

**Сухоруков С. А.
(ЗАО ЭМСОТЕХ)**

ПРОЕКТ СТАНДАРТА: «ИСПЫТАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К НАМЕРЕННОМУ СИЛОВОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТЕРРОРИЗМА»

Активизация террористической деятельности в мировом масштабе и крупнейшие террористические акты в США, исполненные с применением нетрадиционных для террористов технических средств, привели к усилению антитеррористической деятельности и кооперации мирового сообщества в этом направлении. Одной из важнейших составляющих этой деятельности является координация антитеррористических сил и средств различных стран. Основой координационной деятельности является единая нормативная база. Нормативная база в области антитеррористической деятельности находится в стадии формирования. Вниманию специалистов в области ЭМС предлагается для предварительного обсуждения проект стандарта с названием, вынесенным в заголовок статьи. Проект стандарта разработан в инициативном порядке автором для ТК 77 МЭК.

Ограниченные рамки статьи не позволяют представить проект в полном объеме. Основопологающие разделы, регламентирующие технические требования: «Степени жесткости испытаний в различных условиях размещения ТС», «Требования устойчивости к НСВ технических средств», «Испытательное оборудование» — публикуются с сокращениями. Вспомогательные разделы: «Общие положения и определения», «Проведение испытаний», «Схемотехника имитаторов ТС НСВ», Приложения — не публикуются.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Для сложных дорогостоящих информационных систем, в особенности с непрерывным процессом обработки информации, является актуальной задача обеспечения защиты от сбоев в обработке информации, ее разрушению и выводу из строя дорогостоящего оборудования намеренным силовым воздействием (далее — НСВ) методами электромагнитного терроризма (ЭМТ). НСВ производится по сети электропитания, проводным линиям связи, металлоконструкциям зданий и электромагнитным быстроизменяющимся полем (электромагнитным импульсом — ЭМИ).

Угроза атаки методами ЭМТ не эфемерна. Общеизвестны факты НСВ с применением электромагнитных бомб вооруженными силами США во время войн в Ираке. Электромагнитные бомбы выводили из строя оборудование телекоммуникационных

и иных объектов Ирака, ослепляли системы противовоздушной обороны. Известно, что методами ЭМТ террористами ИРА была нарушена работа банков в Англии. Среди специалистов имеется мнение, что глобальные катастрофы последних лет в электроэнергетических системах США явились следствием атаки методами ЭМТ путем НСВ на системы управления. Реальность угрозы атаки методами ЭМТ понимается специалистами, поэтому МЭК ведет активную деятельность по стандартизации в области ЭМТ.

Проблема НСВ методами ЭМТ была впервые освещена автором в статье [1]. Основные аспекты НСВ по сети электропитания и коммуникационным каналам (проводным линиям связи) были впервые также рассмотрены автором в статьях [1, 2], вопросы защиты от НСВ — в статье [3]. В последние годы появилось много публикаций по тематике НСВ, однако те из них, что относятся к НСВ по сети электропитания и коммуникационным каналам, в основном являются компиляцией из упомянутых работ автора. В настоящее время ЗАО ЭМСОТЕХ, возглавляемое автором, является ведущим предприятием в области разработки и производства ТС для защиты от НСВ и имитаторов ТС НСВ.

Наиболее широко в публикациях различных авторов освещены вопросы НСВ с применением электромагнитных боеприпасов и сверхширокополосных ЭМИ [4—7]. МЭК ведется разработка стандарта по ЭМИ.

Под НСВ по сети электропитания понимается преднамеренное создание с помощью специальных технических средств (ТС) кратковременного всплеска напряжения в сети электропитания с амплитудой, длительностью и энергией всплеска, которые способны привести к сбоям в работе оборудования или к его деградации. При этом ТС НСВ подключаются к сети непосредственно с помощью гальванической связи, через конденсатор или трансформатор.

Информационно-вычислительные системы и средства вычислительной техники и информатики (СВТИ) могут быть выведены из строя посредством разрушения входящего в их состав оборудования с помощью НСВ не только по сети электропитания, но и по коммуникационным каналам. При необходимости работа СВТИ может быть заблокирована на определенное время НСВ. НСВ провоцируют сбои в работе или разрушение информации, обрабатываемой в СВТИ. Под коммуникационными каналами понимаются преимущественно каналы передачи цифровой и аналоговой информации по проводным линиям.

Нормальное функционирование СВТИ может быть нарушено НСВ по техническим коммуникациям, конструктивным элементам зданий и заземляющим устройствам. НСВ может провоцировать периодические сбои в работе СВТИ, вывести их из строя или разрушить информацию, обрабатываемую в СВТИ. Под техническими коммуникациями понимаются преимущественно разного рода трубопроводы (горячей, холодной воды, отопления и т.д.); под конструктивными элементами зданий — преимущественно протяженные металлоконструкции (элементы каркаса здания и т.д.), под заземляющими устройствами — контуры рабочего и защитного заземления, проводники молниеотводов. При описании процессов далее будет использоваться обобщенный термин — металлоконструкции.

Возможно провоцирование сбоев или разрушение информационных и электроэнергетических систем ЭМИ, генерируемым внешним (по отношению к объекту атаки) источником мощного импульсного электромагнитного поля (СВЧ генератором, взрывомагнитным генератором, внеатмосферным ядерным взрывом). Это направление относится преимущественно к средствам для ведения так называемой «информационной войны» и «электромагнитному оружию» (в буквальном понимании этого термина). Наиболее мощным является ЭМИ ядерного взрыва.

Провоцирование сбоев в работе бухгалтерского оборудования и программного обеспечения в период подготовки отчетных материалов для налоговой инспекции может привести к краху предприятия с современными автоматизированными системами бухучета. Угроза такого рода «электронного рэкета» может оказаться для предприятий с большой долей электронного документооборота существенно более опасной, нежели традиционные приемы воздействия на них криминальных структур. Причем в отличие, например, от НСД через побочные электромагнитные излучения СВТИ, НСВ по сети электропитания требует существенно меньших интеллектуальных, а нередко и материальных затрат, кроме того, последствия от атаки на объект средствами НСВ могут быть отнесены пострадавшими на тривиальные нарушения электропитания объекта. НСВ может быть использовано и для обычных (не компьютерных) преступлений, например для вывода из строя сигнализации перед нападением на объект или для провоцирования ложных срабатываний сигнализации без яв-

ных признаков проникновения на объект. Можно также представить гипотетическую ситуацию, когда с помощью установленного в одном из помещений устройства НСВ с радиоканалом управления, заинтересованное лицо непосредственно из зала для голосования провоцирует в нужный момент сбой в работе системы подсчета результатов голосования, понуждая по тем или иным причинам переносить процесс голосования. Средствами НСВ могут быть организованы комбинированные компьютерные преступления, например, когда традиционными для хакеров приемами из банка похищаются денежные средства, а затем следы операции уничтожаются НСВ атакой СВТИ по сети электропитания обворованного банка.

Наибольший ущерб при нападении с применением ТС НСВ может быть нанесен объектам, у которых СВТИ с непрерывным процессом обработки потоков информации являются ядром системы. К таким объектам относятся системы связи, в особенности цифровой, системы обработки банковских данных и др. Кроме того, к потенциальным объектам атаки ТС НСВ относятся производственные объекты с непрерывным технологическим процессом, ход которого контролируется СВТИ, а нарушение технологического процесса приводит к серьезным финансовым, экологическим и иным негативным последствиям, а порой и к явлениям катастрофического характера. К таким объектам относятся, прежде всего, атомные электростанции, системы управления полетами, автоматизированные системы газопроводов и др. Весьма эффективно может быть нападение с применением ТС НСВ на системы, обеспечивающие безопасность объекта. Вывод из строя оборудования системы безопасности на короткое время может предоставить террористам временное окно на период замены или ремонта оборудования, которое будет использовано для совершения тех или иных преступных действий по отношению к объекту атаки.

Сегодня экономика, промышленность и общественные структуры находятся в сильной зависимости от работы СВТИ. В ряде отраслей насыщенность СВТИ исключительно высока. Западные специалисты считают, что при повальном выходе из строя СВТИ жизнедеятельность банков сохраняется 1—2 дня, а иных предприятий с большой долей электронного документооборота — 3—5 дней.

ТС НСВ не являются средствами селективного воздействия (в отличие, например, от компьютерных вирусов) и наносят глобальные поражения не только конкретному объекту нападения, но и иному оборудованию, подключенному к фидеру питающей сети или линиям связи, по которым производится нападение на объект. ТС НСВ являются своего рода «электромагнитной бомбой» в чемоданчике, которая способна без взрыва и на расстоянии уничтожить дорогостоящее оборудование объекта нападения. Анализ повреждений в уничтоженном оборудовании в большинстве случаев не позволяет однозначно идентифицировать причину возникновения повреждения, что существенно повышает скрытность нападения с использованием «электромагнитной бомбы» и позволяет повторять его неоднократно. Такая «электромагнитная бомба» не содержит компонентов и технологий, ограниченных к применению теми или иными нормативными актами, а сегодняшнее положение дел в электронной промышленности позволяет сравнительно просто размещать заказы на изготовление существенно более сложных (по сравнению с ТС НСВ) устройств. Некоторые ТС НСВ могут быть изготовлены кустарным образом. Поэтому к вопросам возможности применения «электромагнитных бомб» и соответствующим контрмерам необходимо относиться с должным вниманием. При этом необходимо отметить, что хотя аппаратная защита объекта от НСВ и требует больших материальных затрат, однако оборудование для защиты от НСВ позволяет одновременно с максимальной эффективностью решить задачу защиты СВТИ объекта от влияния иных помех (перенапряжений, разряда молнии).

Данные о параметрах ТС НСВ и характеристики имитаторов в проекте стандарта получены с помощью компьютерного моделирования различных сценариев атаки с применением методов ЭМТ.

Решая вопрос об оценке устойчивости к НСВ отдельных видов ТС, сетей электропитания ответственного оборудования, других объектов, необходимо учитывать следующее:

- обычные ТС априори не рассчитаны на НСВ и не могут иметь надлежащей защиты как по порту электропитания, так и по сигнальным портам;
- ТС в специальном (защищенном от НСВ) исполнении, имеющие дополнительное экранирование, дополнительную фильтрацию и защиту иного вида по всем портам могут противостоять НСВ ЭМИ и отчасти НСВ по проводным линиям связи;

- ИБП, реализованные на базе любых известных схмотехнических решений (за исключением ИБП на базе электромашинных преобразователей), не в состоянии защитить от НСВ не только подключенные к ним СВТИ, но и собственные блоки питания, контроллеры и другие узлы;
- ТС, относящиеся к СВТИ и объединенные в локальные сети структурированными проводными кабельными системами (СКС), наиболее подвержены НСВ, так как предоставляют террористам существенно больше возможностей для подключения ТС НСВ.

Представляется нецелесообразным проверять отдельные образцы оборудования, не оснащенные необходимой защитой от НСВ на устойчивость к НСВ по сети электропитания, к НСВ по проводным линиям связи и к НСВ ЭМИ. Результат таких испытаний вполне предсказуем — разрушение оборудования во время испытаний.

Испытаниям должны подвергаться: устройства для защиты от НСВ; СВТИ и другое оборудование, снабженное внешней дополнительной защитой от НСВ; специально спроектированные, защищенные от НСВ образцы оборудования; функционально законченные и оснащенные защитой от НСВ сети электропитания, локальные сети СВТИ, СКС.

СТЕПЕНИ ЖЕСТКОСТИ ИСПЫТАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ ТС

Степени жесткости испытаний, а также группу исполнения ТС по устойчивости к НСВ и группу исполнения устройств защиты от НСВ по степени ослабления помех от ТС НСВ выбирают, исходя из специальных требований к условиям эксплуатации оборудования, мощности выделенной сети электропитания ТС, мощности устройств защиты от НСВ.

Условия эксплуатации оборудования применительно к возможности организации атаки с применением ТС НСВ определяют, используя приведенную ниже классификацию.

Класс 0. Защищенная локальная вычислительная сеть, СВТИ, другие технические средства, размещенные внутри специально оборудованного помещения. Такое помещение расположено на контролируемой территории, может быть снабжено системой экранирования, автономным источником питания или электромашинным преобразователем, внешние линии связи выполнены оптоволоконными кабелями, подходящие извне к помещению трубопроводы на вводе в него снабжены изолирующими вставками. Применены меры, исключающие доступ посторонних лиц на территорию объекта.

Класс 1. Объект с ТС получает электропитание от общепромышленной высоковольтной системы электроснабжения через собственную трансформаторную подстанцию, размещаемую на контролируемой территории. Коммуникационные каналы выполнены проводными линиями. Вокруг территории, на которой размещается объект, имеется охраняемая зона, применены иные меры, исключающие доступ посторонних лиц на территорию объекта.

Класс 2. Объект с ТС получает электропитание от общепромышленной низковольтной системы электроснабжения. Коммуникационные каналы выполнены проводными линиями. Объект размещается в общем с другими организациями здании, либо в разных с ними зданиях, объединенных кабельными сетями. Доступ в охраняемую зону объекта для посторонних лиц ограничен. В охраняемую зону объекта не могут быть бесконтрольно пронесены технические средства.

Класс 3. Объект с ТС получает электропитание от общепромышленной низковольтной системы электроснабжения через собственную трансформаторную подстанцию, размещаемую в пределах охраняемой зоны. Коммуникационные каналы выполнены проводными линиями. Объект размещается в общем с другими организациями здании либо в разных с ними зданиях, объединенных кабельными сетями. Доступ на контролируемую территорию объекта для посторонних лиц ограничен. На контролируемую территорию объекта могут быть бесконтрольно пронесены технические средства в сумках, кейсах.

Класс 4. Объект с ТС получает электропитание от общепромышленной низковольтной системы электроснабжения. Коммуникационные каналы выполнены проводными линиями. Объект размещается в общем с другими организациями здании либо в разных с ними зданиях, объединенных кабельными сетями. Доступ на объект для посторонних лиц ограничен.

Класс 5. Объект с ТС получает электропитание от общепромышленной низковольтной системы электроснабжения. Коммуникационные каналы выполнены проводными линиями. Объект размещается в общем с другими организациями здания или в разных с ними зданиях, объединенных кабельными сетями. Доступ на объект для посторонних лиц не ограничен.

Класс X. Объект соответствует одному из основных классов, однако особыми условиями эксплуатации, устанавливаемыми специальными требованиями, регламентируется необходимость защиты от НСВ.

ТРЕБОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К НСВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Для известных классов условий эксплуатации оборудования, электрической мощности, потребляемой оборудованием (по одной фазе), и других условий выбор степеней жесткости испытаний для защищенного от НСВ оборудования, выделенных сетей электропитания ТС устройств защиты от НСВ, производится по таблицам 1—4.

Таблица 1 Выбор степеней жесткости испытаний при НСВ по сети электропитания

Класс условий эксплуатации	Степень жесткости испытаний в зависимости от потребляемой оборудованием мощности			
	До 16 кВА	16... 50 кВА	50... 160 кВА	Более 160 кВА
Класс 0	Не применяют	Не применяют	Не применяют	Не применяют
Класс 1	Не применяют	Не применяют	Не применяют	Не применяют
Класс 2	III ¹⁾	III ¹⁾	IV ¹⁾	IV ¹⁾
Класс 3	I	I	II	II
Класс 4	I	II	III	IV
Класс 5	I	II	III	IV
Класс X	2)	2)	2)	2)

¹⁾ Применяют только для испытаний вводов НН линий электропитания на объект.
²⁾ Степень жесткости испытаний устанавливается специальными требованиями.

Таблица 2 Выбор степеней жесткости испытаний при НСВ по проводным линиям

Класс условий эксплуатации	Степень жесткости испытаний			
	Проводные линии системы обеспечения безопасности периметра	Кабели, проложенные внутри здания	Магистральные кабели	Воздушные линии связи
Класс 0	IV	Не применяют	Не применяют	Не применяют
Класс 1	III	III	IV	IV
Класс 2	I	II	III	IV
Класс 3	I	II	III	IV
Класс 4	I	II	III	IV
Класс 5	I	II	III	IV
Класс X	1)	1)	1)	1)

¹⁾ Степень жесткости испытаний устанавливается специальными требованиями.

Таблица 3 Выбор степеней жесткости испытаний при НСВ по металлоконструкциям

Класс условий эксплуатации	Степень жесткости испытаний			
	Здание малой этажности	Здание средней этажности	Высотные здания	Трубопроводы, подходящие извне к зданию
Класс 0	Не применяют	Не применяют	Не применяют	Не применяют
Класс 1	Не применяют	Не применяют	Не применяют	Не применяют
Класс 2	I	II	III	IV
Класс 3	I	II	III	IV
Класс 4	I	II	III	IV
Класс 5	I	II	III	IV
Класс X	1)	1)	1)	1)

¹⁾ Степень жесткости испытаний устанавливается специальными требованиями.

Выбор степеней жесткости испытаний при НСВ ЭМИ

Таблица 4

Класс условий эксплуатации	Степень жесткости испытаний			
	Системы обеспечения безопасности периметра объекта	Системы обеспечения безопасности объекта	Локальные выделенные сети и СКС	Помещения с ответственным оборудованием ²⁾
Класс 0	IV	III	Не применяют	Не применяют
Класс 1	IV	III	II	II
Класс 2	IV	III	II	I
Класс 3	IV	III	II	I
Класс 4	IV	III	II	I
Класс 5	IV	III	II	I
Класс X	1)	1)	1)	1)

¹⁾ Степень жесткости испытаний устанавливается специальными требованиями.
²⁾ В зданиях с кирпичными и деревянными стенами — все помещения. В зданиях с железобетонными стенами — только помещения, примыкающие к внешним стенам здания. В зданиях с металлическими стенами — только помещения с окнами.

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Параметры испытательных воздействий, которые должны генерировать имитаторы ТС НСВ, сведены в таблицы.

Параметры имитаторов ТС НСВ по сети электропитания

Таблица 5

№ п/п	Вид ТС НСВ	Основные параметры имитаторов транспортабельных (переносных) ТС НСВ	Основные параметры имитаторов стационарных ТС НСВ
1	Трансформаторные ТС НСВ	Характер воздействия: всплеск сетевого напряжения с кратностью перенапряжения до 1,5... 1,7. Длительность воздействия до 60 с. Пиковая мощность до 10... 30 кВА	Характер воздействия: всплеск сетевого напряжения с кратностью перенапряжения до 1,5... 1,7. Длительность воздействия до 60 с. Пиковая мощность до 50... 100 кВА
2	ТС НСВ с низковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью до 5... 10 мс и амплитудой до 1 кВ. Импульсный ток до 5 кА. Энергия накопителя до 10... 20 кДж. Интервал между импульсами более 60 с	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью до 10... 20 мс и амплитудой до 1 кВ. Импульсный ток до 10 кА. Энергия накопителя до 50... 150 кДж. Интервал между импульсами более 60 с
3	ТС НСВ с высоковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 0,1... 0,3 мс и амплитудой до 3 кВ. Импульсный ток до 5... 10 кА. Энергия накопителя 1... 3 кДж. Интервал между импульсами более 60 с	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 1... 2 мс и амплитудой до 3 кВ. Импульсный ток до 5... 10 кА. Энергия накопителя 20... 50 кДж. Интервал между импульсами более 60 с
4	ТС НСВ с высоковольтными и низковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 50... 100 мкс и амплитудой до 5кВ/5кА, наложен на низковольтный импульс напряжения длительностью 1... 10 мс и амплитудой до 1кВ/10кА. Энергия накопителя 5... 10 кДж. Интервал между импульсами более 60 с	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 50... 100 мкс и амплитудой до 5кВ/5кА, наложен на низковольтный импульс напряжения длительностью 5... 20 мс и амплитудой до 1кВ/20кА. Энергия накопителя 50... 200 кДж. Интервал между импульсами более 60 с
5	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 1... 10 мкс и амплитудой до 50... 250 кВ. Импульсный ток до 0,5... 1 кА. Энергия накопителя 10... 250 Дж. Интервал между импульсами более 60 с	
6	ТС НСВ с электронным коммутатором	Характер воздействия: пачка импульсов тока, следующих с частотой до 1 кГц. Амплитуда импульса 0,5... 1 кА. Длительность импульса 0,2... 0,5 мс, длительность пачки импульсов 1 с	

Таблица 6 Параметры имитаторов ТС НСВ по проводным линиям связи (сигнальным кабелям)

№ п/п	Вид ТС НСВ	Основные параметры имитаторов транспортабельных (переносных) ТС НСВ
1	ТС НСВ с низковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 0,1 ... 1 мс и амплитудой до 1 кВ. Импульсный ток до 0,5 ... 1 кА. Энергия накопителя до 0,5 ... 5 кДж. Интервал между импульсами не более 60 с
2	ТС НСВ с высоковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 10 ... 50 мкс и амплитудой до 3 кВ. Импульсный ток до 0,5 ... 1 кА. Энергия накопителя 0,25 ... 2 кДж. Интервал между импульсами не более 60 с
3	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 10 ... 100 нс и амплитудой до 50 ... 250 кВ. Импульсный ток до 0,5 ... 1 кА. Энергия накопителя 10 ... 250 Дж. Одиночные импульсы или пачки импульсов с частотой следования импульсов 10 ... 100 Гц. Интервал между одиночными импульсами более 60 с. Длительность пачки импульсов 1 ... 10 с

Таблица 7 Параметры имитаторов ТС НСВ по металлоконструкциям

№ п/п	Вид ТС НСВ	Основные параметры имитаторов транспортабельных (переносных) ТС НСВ
1	ТС НСВ с низкочастотными трансформаторами	Характер воздействия: ток с частотой сети электропитания, действующее значение до 0,1 ... 1 кА. Длительное воздействие. Возможны альтернативные испытания для малогабаритных объектов: генератором переменного магнитного поля промышленной частоты с напряженностью до 100 А/м
2	ТС НСВ с импульсными трансформаторами	Характер воздействия: пачки импульсов тока длительностью 5 ... 10 мс и амплитудой до 1 ... 5 кА. Частота повторения до 1 Гц. Длительность пачки импульсов до 60 с. Интервал между пачками импульсов 5 ... 10 мин. Возможны альтернативные испытания для малогабаритных объектов: генератором импульсного магнитного поля с напряженностью до 1 кА/м
3	ТС НСВ с низковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс тока длительностью 5 ... 50 мс и амплитудой до 1 ... 3 кА. Энергия накопителя 1 ... 200 кДж. Интервал между импульсами более 60 с
4	ТС НСВ с высоковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс тока длительностью 0,1 ... 1 мс и амплитудой до 1 ... 5 кА. Энергия накопителя 5 ... 10 кДж. Интервал между импульсами более 60 с. Возможны альтернативные испытания для малогабаритных объектов: генератором импульсного магнитного поля с напряженностью до 1 кА/м
5	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Характер воздействия: импульс напряжения длительностью 0,1 ... 1 мкс и амплитудой до 50 ... 200 кВ. Импульсный ток до 0,5 ... 1 кА. Энергия накопителя 10 ... 50 Дж. Одиночные импульсы или пачки импульсов с частотой следования импульсов 10 ... 100 Гц. Интервал между одиночными импульсами более 60 с. Длительность пачки импульсов 1 ... 10 с. Возможны альтернативные испытания для малогабаритных объектов: воздушный или контактный ЭСР непосредственно на порты СВТИ с повышенной до 10 ... 100 Гц частотой следования разрядов

Таблица 8 Параметры имитаторов ТС НСВ ЭМИ

№ п/п	Вид ТС НСВ	Основные параметры имитаторов транспортабельных (переносных) ТС НСВ
1	ТС НСВ на основе ГИН и направленных источников сверхкоротких ЭМИ	Характер воздействия: ЭМИ длительностью 1 ... 100 нс и напряженностью электрического поля 1 ... 10 кВ/м. Одиночные импульсы или пачки импульсов с частотой следования импульсов 0,1 ... 1 кГц. Интервал между одиночными импульсами более 1 с. Длительность пачки импульсов 1 ... 10 с

При испытаниях на НСВ параметры имитаторов устанавливаются в зависимости от степени жесткости испытаний для различных групп оборудования. Наиболее целесообразно ранжировать параметры имитаторов следующим образом:

Параметры имитаторов ТС НСВ по сети электропитания в зависимости от степени жесткости испытаний

Таблица 9

№ п/п	Вид ТС НСВ	Параметры ТС НСВ	Степень жесткости испытаний			
			I	II	III	IV
1	Трансформаторные ТС НСВ	Кратность перенапряжений	1,5	1,7	1,5	1,7
		Мощность ТС НСВ, кВА	10	30	50	100
		Длительность воздействия, с	30	60	30	60
2	ТС НСВ с низковольтными конденсаторами	Длительность импульса, мс	5	5	10	20
		Амплитуда тока короткого замыкания (напряжение холостого хода имитатора 1 кВ), кА	2	5	5	10
		Энергия накопителя, кДж	7	20	40	150
3	ТС НСВ с высоковольтными конденсаторами	Длительность импульса, мс	0,1	0,3	1	2
		Амплитуда тока короткого замыкания (напряжение холостого хода имитатора 3 кВ), кА	5	10	5	10
		Энергия накопителя, кДж	1	5	10	45
4	ТС НСВ с высоковольтными и низковольтными конденсаторами	Длительность основного импульса, мс	5	5	10	20
		Длительность вспомогательного импульса, мс	0,05	0,05	0,05	0,1
		Амплитуда тока короткого замыкания для основного импульса (напряжение холостого хода имитатора 1 кВ), кА	2	5	5	10
		Амплитуда тока короткого замыкания для вспомогательного импульса (напряжение холостого хода имитатора 5 кВ), кА	5	5	5	5
		Энергия накопителя, кДж	7	20	40	150
5	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Длительность импульса на нагрузке 50 Ом, нс	500	500	500	500
		Длительность фронта, нс	50	50	50	50
		Напряжение имитатора на нагрузке 50 Ом, кВ	50	250	250	250
		Энергия накопителя, Дж	20	500	500	500
6	ТС НСВ с электронным коммутатором	Длительность импульса, мкс	500	500	500	500
		Амплитуда тока короткого замыкания имитатора, кА	0,5	1	1	1
		Дополнительные параметры: импульсы тока следуют с частотой 0,1...1 кГц, длительность пачки импульсов 1 с.				

Таблица 10

Параметры имитаторов ТС НСВ по проводным линиям связи в зависимости от степени жесткости испытаний

№ п/п	Вид ТС НСВ	Параметры ТС НСВ	Степень жесткости испытаний			
			I	II	III	IV
1	ТС НСВ с низковольтными конденсаторами	Длительность импульса, мс	1,5	3	3	7
		Амплитуда тока короткого замыкания (напряжение холостого хода имитатора 1 кВ), кА	0,5	0,5	1	1
		Энергия накопителя, кДж	0,5	1	2	5
2	ТС НСВ с высоковольтными конденсаторами	Длительность импульса, мкс	50	100	150	250
		Амплитуда тока короткого замыкания (напряжение холостого хода имитатора 3 кВ), кА	2	2	4	4
		Энергия накопителя, кДж	0,25	0,5	1	2
3	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Длительность импульса на нагрузке 50 Ом, нс	250	100	100	100
		Напряжения имитатора на нагрузке 50 Ом, кВ	50	150	150	150
		Энергия накопителя, Дж	15	40	40	40
		Частота следования, Гц / длительность пачки, с	10/1	10/1	10/1	10/1

Таблица 11

Параметры имитаторов ТС НСВ по металлоконструкциям в зависимости от степени жесткости испытаний

№ п/п	Вид ТС НСВ	Параметры ТС НСВ	Степень жесткости испытаний			
			I	II	III	IV
1	ТС НСВ с низкочастотными трансформаторами	Действующее значение тока (при сопротивлении нагрузки 0,3 Ом), А	100	200	400	1000
		Габаритная мощность трансформатора, кВА	1	2,5	5	30
		Длительность воздействия, с	60	60	60	60
2	ТС НСВ с импульсными трансформаторами	Длительность импульса, мс	5	5	10	10
		Действующее значение тока (при сопротивлении нагрузки 0,3 Ом), кА	1	2	2	5
		Габаритная мощность трансформатора, кВА	2	5	20	50
3	ТС НСВ с низковольтными конденсаторами	Энергия накопителя, кДж	5	10	50	100
		Длительность импульса, мс	5	10	20	50
		Амплитудное значение тока (при сопротивлении нагрузки 0,3 Ом), кА	2	2,5	2,5	2,5
4	ТС НСВ с высоковольтными конденсаторами	Энергия накопителя, кДж	7	20	40	90
		Длительность импульса, мс	0,2	1	4	5
		Амплитуда тока (при сопротивлении нагрузки 3 Ом), кА	1,25	1,5	1,5	2,5
5	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Энергия накопителя, кДж	1	5	20	60
		Длительность импульса на нагрузке 50 Ом, нс	250	100	100	100
		Напряжения имитатора на нагрузке 50 Ом, кВ	50	150	150	150
		Энергия накопителя, Дж	15	40	40	40
5	ТС НСВ со сверхвысоковольтными конденсаторами	Частота следования, Гц / длительность пачки, с	10/1	10/1	10/1	10/1

Параметры имитаторов ТС НСВ ЭМИ в зависимости от степени жесткости испытаний

Таблица 12

№ п/п	Вид ТС НСВ	Параметры ТС НСВ	Степень жесткости испытаний			
			I	II	III	IV
1	ТС НСВ с ГИН	Длительность импульса, нс	100	100	10	10
		Напряженность импульсного электрического поля, кВ/м	1	2	5	10
		Частота следования, Гц	1	1	10	10
2	ТС НСВ с источниками субнаносекундных ЭМИ	Длительность импульса, нс	1—10	1—10	1—10	1—10
		Напряженность импульсного электрического поля, кВ/м	5	10	5	10
		Частота следования, Гц	100	100	1000	1000

Внешний вид некоторых из имитаторов ТС НСВ показан на рис.1.

Реализация стандарта требует принятия комплексных решений, которые могут быть исполнены специалистами в области ЭМТ. Подготовка таких специалистов учебными заведениями в настоящее время находится в стадии становления. Разрешению ситуации может способствовать разработанные автором лекционный курс по защите от ЭМТ и соответствующая лабораторная основа для практического изучения курса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухоруков С. А. Защита компьютерных систем от преднамеренного разрушения воздействием по сети электропитания // Конфидент, 1996. № 3, С. 73—84.
2. Сухоруков С. А. Защита информационно-вычислительных систем от намеренного силового воздействия по коммуникационным каналам // Конфидент, 1998. № 2, С. 41—47.
3. Сухоруков С. А. Защита электронного оборудования от помех в сетях электропитания // Конфидент, 1998. № 4, С. 23—29.
4. Карло Копп, Электронная бомба — оружие электрического массового поражения. <http://daily.sec.ru>, 2003, 54 с.
5. Мырова Л. О., Воскобович В. В. Воздействие сверхширокополосного импульсного электромагнитного излучения на технические средства // Технологии ЭМС, 2004. № 3, С. 25—30.
6. Воскобович В. В. Актуальность и современное состояние проблемы защиты технических средств от сверхширокополосных импульсов большой мощности // Технологии ЭМС, 2004. № 3, С. 17—24.
7. Перунов Ю. М., Фомичев К. И., Юдин Л. М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием. М.: Радиотехника, 2003, 415 с.

Рис. 1. Имитаторы ТС НСВ: а) по сети электропитания; б) по проводным линиям связи; в) по эфиру с помощью ЭМИ (на вкладке).