрозу американские аналитики, свидетельствует сценарий "цифровой какофонии", которая могла бы возникнуть в США в случае применения террористами ЭМИ- или радиочастотного оружия против зданий, впоследствии разрушенных 11 сентября 2001 года [8]. (Авторы еще в 1996 году предусмотрели подобные события, описав разрушительное влияние разгрома финансовых баз данных на состояние мировой экономики.)

В основу ЭМБ положены методы преобразования химической энергии взрыва, горения и электрической энергии постоянного тока в энергию электромагнитного поля высокой мощности. Решение проблемы создания ЭМИ-боеприпасов связано, прежде всего, с наличием компактных источников излучения, которые могли бы располагаться в отсеках боевой части управляемых ракет, а также в артиллерийских снарядах.

Наиболее компактными на сегодня источниками энергии для ЭМБ считаются спиральные взрывомагнитные генераторы (ВМГ), или генераторы с взрывным сжатием магнитного поля [1, 2, 9, 10], имеющие наилучшие показатели удельной плотности энергии по массе (100 кДж/кг) и объему (10 кДж/см<sup>3</sup>), а также взрывные магнитодинамические генераторы (ВМДГ) [1]. В ВМГ с помощью взрывчаточного вещества происходит преобразование энергии взрыва в энергию магнитного поля с эффективностью до 10%, а при оптимальном выборе параметров ВМГ – даже до 20%. Такой тип устройств способен генерировать импульсы энергией в десятки мегаджоулей и длительностью до 100 мкс. Пиковая мощность излучения может достигать 10 ТВт [2]. ВМГ могут применяться автономно или как один из каскадов для накачки генераторов СВЧ-диапазона. Ог-

раниченная спектральная полоса излучения ВМГ (до нескольких мегагерц) делает их влияние на РЭС довольно избирательным. Вследствие этого возникает проблема создания компактных антенных систем, согласованных с параметрами генерируемого ЭМИ [1].

В ВМДГ взрывчатка или ракетное топливо применяются для образования плазменного потока, быстрое перемещение которого в магнитном поле приводит к возникновению сверхмощных токов с сопутствующим электромагнитным излучением. Основное преимущество ВМДГ – многократность применения, поскольку картриджи со взрывчаткой или ракетным топливом могут закладываться в генератор многократно. Однако его удельные массогабаритные характеристики в 50 раз ниже, чем у ВМГ [11], и вдобавок технология ВМДГ еще не достаточно отработана, чтобы в ближайшей перспективе делать ставку на эти источники энергии.

К разряду более мощных ЭМИ-систем радиочастотного диапазона относится виркаторный генератор [1]. При соответствующем подборе параметров конструкции и режима генерации виркатор может создавать импульс с пиковой мощностью до 40 ГВт в дециметровом и сантиметровом диапазонах волн [2]. Благодаря высокой скорости нарастания тока в тандемах виркатор–ВМГ возможна генерация сверхкоротких радиоимпульсов, длительность которых ограничена временем плавления анода. Представление о радиусе действия такого боеприпаса дает методика, приведенная в работе [12]. Однако в качестве примера следует указать, что для виркаторного генератора с несущей 5 ГГц и мощностью 10 ГВт конус поражающего действия электромагнитного излучения имеет диаметр до 500 метров в основании на расстоянии нескольких сотен метров от точки подрыва (напряженность поля, наведенного на кабели и антенны в этом основании, достигает 1–3 кВ/м) [2].

Таким образом, электромагнитные боеприпасы потенциально обладают значительно большим радиусом поражения РЭС, чем традиционные, однако для достижения их максимальной эффективности необходимо выводить боеприпас по возможности как можно ближе к объектам поражения с помощью высокоточных систем наведения.

В Уральском отделении Института электрофизики РАН (Екатеринбург) разработана серия многократных мобильных SOS-генераторов ЭМИ, проникающая способность излучения которых намного выше, чем у ВМГ. Принцип действия SOS-генераторов основан на эффекте наносекундной коммутации сверхплотных токов в полупроводниковых приборах (SOS – Semiconductor Opening Switch) [13]. SOS-эффект представляет собой качественно новый вариант коммутации тока – развитие процесса стремительного падения тока происходит не в низколегированной базе полупроводниковой структуры, как в других приборах, а в ее узких высоколегированных областях. База и *p-n*-переход остаются при этом заполненными плотной избыточной плазмой, концентрация которой приблизительно на два порядка превышает исходный уровень легирования. Эти два обстоятельства и приводят к сочетанию высокой плотности коммутируемого тока с наносекундной длительностью его отключения.

Другое важное свойство SOS-эффекта – в том, что стадия срыва тока характеризуется автоматическим равномерным распределением напряжения по последовательно соединенным полупроводниковым структурам. Это позволяет создавать прерыватели тока с напряжением мегавольтного уровня путем простого последовательного соединения SOS-структур.

SOS-эффект обнаружен в 1991 году в обычных высоковольтных выпрямительных полупроводниковых диодах подбором определенного сочетания плотности тока и времени накачки. В дальнейшем была разработана специальная полупроводниковая структура со

сверхжестким режимом восстановления, на основе которой удалось создать высоковольтные полупроводниковые прерыватели тока нового класса – SOS-диоды, имеющие рабочее напряжение в сотни киловольт, ток коммутации в десятки килоампер, время коммутации – единицы наносекунд и частоту следования импульсов – килогерцы. Типовая конструкция SOS-диода (рис.3) – это последовательная сборка элементарных диодов, взаимно стянутых диэлектрическими шпильками между двумя пластинами-электродами. На рис.4 приведена типичная форма обратного тока через SOS-диод с площадью структуры 1 см<sup>2</sup>. Значение коммутируемого тока – 5,5 кА, время его срыва (падения с 0,9 до 0,1 амплитуды) – 4,5 нс. Скорость коммутации – 1200 кА/мкс, что приблизительно на три порядка превышает токовый градиент в обычных быстродействующих тиристорах. Самый мощный из разработанных на сегодня SOS-диодов при площади структуры 4 см<sup>2</sup> имеет рабочее напряжение 200 кВ и коммутирует ток 32 кА, что соответствует коммутируемой



Рис.3. Конструкция SOS-диода

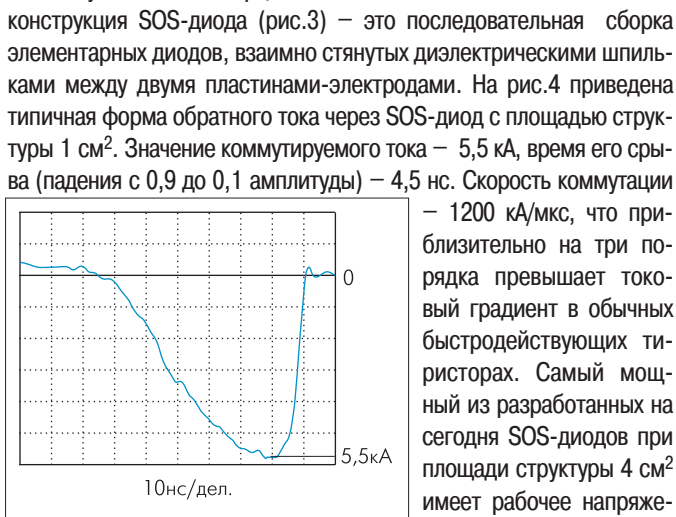


Рис.4. Осциллограмма обратного тока SOS-диода

мощности 6 ГВт [13].

На основе SOS-диодов разработана серия мощных наносекундных генераторов с рекордными для полупроводниковых коммутаторов параметрами. Принцип работы ЭМИ-генератора на SOS-эффекте (рис.5) сводится к следующему [13]. Тиристорное зарядное устройство (ТЗУ) осуществляет дозированный отбор энергии от источника питания, которая затем за время 10–100 мкс при напряжении 1–2 кВ поступает на магнитный компрессор (МК). Последний сжимает энергию во времени до 300–600 нс и повышает напряжение до сотен киловольт. SOS-диод

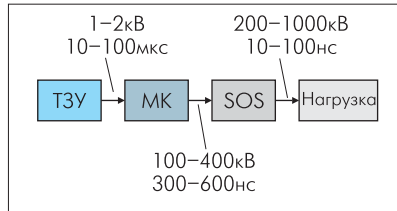


Рис.5. Блок-схема SOS-генератора

выступает в роли оконечного усилителя мощности, переводя энергию в диапазон времени 10–100 нс и повышая напряжение в 2–3 раза.

Введение в состав ЭМИ-генератора звена магнитной компрессии (рис.6) продиктовано необходимостью согласования параметров выходного импульса ТЗУ с параметрами импульса накачки SOS-диода. По мере сжатия энергии в МК происходит удвоение напряжения в каждой ячейке. В общем случае выходное напряжение МК, без учета активных потерь энергии, в 2<sup>n</sup> раз выше входного (где n – число конденсаторных ячеек). Примечательно, что МК не требует дополнительных цепей для перемагничивания сердечников магнитных ключей, поскольку в данной схеме этот процесс происходит автоматически благодаря разным направлениям протекания зарядного и разрядного токов через любой из ключей. Еще одна отличительная особенность схемы МК состоит в двойном сжатии энергии во времени на каждой конденсаторной ячейке за счет перезаряда

нижних конденсаторов. Поэтому двух конденсаторных ячеек уже достаточно для временного уплотнения энергии на два порядка.

Важная задача, возникающая при передаче энергии от МК к полупроводниковому коммутатору, – схемная реализация двухконтурной накачки прерывателя в режиме усиления обратного тока. Пример соответствующей схемы согласования приведен на рис.7 [13]. Между выходом МК и SOS-диодом подключают конденсатор обратной накачки C<sub>H</sub> и магнитный ключ обратной накачки MS<sup>-</sup> (или импульсный трансформатор). После насыщения ключа прямой накачки MS<sup>+</sup>, являющегося выходным коммутатором МК, энергия из последней ячейки компрессора переводится в конденсатор C<sub>H</sub>. При этом ток заряда I<sup>+</sup> конденсатора C<sub>H</sub> одновременно является током прямой накачки SOS-элемента. Нарастающим напряжением на C<sub>H</sub> ключ MS<sup>-</sup> перемагничивается. После его включения в SOS-диод

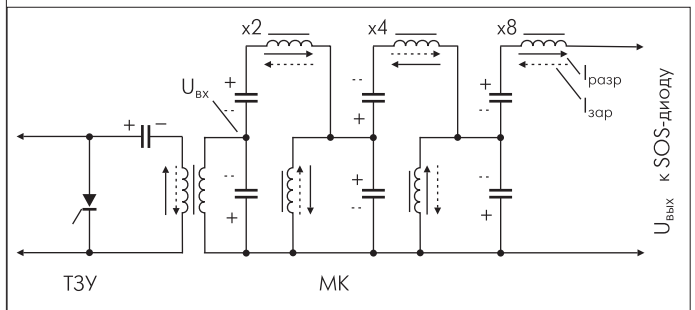


Рис.6. Функциональная схема магнитного компрессора

вводится обратный ток I<sup>-</sup>, который превышает I<sup>+</sup> в несколько раз, и энергия конденсатора C<sub>H</sub> переводится в индуктивность контура обратной накачки (индуктивность обмотки насыщенного ключа MS<sup>-</sup> или добавочная катушка индуктивности). После срыва тока SOS-диодом энергия передается в нагрузку в виде короткого наносекундного импульса.

Отсутствие в SOS-генераторах газоразрядных коммутаторов снимает принципиальные ограничения на частоту повторения импульсов. В продолжительном режиме работы эта частота ограничена тепловыми нагрузками на элементы генератора, в первую очередь на сердечники магнитных ключей, а при кратковременном включении

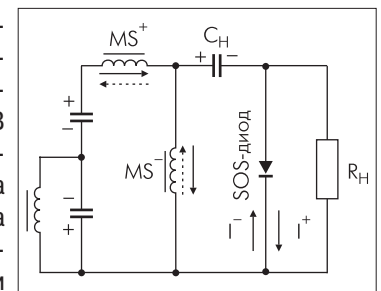


Рис.7. Схема согласования

генератора в режиме пакета импульсов – частотными возможностями ТЗУ, то есть временем восстановления тиристорных и временем заряда первичного накопителя. Режим пакета импульсов, когда генератор работает от десятков секунд до нескольких минут с частотой и выходной мощностью, в несколько раз превышающими номинальные, важен именно для перспектив боевого применения. Поэтому для более полного использования частотных возможностей ТЗУ проектируется, исходя из требования минимального времени накопления энергии, а элементы генератора выбираются с учетом результатов расчета их адиабатического разогрева в пакетном режиме функционирования. Разработанные SOS-генераторы позволяют от 5 до 10 раз увеличивать номинальную частоту следования импульсов и выходную мощность в режиме пакета продолжительностью от 30 до 60 с.

Параметры некоторых российских SOS-генераторов приведены в таблице [13]. Наиболее мощный среди генераторов наносекунд-

ного класса – S-5N (рис.8), система охлаждения элементов которого проточной водой потребляет до 15 л/мин. Этот генератор использовался в экспериментах по зажиганию коронных разрядов большого объема, которые могут найти применение в новых технологиях очистки воздуха от вредных и токсичных примесей. Среди субнаносекундных генераторов наилучшие показатели достигнуты в модели SM-3NS (рис.9), в которой применен новый тип SOS-диодов – субнаносекундный.

Интенсивные исследования путей улучшения характеристик SOS-генераторов продолжаются. В частности, в российских научных центрах отрабатывается применение этих генераторов для питания широкополосных СВЧ-излучателей, а также в качестве средств накачки мощных газовых лазеров. Разработанные в России приборы и экспериментальные установки широко эксплуатируются за границей в различных научных организациях:

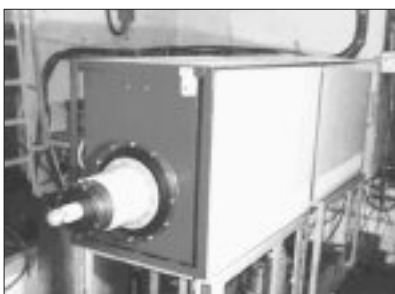


Рис.8. SOS-генератор S-5N

в США – в Ливерморской национальной лаборатории, Исследовательской лаборатории ВМС, Техасском технологическом университете, Исследовательской лаборатории Армии; в Германии – в Исследовательском центре Карлсруэ; в Республике Корея – компанией LG Industrial Systems; в Израиле – ядерным исследовательским центром SOREQ NRC, фирмой Exion Technologies [13].

На рис.10 показано место, которое занимает SOS-техника среди других основных технологий коммутации и формирования мощных наносекундных импульсов в схемах с индуктивным накоплением и коммутацией тока. Видно, что SOS-технология выступает своеобразным связующим звеном, заполняя в наносекундном диапазоне времени гигантский разрыв в значениях импульсного напряжения и тока между самими мощными установками на основе плазменных коммутаторов тока, с одной стороны, и полупроводниковыми генераторами – с другой [13].

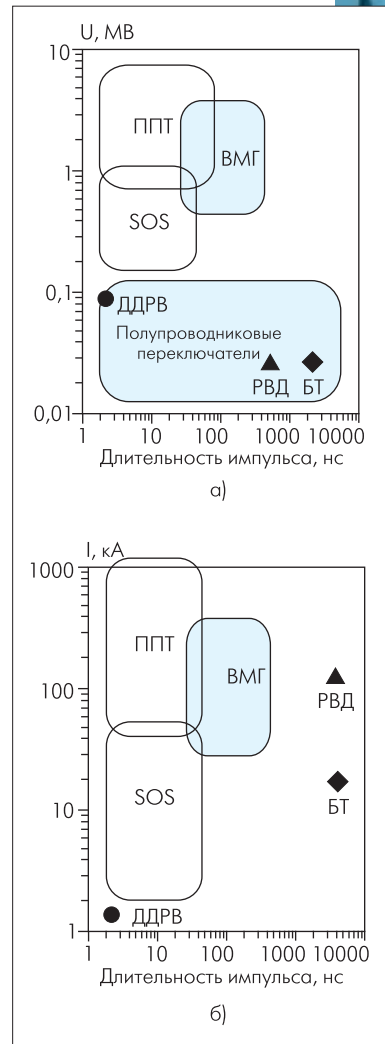
**Параметры SOS-генераторов различных типов**

Параметр	SM-1N	SM-2N	SM-3N	S-5N	SM-2NS	SM-3NS
Напряжение импульса, кВ	200–250	100–200	200–400	400–1000	100–250	150–400
Импульсный ток, кА	1–1,4	0,2–0,4	0,5–1,5	1–3	0,2–0,8	0,3–3
Длительность импульса, нс	20–30	30–40	30–60	40–60	3–4	5,5–6,5
Энергия импульса, Дж	5–8	0,4–0,8	8–10	40–60	–	–
Частота следования импульсов, Гц постоянно в пакете 30 с	100 1000	До 1000 До 5000	До 300 До 2000	До 500 –	400 До 3000	300 До 2000
КПД, %	40–50	–	–	–	–	–
Входное напряжение, В	3х380	3х380	3х380	3х380	–	–
Система охлаждения	Воздушная	Воздушная и водяная	Водяная	Водяная	–	–
Коммутатор тока	Две параллельных ветви по 3 последовательных SOS-диода	Два последовательных SOS-диода	3–6 последовательных SOS-диодов	20–40 штук SOS-диодов	–	Субнаносекундный SOS-диод
Габаритные размеры, м	0,7х0,5х0,3	0,6х0,42х0,23	0,85х0,65х0,42	3,5х1,4х1	0,6х0,46х0,23	0,85х0,65х0,4
Масса, кг	85	50	120	2500	60	120

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТОК ЭМИ-ОРУЖИЯ**

**США.** Наиболее активно разработки ЭМИ-систем поражения РЭС проводятся в США. Они охватывают широкий спектр оперативно-тактического применения нового оружия. Основные научно-исследовательские организации США, участвующие в разработке компонентов ЭМИ-оружия, – Лос-Аламосская национальная лаборатория, Исследовательская лаборатория Армии (шт. Мериленд), Исследовательская лаборатория ВМС, Лаборатория им. Лоуренса, Техасский технологический университет (г. Лаббок) и целый ряд других университетских и военных лабораторий.

Первый в истории взрывомагнитный генератор был испытан именно в Лос-Аламосской национальной лаборатории еще в конце 50-х годов [2]. Начало работ в ВВС США по созданию мобильного генератора радиочастотного ЭМИ и изучения влияния СВЧ-излучения на РЭС авиационных и космических носителей датировается 1986 годом [15]. В 1987 году на авиабазе Kirtland (шт. Нью-Мексико) было введено в действие имитационное оборудование "Джипси" с импульсной мощностью 1 ГВт в диапазоне частот от 0,8 до 40 ГГц. В 1991 году научно-техническое направление создания ЭМИ-оружия в США выдели-



**Рис.10. Место SOS-генераторов среди других формирователей ЭМИ: (а) по напряжению, (б) по току (ППТ – плазменные прерыватели тока, ВМГ – взрывомагнитные генераторы, ДДРВ – дрейфовые диоды с режимом восстановления [14], РВД – диодистор с реверсивным включением, БТ – быстродействующий тиристор)**

лось как самостоятельное и было включено в перечень критических военных технологий. В то же время МО США начало работы (Harry Diamond Laboratory, ныне Adelphi Laboratory Center) по созданию мобильных систем радиочастотного оружия (1–40 ГГц) с узкой диаграммой направленности, основанных на синхронизации излучения большого числа источников. ВМС США занимались разработкой средств суперЭМИ для борьбы с самолетами и противокорабельными ракетами на основе синхронизированных гиротронов (диапазон частот 10–85 ГГц, мощность импульса 1 ГВт). Исследовалось также распространение мощного электромагнитного излучения в разных слоях атмосферы.

Логическим результатом этих исследований явилось создание и испытание в 2001 г. опытного образца нового оружия, нагревающего кожу людей микроволновыми лучами, которое получило название VMADS (Vehicle-Mounted Active Denial System) [16]. Ожидаемая сфера его применения – разгон демонстраций и стихийных митингов. Продолжаются испытания на добровольцах с целью усовершенствования системы. В перспективе ее можно будет применять как невидимое оружие заграждения даже для маловысотных воздушных объектов, в том числе микропланов. VMADS (рис. 11) использует антенну, похожую на спутниковую тарелку, размером 3х3 м, систему наведения и тепловизор, позволяющий анализировать степень нагрева цели.



Рис. 11. Система VMADS

Представители американского Исследовательского центра ВВС (шт. Нью-Мексико) заявляют, что установка VMADS создает излучение частотой 95 ГГц, которое проникает под кожу на треть миллиметра и быстро (за 2 с) нагревает ее поверхность до болевого порога в 45°C. Будущие версии VMADS могут устанавливаться также на кораблях и самолетах. В период до 2009 года США планируют приступить к закупке серийных образцов системы на транспортном средстве типа Humvee, или HMMWV (High Mobility Multi-purpose Wheeled Vehicle).

Еще в начале 90-х годов DARPA разработало концепцию применения ЭМИ-оружия средней мощности и создания на ее основе сверхмощных постановщиков активных помех. Результатом явилось, в частности, испытание в ходе боевых действий против Ирака в 1991–1992 годах отдельных образцов электромагнитного оружия. Это – крылатые ракеты "Томахок" (морского базирования), которые были выпущены по позициям ПВО Ирака. Радиоизлучения, возникшие вследствие подрыва боевых частей крылатых ракет, усложнили работу электронных систем вооружений, в особенности компьютерной сети системы ПВО.

Электромагнитные бомбы неоднократно применялись США и в ходе боевых действий в Югославии (1999 год), тем не менее использование боеприпасов этого типа носило пока испытательный, эпизодический характер. К 2010–2015 гг. в США могут быть приняты на вооружение боевые образцы более совершенных электромагнитных боеприпасов и высокоточных крылатых ракет, во всяком случае информация о таких планах периодически появляется в печати.

Значительное внимание в США отводится созданию имитаторов действия ЭМИ-систем, позволяющих в достаточной мере оценивать последствия их применения на РЭС ВВТ и вырабатывать рекомендации по усовершенствованию средств защиты. До 1991 года

в США были созданы 24 имитатора ЭМИ, предназначенные для полномасштабных испытаний ракет, самолетов, кораблей, стартовых позиций и других объектов, которые подлежат защите от ЭМИ-оружия [15].

**Россия.** Не стоит в стороне от процесса разработки ЭМИ-систем военного назначения и Россия. В соответствии с имеющейся открытой информацией, в 1998 году на шведском полигоне российские специалисты провели показательные испытания "электронного" боеприпаса с демонстрацией его поражающего действия на РЭА самолета, находящегося на летном поле (Российское телевидение, канал НТВ, 28.02.98). В том же году на выставке ВВТ сухопутных войск "Евросатори-98" Россия предложила зарубежным покупателям уникальную лабораторию, разработанную в Федеральном ядерном центре "Арзамас-16", которая предоставляет возможность исследовать действие высокочастотного электромагнитного излучения на информационные и энергетические системы, а также на каналы передачи данных [17].

В печати опубликованы сообщения о создании в России опытных образцов ЭМИ-оружия в виде реактивных гранат, предназначенных для электромагнитного подавления системы активной защиты танка. В России уже имеются экспериментальные образцы 100-мм и 130-мм электромагнитных снарядов, 40-мм, 105-мм и 125-мм реактивных электромагнитных гранат, 122-мм электромагнитных боевых частей управляемых ракет [18].

На выставке ЛИМА-2001 в Малайзии (2001 год) Россия продемонстрировала действующий образец боевого ЭМИ-генератора "Ранец-Е" (Defence Systems Daily, 26.10.2001). Этот комплекс был создан как средство обороны мобильных РЭС от высокоточного оружия. Новая система состоит из антенны, высокоомощного генератора, подсистемы управления, измерительной установки и источника электропитания. "Ранец-Е" может быть изготовлен в стационарном и мобильном вариантах. Мощность его излучения в импульсе длительностью 10–20 нс в сантиметровом диапазоне волн превышает 500 МВт. Такие параметры, по утверждению Рособоронэкспорта, позволяют поражать системы наведения и электронное оборудование высокоточных боеприпасов и управляемых ракет на расстоянии до 10 км в 60-градусном секторе.

**Великобритания.** В 1992 году газета "Санди телеграф" сообщила о вступлении в ряды обладателей ЭМИ-оружия и Великобритании. В публикации говорилось о разработке в Агентстве оборонных исследований Великобритании (г.Фарнборо) "микроволновой бомбы" для поражения электронного оборудования. По замыслу, такая бомба может приводиться в действие в средних слоях атмосферы и полностью выводить из строя компьютерные системы и телефонные линии на площади одного квартала (Агентство ИТАР-ТАСС, 12.10.92).

В 2001 году компания Matra BAE Dynamics с успехом продемонстрировала британскому МО артиллерийский снаряд калибра 155 мм, способный поражать бортовые компьютеры танков или самолетов, прерывать работу радиостанций и радаров [19]. Объектами поражения могут быть также национальные телефонные, телевизионные и радиосети, система электроснабжения всей страны противника. Снаряд содержит лишь несколько граммов взрывчатки, которая срабатывает при приближении к цели и снимает внешнюю оболочку снаряда, после чего раскрываются электропанели – главное средство поражения. На протяжении нескольких наносекунд они излучают заряд электроэнергии мощностью в миллиарды ватт, что создает огромную перегрузку во всех электронных схемах, которые находятся в границах действия снаряда. "Обстреливать" такими боеприпасами можно даже жилые районы, поскольку опасности для

жизни людей они не представляют. Считается, что ЭМИ-снаряды особенно эффективны при использовании против боевой техники, скрытой в населенных пунктах. Предполагают, что новый снаряд был создан в ответ на аналогичные устройства российских специалистов.

Есть также многочисленные свидетельства, что большой интерес к созданию ЭМИ-оружия проявляют военные специалисты **Китая, Израиля, Швеции, Франции**, которые используют различные формы научного и коммерческого сотрудничества для овладения мировым опытом в этой области. В частности, китайский специалист из Института электроники КНР был сопредседателем Первого международного симпозиума по проблеме нетеплового медико-биологического действия электромагнитного поля (Electromed'99), состоявшегося в США в апреле 1999 года, а также входил в состав программного комитета второго аналогичного форума Electromed2001. Аналитики США полагают, что КНР разработает свое первое сверхмощное ЭМИ-оружие до 2015 года.

Франция в 1994 году была страной проведения международной конференции EUROEM-94, посвященной научным проблемам, связанным с разработкой источников мощного микроволнового излучения, изучением его, идентификацией и метрологическим обеспечением. Аналогичная научная конференция EUROEM-98 состоялась в июне 1998 года в Израиле.

После показательных испытаний в 1998 году российского "электромагнитного" боеприпаса на полигоне в Швеции факт заинтересованности шведских военных в создании собственных ЭМИ-вооружений стал очевидным. Подтверждением тому могут служить публикации шведской военной прессы, довольно компетентно описывающие различные аспекты некоторых из соответствующих концептуальных проектов ([www.foa.se](http://www.foa.se)).

В перспективе ЭМИ-оружие рассматривается, прежде всего, как силовое, наступательное средство радиоэлектронной и информационной борьбы. Основными стратегическими и оперативными задачами, которые можно будет решать с помощью ЭМИ-оружия, являются:

- стратегическое сдерживание агрессии;
- дезорганизация систем управления войсками и оружием противника;
- снижение эффективности его наступательных воздушных, сухопутных и морских действий;
- обеспечение господства в воздухе путем поражения средств ПВО и РЭБ противоборствующей стороны.

Электронные боеприпасы могут быть использованы для воздействия на районы возможных позиций мобильных и переносных ЗРК, в системах ближней защиты летательного аппарата. Эффект применения ЭМБ выражается, к примеру, в выводе из строя системы обнаружения цели переносного ЗРК, его головки самонаведения, причем эти эффекты могут быть достигнуты, даже если в момент воздействия переносной ЗРК находится в неактивном состоянии. Защита летательного аппарата может осуществляться с помощью ЭМБ, который выстреливается навстречу атакующей ракете и поражает ее головку самонаведения с помощью бортового генератора направленного излучения. По аналогичному принципу проектируются и перспективные комплексы защиты танков от противотанковых ракет, комплексы борьбы с различными высокоточными боеприпасами.

ЭМИ-генераторы типа российского "Ранца-Е" могут стать панaceей и в борьбе с воздушными микроаппаратами (ВМА), которым, по мнению многих аналитиков, уготована в боевых действиях будущего роль атомного оружия в прошлом столетии. Рой микропланов



**Рис. 12. Микропланы**

(рис. 12), оснащенных миниатюрными телекамерами, и направленный в боевые порядки противника, обеспечит наблюдение за его действиями в реальном времени. Микропланы могут выступить и в роли носителей микрооружия для высокоточного поражения наиболее важных целей, даже отдельных пехотинцев, а также для транспортирования биологических и химических средств поражения [20]. Небольшой размер и бесшумность микроаппаратов позволят им вести боевые действия незаметно для неприятеля, который может уничтожить отдельные аппараты, но почти не в состоянии уничтожить все ВМА, учитывая их небольшие размеры. Именно ЭМИ-генераторы могут стать единственным заградительным средством на пути применения таких боевых микророботов в будущем.

Представленные материалы дают основание предполагать, что уже в ближайшие десятилетия появление высокоэффективных ЭМИ-вооружений будет в состоянии коренным образом влиять на ход развития технологий изготовления и облик перспективных радиоэлектронных систем не только военного, но и гражданского назначения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1999, №6, с.40–44.
2. Carlo Kopp. The E-Bomb – a Weapon of Electrical Mass Destruction. ([www.cs.monash.edu.au/~carlo](http://www.cs.monash.edu.au/~carlo)).
3. Справочник по радиолокации /Под ред. М. Скольника. Т. 2.- М.: Сов. радио.- 1976.
4. **Девятков Н.Д. и др.** Воздействие низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на биологические структуры (злoкачественные образования). – Доклады Академии наук СССР, 1994, т.336, № 6.
5. **Хлуновская Е.А, Слепченко Л.Ф.** Специфичность влияния сверхвысокочастотного импульсно-модулированного электромагнитного поля на вызванные потенциалы зрительной, слуховой и сенсорной коры мозга кошки при стимуляции светом и звуком. – Биофизика, 1995, т. 40, вып.2.
6. Космическое оружие: дилемма безопасности/ Под ред. Велихова Е.П.- М.: Мир, 1986.
7. Воздействие на различные объекты облучения СВЧ большой мощности. – ЭИ "Радиотехника и связь", 1995, № 9.
8. **Edward F. Murphy, Gary C. Bender, etc.** Information Operations: Wisdom Warfare For 2025. Alternate Futures for 2025: Security Planning to Avoid Surprise. Chapter 5. Digital Cacophony. April 1996 ([www.au.af.mil/au/2025](http://www.au.af.mil/au/2025)).



9. Демидов В.А., Жариков Е.И., Казаков С.А., Чернышев В.К. Высокоиндуктивные спиральные ВМГ с большим коэффициентом усиления энергии. – ПМТФ, 1981.
10. Ударные и детонационные волны. Методы исследования / В.В. Селиванов, В. С. Соловьев, Н. Н. Сысоев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 256 с.
11. Зарубежная радиоэлектроника, 1990, № 5, с. 67.
12. Авдеев В.Б. Достижимые характеристики электромагнитного поражения распределенных на земной поверхности радиоэлектронных целей. – Известия вузов. Сер. Радиоэлектроника, 2001, № 9, с. 4 – 15.
13. www.iep.uran.ru/RUSSIAN/PPL/MainRus.htm.
14. ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2001, № 4, с. 8 – 15.
15. Исследования по созданию СВЧ-оружия в США (обзор). – СИ, 1991.
16. Kevin Bonsor. How Military Pain Beams Will Work. (<http://howstuffworks.lycos.com/pain-beam.htm>).
17. Соловьев В. Блеск и нищета обороны. – Независимое военное обозрение, 1998, № 23.
18. Прищепенко А.Б., Житников В., Третьяков Д. "Атрупс" означает "неотвратимая". – Армейский сборник, 1998, № 2.
19. Великобритания разрабатывает новое оружие для борьбы с террором. - News.Battery.Ru – Аккумулятор Новостей, 01.11.2001. (<http://news.battery.ru>).
20. Слюсар В.И. Микропланы: от шедевров конструирования – к серийным системам. – Конструктор, 2001, № 2, с.23-25. ([www.sea.com.ua/ra](http://www.sea.com.ua/ra)).

## Направленная энергия рассматривается как оружие будущего

На июльском совещании в Конгрессе США по направленной энергии различные официальные лица из Конгресса, правительства и промышленности преподносили лазеры как расширяющуюся область науки и техники и как технологию, достигшую зрелой стадии. Хотя лазеры высокой мощности должны вначале предназначаться для ПРО (бортовой лазер для Boeing 747 разработан для поражения баллистических ракет на стартовом участке), через несколько лет они начнут применяться как оружие класса "воздух-земля", противоспутниковое и для целей ПВО. Между тем, немалую роль сохраняют за собой и маломощные лазеры. Они станут основой для двух главных программ самозащиты самолетов: системы противодействия направленной ИК-энергии AN/AAQ-24(V) и усовершенствованной системы при ИК-угрозе AN/ALQ-212(V). Предлагалось воздействовать на Пентагон с целью ускорения развертывания систем направленной энергии.

В результате в июне командованием специальных операций был заключен контракт на 11,9 млн.долл. с компанией Boeing на разработку требований к системе и технической документации для демонстрации усовершенствованной концепции технологии тактического лазера.

JED Online, 09.02

## Безопасность киберпространства – приоритетная задача

Как говорят многие сенаторы США, нельзя считать террористов технологическими простаками. Следует помнить, что они имеют доступ к различным коммерческим технологиям, которые могут быть использованы для нарушения работы компьютерных систем и способны вызвать панику среди населения, уже привыкшего полагаться на Интернет во всех критических случаях. Поэтому в ближайшие годы безопасность киберпространства и защита границ страны должны иметь наивысший приоритет. На исследования и разработку в этой области будет ассигновано свыше 1 млрд.долл.

JED Online, 09.02

## НОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

### Портативный анализатор спектра фирмы Rohde & Schwarz GmbH

Анализатор спектра FSH3 наряду с малыми габаритами и массой отличается относительно большим дисплеем. Предлагается в двух вариантах – только анализатор от 100 кГц до 3 ГГц и анализатор совместно с генератором слежения для скалярного анализа сети. Внешний датчик мощности обеспечивает измерение ВЧ-мощности до 8 ГГц. Внутреннее ЗУ способно хранить до 100 измерительных трасс или установок прибора для простоты поиска. Ширина полосы разрешения – от 1 кГц до 1 МГц, видеополоса – от 10 Гц до 1 МГц. Прибор обнаруживает и производит логарифмическое преобразование отфильтрованного сигнала ПЧ, имеет различные детекторы для "взвешивания" сигналов. Обработка сигнала последнего значения ПЧ – чисто цифровая и происходит в реальном времени. Детектор действительного значения используется для измерения мощности на модулированных сигналах. Устройство измеряет мощность канала точно и с воспроизводимыми результатами за одну развертку. Цифровая обработка сигналов обеспечивает измерения с высокой скоростью, несмотря на низкое электропотребление. Минимальное время для развертки по всему частотному диапазону – всего 100 мс.

### Приемник системы оповещения о лазерном облучении фирмы Metrodat

Приемник обеспечивает спектральное покрытие от 860 до 2200 нм с помощью восьми датчиков. Каждый датчик имеет поле зрения 45° для выполнения покрытия в 360° по азимуту и 80° по углу места. Блок управления/дисплея, который может размещаться на расстоянии до 200 м от головки датчика, индицирует направление поступающего лазерного сигнала с помощью 16 СИД. ЖК-дисплей показывает рабочий режим, тип лазера, частоту повторения импульсов и его интенсивность. Длительность акустического и визуального оповещения отрегулирована на 2–10 с. Интенсивность ложных сигналов – менее одного в сутки. Номинальная входная мощность – 12 Вт (24 В).

### Генератор для имитатора фирмы Signal Technology Corp.'s Arizona Operations

Генератор синхронизирующей частоты значительно модернизирован относительно обычного генератора с цифровой настройкой. Разработан для применения в традиционных и новых средствах РЭБ и имитаторах радиолокационных сигналов. Работает в диапазоне 2–18 ГГц. Усовершенствование в работе достигнуто за счет специализированной архитектуры интегрированного узла, использующей двойной источник, со-единенный с частотным дискриминатором и схемой регулирования точности. Повышены такие параметры, как точность частоты, дрейф после настройки, остаточная ЧМ, фазовый шум и стабильность параметров окружающей среды. Точность цифровой настройки – 0,25 МГц по всей полосе.

JED Online, 09.02

## Ежегодный доклад Пентагона по военной мощи КНР

Согласно докладу, хотя КНР и умалчивает об истинной своей военной мощи, все же некоторую информацию о бюджете получить удастся. В докладе приводится цифра 80 млрд.долл., что в четыре раза превышает официально объявленную сумму. Отмечается и ряд усовершенствований в области высоких технологий, включая программы по РЭБ.

КНР разрабатывает различные варианты средств РЭБ для своих крупных самолетов и осуществляет программы по разработке и развертыванию новых передатчиков помех, действующих за пределами зоны ПВО, и сопровождения для бомбардировщиков, транспортных и тактических самолетов и беспилотных аппаратов. Непрерывно совершенствуются системы С<sup>4</sup>1 и, похоже, ведутся переговоры с белорусской фирмой "Агат" по созданию ПО для С<sup>4</sup>1 и систем управления боем. В области средств РЭБ деятельность КНР сосредоточена на сборе информации о новых технологиях и разработках новой аппаратуры при кооперации с западными компаниями. В докладе отмечается также, что КНР закупает различные новые космические системы, самолеты с AWACS, беспилотные летательные аппараты дальнего действия и загоризонтную РЛС для расширения возможностей обнаружения и мониторинга военной угрозы.

JED Online, 09.02