ТЕМА: ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИМПУЛЬС ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА

 И ЗАЩИТА ОТ НЕГО РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.

 С О Д Е Р Ж А Н И Е

 1. НЕСМЕРТЕЛЬНОЕ ОРУЖИЕ.

 11. ВЗГЛЯДЫ РУКОВОДСТВА США И НАТО НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕК

 ТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА В ВОЕННЫХ ЦЕЛЯХ.

 111. ИСТОРИЯ ВОПРОСА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗНАНИЙ В

 ОБЛАСТИ ЭМИ.

 1У. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАТОРОВ ЭМИ ДЛЯ НАБОРА ЭКСПЕРИМЕН

 ТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ.

 У. ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭМИ.

 1. НЕСМЕРТЕЛЬНОЕ ОРУЖИЕ.

 Военно-политическое руководство США, не отказываясь от использования насилия в качестве одного из главных инструментов достижения своих целей, осуществляет поиск новых способов ведения боевых действий и создает для них средства, в полной мере учитывающие реалии современности.

 В начале 90-х годов в США стала зарождаться концепция, согласно которой вооруженные силы страны должны иметь не только ядерные и обычные вооружения, но и специальные средства, обеспечивающие эффективное участие в локальных конфликтах без нанесения противнику излишних потерь в живой силе и материальных ценностях.

 К этому специальному оружию американские военные специалисты в первую очередь относят: средства создания электромагнитного импульса(ЭМИ); генераторы инфразвука; химические составы и биологические рецептуры, способные изменять структуру базовых материалов основных элементов боевой техники; вещества, которые выводят из строя смазку и резиновые изделия, вызывают загустение горючего; лазеры.

 В настоящее время основные работы по развитию технологий оружия несмертельного действия (ОНСД) проводятся в управлении перспективных исследований министерства обороны, Ливерморской и Лос-Аламосской лабораториях министерства энергетики, центре разработок вооружения министерства армии и т.д. Наиболее близки к принятию на вооружение различные типы лазеров для ослепления личного состава, химические средства для его обездвиживания, генераторы ЭМИ, отрицательно влияющие на работу электронной техники.

 ОРУЖИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА.

 Генераторы ЭМИ (супер ЭМИ), как показывают теоретические работы и проведенные за рубежом эксперименты, можно эффективно использовать для вывода из строя электронной и электротехнической аппаратуры, для стирания информации в банках данных и порчи ЭВМ.

 С помощью ОНСД на основе генераторов ЭМИ возможен вывод из строя ЭВМ, ключевых радио и электротехнических средств, систем электронного зажигания и других автомобильных агрегатов, подрыв или инактивация минных полей. Воздействие этого оружия достаточно избирательно и политически вполне приемлемо, однако требуется точная доставка его в районы поражаемой цели.

 11. ВЗГЛЯДЫ РУКОВОДСТВА США И НАТО НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРО

 МАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА В ВОЕННЫХ ЦЕЛЯХ.

 Несмотря на признание военно-политическим руководством США и НАТО невозможности победы в ядерной войне, различные аспекты поражающего действия ядерного оружия продолжают широко обсуждаться. Так, в одном из рассматриваемых иностранными специалистами сценариев начального периода ядерной войны особое место отводится потенциальной возможности вывода из строя радиоэлектронной техники в результате воздействия на нее ЭМИ. Считается, что подрыв на высоте около 400 км. только одного боеприпаса мощностью более 10 Мт приведет к такому нарушению функционирования радиоэлектронных средств в обширном районе, при котором

время их восстановления превысит допустимые сроки для принятия ответных мер.

 По расчетам американских экспертов, оптимальной точкой подрыва ядерного боеприпаса для поражения ЭМИ радиоэлектронных средств почти на всей территории США была бы точка в космосе с эпицентром в районе географического центра страны, находящегося в штате Небраска.

 Теоретические исследования и результаты физических экспериментов показывают, что ЭМИ ядерного взрыва может привести не только к выходу из строя полупроводниковых электронных устройств, но и к разрушению металлических проводников кабелей наземных сооружений. Кроме того возможно поражение аппаратуры ИСЗ, находящихся на низких орбитах.

 Для генерации ЭМИ ядерный боеприпас может подрываться в космическом пространстве, что не приводит к возникновению ударной волны и выпадению радиоактивных осадков. Поэтому в зарубежной прессе высказывются следующие мнения о "неядерном характере" такого боевого применения ядерного оружия и о том, что удар с использованием ЭМИ не обязательно приведет к всеобщей ядерной войне. Опасность этих заявлений очевидна,т.к. одновременно некоторые зарубежные специалисты не исключают возможность массового поражения с помощью ЭМИ и живой силы. Во всяком случае вполне очевидно, что наводимые под воздействием ЭМИ в металлических элементах техники токи и напряжения будут смертельно опасны для личного состава.

 111.ИСТОРИЯ ВОПРОСА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ ЭМИ.

 Для того, чтобы понять всю сложность проблем угрозы ЭМИ и мер по защите от нее, необходимо кратко рассмотреть историю изучения этого физического явления и современное состояние знаний в этой области.

 То, что ядерный взрыв будет обязательно сопровождаться электромагнитным излучением, было ясно физикам-теоретикам еще до первого испытания ядерного устройства в 1945 году. Во время проводившихся в

конце 50-х - начале 60-х годов ядерных взрывов в атмосфере и космическом пространстве наличие ЭМИ было зафиксировано экспериментально.Однако количественные характеристики импульса измерялись в недостаточной степени, во-первых, потому что отсутствовала контрольно-измерительная аппаратура, способная регистрировать чрезвычайно мощное электромагнитное излучение, существующее чрезвычайно короткое время (миллионные доли секунду), во-вторых, потому что в те годы в радиоэлектронной аппаратуре использовались исключительно электровакуумные приборы, которые мало подвержены воздействию ЭМИ, что снижало интерес к его изучению.

 Создание полупроводниковых приборов, а затем и интегральных схем,особенно устройств цифровой техники на их основе, и широкое внедрение средств в радиоэлектронную военную аппаратуру заставили военных специалистов по иному оценить угрозу ЭМИ. С 1970 года вопросы защиты оружия и военной техники от ЭМИ стали рассматриваться министерством обороны США как имеющие высшую приоритетность.

 Механизм генерации ЭМИ заключается в следующем. При ядерном взрыве возникают гамма и рентгеновское излучения и образуется поток нейтронов. Гамма-излучение, взаимодействуя с молекулами атмосферных газов,выбивает из них так называемые комптоновские электроны. Если взрыв осуществляется на высоте 20-40 км., то эти электроны захватываются магнитным полем Земли и, вращаясь относительно силовых линий этого поля создают токи, генерирующие ЭМИ. При этом поле ЭМИ когерентно суммируется по направлению к земной поверхности, т.е. магнитное поле Земли выполняет роль, подобную фазированной антенной решетки. В результате этого резко увеличивается напряженность поля, а следовательно, и амплитуда ЭМИ в районах южнее и севернее эпицентра взрыва. Продолжительность данного процесса с момента взрыва от 1 - 3 до 100 нс.

 На следующей стадии, длящейся примерно от 1 мкс до 1 с, ЭМИ создается комптоновскими электронами, выбитыми из молекул многократно отраженным гамма-излучением и за счет неупругого соударения этих электронов с потоком испускаемых при взрыве нейтронов. Интенсивность ЭМИ при этом оказывается примерно на три порядка ниже, чем на первой стадии.

 На конечной стадии, занимающей период времени после взрыва от 1 с до нескольких минут, ЭМИ генерируется магнитогидродинамическим эффектом, порождаемым возмущениями магнитного поля Земли токопроводящим огненным шаром взрыва. Интенсивность ЭМИ на этой стадии весьма мала и составляет несколько десятков вольт на километр.

 Наибольшую опасность для радиоэлектронных средств представляет первая стадия генерирования ЭМИ, на которой в соответствии с законом электромагнитной индукции из-за чрезвычайно быстрого нарастания амплитуды импульса (максимум достигается на 3 - 5 нс после взрыва) наведенное напряжение может достигать десятков киловольт на метр на уровне земной поверхности, плавно снижаясь по мере удаления от эпицентра взрыва.

 Амплитуда напряжения, наводимого ЭМИ в проводниках, пропорциональна длине проводника, находящегося в его поле, и зависит от его ориентации относительно вектора напряженности электрического поля.

Так, напряженность поля ЭМИ в высоковольтных линиях электропередачи может достигать 50 кВ/м, что приведет к появлению в них токов силой до 12 тыс.ампер.

 ЭМИ генерируются и при других видах ядерных взрывов - воздушном и наземном. Теоретически установлено, что в этих случаях его интенсивность зависит от степени ассимметричности пространственных параметров взрыва. Поэтому воздушный взрыв с точки зрения генерации ЭМИ наименее эффективен. ЭМИ наземного взрыва будет иметь высокую интенсивность,однако она быстро уменьшается по мере удаления от эпицентра.

 1У. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАТОРОВ ЭМИ ДЛЯ НАБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ

 ДАННЫХ.

 Поскольку сбор экспериментальных данных при проведении подземных ядерных испытаний технически весьма сложен и дорогостоящ, то решение набора данных достигается методами и средствами физического моделирования.

 Среди капиталистических стран передовые позиции в разработке и

практическом использовании имитаторов ЭМИ ядерного взрыва занимают США. Подобные имитаторы представляют собой электрогенераторы со специальными излучателями, создающими электромагнитное поле с параметрами близкими к тем, которые характерны для реального ЭМИ. В зону действия излучателя помещаются испытываемый объект и приборы, регистрирующие интенсивность поля, его частотный спектр и длительность воздействия.

 Один из таких имитаторов, развернутый на авиабазе ВВС США Киртленд, предназначен для моделирования условий воздействия ЭМИ на самолет и его аппаратуру. Он может использоваться для испытаний таких крупных летательных аппаратов, как бомбардировщик В-52 или гражданский авиалайнер Боинг-747.

 В настоящее время создано и действует большое количество имитаторов ЭМИ для испытаний авиационной, космической, корабельной и наземной техники. Однако они не в полной мере воссоздают реальные условия воздействия ЭМИ ядерного взрыва вследствие ограничений, накладываемых характеристиками излучателей, генераторов и источников электропитания на частотный спектр излучения, его мощность и скорость нарастания импульса. Вместе с тем, и при этих ограничениях удается получить достаточно полные и надежные данные о появлении неисправностей в полупроводниковых приборах, сбоя в их функционировании и т.п., а также об эффективности действия различных защитных устройств. Кроме того, такие испытания позволили дать количественную оценку опасности различных путей воздействия ЭМИ на радиоэлектронную технику.

 Теория электромагнитного поля показывает, что такими путями для наземной техники являются прежде всего различные антенные устройства и кабельные вводы системы электропитания, а для авиационной и космической техники - антенны, а также токи, наводимые в обшивке, и излучения,проникающие через остекление кабин и лючки из нетокопроводящих материалов. Токи, наводимые ЭМИ в наземных и заглубленных кабелях электропитания протяженностью в сотни и тысячи километров, могут достигать тысяч ампер, а напряжение в разомкнутых цепях таких кабелей - миллион вольт. В антенных вводах, длина которых не превышает десятков метров,наводимые ЭМИ токи могут иметь силу в несколько сотен ампер. ЭМИ, проникающий непосредственно через элементы сооружений из диэлектрических материалов (неэкранированные стены, окна, двери и т.п.), может наводить во внутренней электропроводке токи силой в десятки ампер.

 Поскольку слаботочные цепи и радиоэлектронные приборы нормально действуют при напряжениях в несколько вольт и токах силой до нескольких десятков миллиампер, то для их абсолютно надежной защиты от ЭМИ требуется обеспечить снижение величины токов и напряжений в кабелях,до шести порядков.

 У. ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭМИ.

 Идеальной защитой от ЭМИ явилось бы полное укрытие помещения, в котором размещена радиоэлектронная аппаратура, металлическим экраном.

Вместе с тем ясно, что практически обеспечить такую защиту в ряде случаев невозможно, т.к. для работы аппаратуры часто требуется обеспечить ее электрическую связь с внешними устройствами. Поэтому используются менее надежные средства защиты, такие, как токопроводящие сетки или пленочные покрытия для окон, сотовые металлические конструкции для воздухозаборников и вентиляционных отверстий и контактные пружинные прокладки, размещаемые по периметру дверей и люков.

 Более сложной технической проблемой считается защита от проникновения ЭМИ в аппаратуру через различные кабельные вводы. Радикальным решением данной проблемы мог бы стать переход от электрических сетей связи к практически не подверженным воздействию ЭМИ волоконно-оптическим. Однако замена полупроводниковых приборов во всем спектре выполняемых ими функций электронно-оптическими устройствами возможно только в отдаленном будущем. Поэтому в настоящее время в качестве средств защиты кабельных вводов наиболее широко используются фильтры, в том числе волоконные, а также искровые разрядники,металлоокисные варисторы и высокоскоростные зенеровские диоды.

 Все эти средства имеют как преимущества, так и недостатки. Так,емкостно-индуктивные фильтры достаточно эффективны для защиты от ЭМИ малой интенсивности, а волоконные фильтры защищают в относительно узком диапазоне сверхвысоких частот.Искровые разрядники обладают значительной инерционностью и в основном пригодны для защиты от перегрузок,возникающих под воздействием напряжений и токов, наводимых в обшивке самолета, кожухе аппаратуры и оплетке кабеля.

 Металлоокисные варисторы, представляют собой полупроводниковые приборы, резко повышающие свою проводимость при высоком напряжении.

Однако, при применении этих приборов в качестве средств защиты от ЭМИ следует учитывать их недостаточно высокое быстродействие и ухудшение характеристик при неоднократном воздействии нагрузок. Эти недостатки отсутствуют у высокоскоростных зенеровских диодов, действие которых основано на резком лавинообразном изменении сопротивления от относительно высокого значения практически до нуля при превышении приложенного к ним напряжения определенной пороговой величины. Кроме того в отличии от варисторов характеристики зенеровских диодов после многократных воздействий высоких напряжений и переключений режимов не ухудшаются.

 Наиболее рациональным подходом к проектированию средств защиты от ЭМИ кабельных вводов является создание таких разъемов, в конструкции

которых предусмотрены специальные меры, обеспечивающие формирование элементов фильтров и установку встроенных зенеровских диодов. Подобное решение способствует получению очень малых значений емкости и индуктивности, что необходимо для обеспечения защиты от импульсов, которые имеют незначительную длительность и, следовательно, мощную высокочастотную составляющую. Использование разъемов подобной конструкции позволит решить проблему органичения массо-габаритных характеристик устройства защиты.

 Сложность решения задачи защиты от ЭМИ и высокая стоимость разработанных для этих целей средств и методов заставляют пойти на первых парах по пути их выборочного применения в особо важных системах оружия и военной техники. Первыми целенаправленными работами в данном направлении были программы защиты от ЭМИ стратегического оружия. Такой же путь избран и для защиты имеющих большую протяженность систем управления и связи. Однако основным методом решения данной данной проблемы зарубежные специалисты считают создание так называемых распределенных сетей связи (типа "Гвен"), первые элементы которых уже развернуты на континентальной части США.

 Современное состояние проблемы ЭМИ можно оценить следующим образом. Достаточно хорошо исследованы теоретически и подтверждены экспериментально механизмы генерации ЭМИ и параметры его поражающего действия. Разработаны стандарты защищенности аппаратуры и известны эффективные средства защиты. Однако для достижения достаточной уверенности в надежности защиты систем и средств от ЭМИ необходимо провести испытания с помощью имитатора. Что касается полномасштабных испытаний систем связи и управления, то эта задача вряд ли будет решена в обозримом будущем.

 Мощный ЭМИ можно создать не только в результате ядерного взрыва.

Современные достижения в области неядерных генераторов ЭМИ позволяют сделать их достаточно компактными для использования с обычными и высокоточными средствами доставки.

В настоящее время в некоторых западных странах ведутся работы по генерации импульсов электромагнитного излучения магнитодинамическими устройствами, а также высоковольтными разрядами. Поэтому вопросы защищенности от воздействия ЭМИ будут оставаться в центре внимания специалистов при любом исходе переговоров о ядерном разоружении.