

Продолжение. Начало — «Силовая электроника» № 4'2018.

Как вы яхту назовете, так она и поплывет!

В первой части статьи («Силовая электроника» №4, 2018 г.) рассмотрена ситуация, существующая в научно–технической литературе и ряде нормативно–технических документов в части терминологии, применяемой в направлении техники «силовая электроника» (источники и системы электропитания) и в других смежных с ним направлениях (источники и качество электроэнергии, системы электроснабжения). Во второй части статьи данная тема продолжается относительно тех же источников электропитания и некоторых других смежных с ними направлений: электромагнитной совместимости, «интеллектуальных» силовых компонентов и надежности.

Юрий Либенко

Lib7636@rambler.ru

Прежде чем перейти к «оригинальным» определениям ряда терминов в других направлениях техники, в той или иной степени связанных с силовой электроникой, рассмотрим дополнительно к первой части данной статьи [1] определение термина «источник электропитания РЭА» из [2], который в 2008 году заменил стандарт-«долгожитель» [3]. Главным достижением нового нормативно–технического документа (НТД), как это уже было отмечено в [1], стало исключение необъяснимого словосочетания «источник вторичного электропитания» с заменой его на вышеприведенный. И тут же в определении нового термина из [2] читаем: «Источники электропитания РЭА — устройство силовой электроники, входящее в состав радиоэлектронной аппаратуры и преобразующее входную электроэнергию для согласования ее параметров с входными параметрами составных частей радиоэлектронной аппаратуры».

Во-первых, в большинстве случаев согласованию подлежат не сами параметры, а их виды и значения.

Во-вторых, в определении, скорее всего, подразумевается входная электроэнергия РЭА, поступающая от источника электроэнергии (ИЭ). Тогда определение охватывает только те источники электропитания, которые входами непосредственно подключены к входу (порту) электропитания РЭА, а выходами — к цепям электропитания ее функциональных узлов. Другие же источники питания этой РЭА, подсоединенные каскадно между выходами первых и цепями электропитания ее функциональных узлов при необходимости N-ступенчатого преобразования вида и значений параметров входной электроэнергии, под такое определение не попадают.

Исходя из этого предлагается еще раз [1] сосредоточить внимание на главном процессе — обеспечении сопряжения (адаптации) вида и значений электрических параметров ИЭ с аналогичными атрибутами цепей электропитания функциональных узлов РЭА, а название самого устройства силовой электроники заменить на давно и повсеместно применяемые в мировой практике термины «преобразователь электроэнергии» или «адаптер электропитания», в наибольшей степе-

ни отражающие техническую суть выполняемого ими процесса.

Далее рассмотрим ситуацию с некоторыми популярными терминами, давно применяемыми в таком неотъемлемом от средств силовой электроники направлении, как «электромагнитная совместимость» (ЭМС). В нем термин «электромагнитная помеха» является одним из наиболее важных и часто употребляемых. В ранее действовавшем документе [4] термин «кондуктивная электромагнитная помеха в системе электроснабжения» определен как «электромагнитная помеха, распространяющаяся по элементам электрической сети».

В заменившем его в 2013 году [5] и в ныне действующем [6], в свою очередь заменившем [5] с 2014 года, этот же термин имеет несколько другое определение: «электромагнитная помеха, распространяющаяся по проводникам электрической сети. В некоторых случаях электромагнитная помеха распространяется через обмотки трансформаторов и может действовать в электрических сетях с разными значениями напряжения. Кондуктивные электромагнитные помехи могут ухудшить качество функционирования устройств, электроустановок или вызвать их повреждение».

В плане рассматриваемого термина все три стандарта едины в одном — электромагнитное возмущение, независимо от причины его появления в распределительной электрической сети (РЭС) и степени его воздействия на оборудование потребителей электроэнергии (ПЭ), априори позиционируется как «помеха». Примерно то же можно встретить в [7], где термин «электромагнитная помеха» определен как «электромагнитное явление, процесс, которые ухудшают или могут ухудшить качество функционирования технических средств (устройств)».

Однако существуют и иные точки зрения. Например, в проекте Федерального закона об ЭМС приведено следующее: «Помеха электромагнитная — ухудшение рабочих показателей технических средств, вызванное электромагнитным возмущением. Возмущение и помеха представляют собой, соответственно, причину и ее следствие».

В зарубежной технической литературе [8] под термином «возмущение» обычно понимают сигнал источника электромагнитного явления. Если же речь идет о сигнале в точке приема (рецепторе), то для его обозначения используется термин «помеха». Для сравнения отметим, что в отечественной технической литературе в обоих случаях чаще всего применяется один и тот же термин — «помеха».

А теперь взглянем в любой известный толковый словарь и увидим (с незначительными вариациями): «Помеха — это то, что мешает чему-нибудь; то, что нарушает нормальную работу чего-нибудь». Последнее однозначно склоняет чашу весов к принятию «причинно-следственной» природы рассматриваемого вопроса, что позволяет предложить

Вывод 5

1. Электромагнитным возмущением (сигналом источника электромагнитного явления) следует считать отклонение текущего значения рассматриваемого параметра качества электроэнергии от установленного в НТД на ИЭ номинального или другого фиксированного значения. Например, в [6] в качестве таких фиксированных значений используются следующие понятия: для напряжения — «напряжение электропитания», «согласованное напряжение электропитания» и «опорное напряжение», а для частоты — «частота напряжения электропитания».
2. Как правило, технические условия и руководства по эксплуатации РЭА содержат требования, предполагающие ее нормальное функционирование при значениях параметров качества электроэнергии ИЭ в диапазонах, установленных в соответствующих НТД, то есть при их изменениях в нормативных пределах. Силовые электромагнитные воздействия (СЭМВ) со сверхнормативными значениями параметров качества электроэнергии, распространяющиеся по проводникам от ИЭ (кондуктивные СЭМВ), потенциально способны отрицательно повлиять на устойчивое функционирование РЭА или привести к ее отказу (повреждению).
3. Нормативные и сверхнормативные изменения значений параметров качества электроэнергии имеют случайный (вероятностный) характер и могут дополняться наличием и сочетанием ряда других внешних и внутренних воздействующих на РЭА факторов (условия окружающей среды, изменение режима работы, индивидуальный порог устойчивости РЭА и т. п.). Поэтому одно и то же СЭМВ на РЭА со сверхнормативными значениями параметров качества электроэнергии в одних ситуациях будет вызывать в ней помеху в виде сбоя, отказа или повреждения, а в других — нет.

Вышеперечисленные аспекты являются важными для всех видов СЭМВ, особенно преднамеренного происхождения из-за необходимости априорного выявления уязвимости защищаемой РЭА и оценки для нее реальных угроз. Пример влияния нечеткого определения термина «кондуктивная электромагнитная помеха» на принятие организационных и технических реше-

ний, направленных на снижение вероятности ее проявления в работе РЭА, будет рассмотрен далее. А пока обратим внимание на две широко используемые категории СЭМВ, традиционно позиционируемые как «помехи»: *случайные* и *преднамеренные*.

В упомянутых выше [4–6] таких терминов нет, и это понятно, поскольку данные НТД устанавливают нормы качества электроэнергии. Какие уж тут помехи, если речь идет о качестве! Для этого надо заглянуть в другие НТД, а именно в относящиеся к направлению «Защита информации». Это отдельная, сложная и разноплановая проблема, связанная с наличием множества факторов, воздействующих на информационную безопасность [9]. Среди них, несмотря на относительно небольшой удельный вес, есть и факторы в виде преднамеренных СЭМВ (ПСЭМВ), создаваемых различными злоумышленниками как направленным электромагнитным излучением, так и путем формирования и передачи энергии воздействия кондуктивным способом по информационным цепям и (или) цепям электропитания РЭА. В отличие от известных непреднамеренных силовых электромагнитных воздействий (НСЭМВ) в рамках решения задач ЭМС, описанных в зарубежных и отечественных НТД, ПСЭМВ являются значительно более целенаправленными, непредсказуемыми и ухищренными, обладающими гораздо большими значениями деструктивной энергии. При этом НСЭМВ традиционно называют «случайными».

Да, в большинстве случаев их происхождение носит случайный характер, особенно в аварийных ситуациях в РЭС и в РЭА, а также при сверхмощных атмосферных электромагнитных явлениях. С другой стороны, и ПСЭМВ для РЭА являются случайными. В этом и заключается противоборство нападения и защиты, основанное на постоянном изменении видов, времени, уровней и направления ПСЭМВ, что вызывает необходимость принятия в таких случаях дополнительных защитных мер для РЭА.

Бытует мнение о достаточности применения относительно простых и дешевых мер для реализации в полном объеме требований НТД по защите РЭА от НСЭМВ ввиду невысокой вероятности их появления. Потенциальная опасность такого мнения заключается в априорной непредсказуемости значений НСЭМВ в реальных условиях, способных превысить предельные возможности используемых при этом упрощенных защитных средств, что может привести к серьезным последствиям для РЭА и обрабатываемой ею информации (выполняемых процессов).

Рассмотрим такое понятие, как «преднамеренное прерывание напряжения электрической сети». Для многих видов электро- и радиотехнического оборудования без принятия априорных специальных мер такое явление может обернуться достаточно серьезной проблемой. Исходя из характеристики «преднамеренное», оно сразу представляется как ПСЭМВ. Фокус в том, что это понятие регламентировано в действующем НТД, устанавливающим нормы *качества (!)* электроэнергии [6]: «Прерывания напряжения относят к преднамеренным, если пользователь электрической сети информирован о предстоящем прерывании напря-

жения. Создаваемые преднамеренно прерывания напряжения, как правило, обусловлены проведением запланированных работ в электрических сетях». Понятно, что имел в виду разработчик данного НТД, но остается лишь пошутить на эту тему: «по сторонам» (то есть в содержание сопредельных НТД) все же следует смотреть! Также можно пожелать потребителям электроэнергии своевременно получать аналогичную информацию и от злоумышленников.

На основании вышеприведенного материала можно сделать

Вывод 6

Современный подход к обеспечению безопасности информации, РЭА и человеческих жизней при воздействии любого вида СЭМВ по силовым и информационным каналам на объекты критического уровня заключается в:

- экспертном анализе потенциальных угроз;
- априорной оценке масштаба возможного ущерба;
- разработке политики безопасности объекта и конкретных мероприятий на ее основе;
- реализации данных мероприятий;
- периодической оценке их достаточности в намеченный период времени.

Результат НСЭМВ, редко появляющегося, но обладающего сверхнормативными значениями параметров электроэнергии для оборудования объектов критического уровня, может быть вполне сопоставим с последствиями от ПСЭМВ. В связи с этим априорный анализ появления возможного вида СЭМВ и его результатов не должен зависеть от природы происхождения СЭМВ.

Следующий объект рассмотрения — «интеллектуальные» компоненты, устройства, сооружения и т. п. Появление и дальнейшее устойчивое применение данного понятия, относящегося к средствам силовой электроники, связано с созданием за рубежом высокотехнологичных силовых модулей IGBT, представляющих собой в основном интегрированные силовые ключи. Очередные трудности перевода, упомянутые и в [1], привели к прочному закреплению за этими ключами термина «интеллектуальные», без каких-либо попыток разобраться, в чем именно проявляются такие замечательные свойства. Синонимом являлся второй вариант: «умные» модули, также ничего не добавивший к разъяснению.

Многолетняя практика использования этих модулей различными отечественными специалистами не выявила характеристик, дополнительных к прописанным в их спецификациях и имеющих что-либо общее с «интеллектом» в его общепринятом понимании. По предположению в [10] на этот счет мнению автора к интеллектуальным техническим средствам (ТС) можно отнести те, которые без участия человека не только выполняют определенный набор функций и обеспечивают требуемые параметры в соответствии с заданным алгоритмом, но и обладают способностью адаптироваться к изменениям внешних и внутренних факторов. Таковыми могут быть значения внешних электрических и климатических параметров, внутреннего теплового режима (перегрева) и другие. В зависимости от изменений различных

условий функционирования ТС могут самостоятельно изменять в определенных пределах функции, параметры, режимы и алгоритмы работы, адаптируясь к новым условиям, при этом оперативно выбирая оптимальный вариант.

Необходимой базой для создания интеллектуальных ТС является наличие в них высокой степени автоматизации протекающих процессов, основанной на широком применении цифровых способов обработки информации, средств и элементов вычислительной техники, магистралей передачи данных, специального программного обеспечения (СПО), аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, преобразователей электрических и неэлектрических величин. В свою очередь, СПО должно создаваться на основе соответствующих алгоритмов работы ТС, предусматривающих возможность их адаптации к изменениям вышеперечисленных внешних и внутренних факторов.

Интеллектуальные ТС адаптируются к различным изменяющимся условиям за счет априорно заложеной в них избыточности структуры, функций или значений параметров. Во многих случаях это реализуется за счет избыточных возможностей СПО, реже — за счет избыточных возможностей аппаратных узлов. Согласитесь теперь, что вышеупомянутые высокотехнологичные модули IGBT, являющиеся всего лишь электронными компонентами нулевого уровня разукрупнения, сильно не «дотягивают» до звания «интеллектуальные».

Конечная продукция, созданная с их применением, потенциально обладает большими возможностями в этом направлении. Учитывая, что основной функцией средств силовой электроники является обеспечение РЭА электроэнергией с регламентированными количественными и качественными характеристиками, их интеллектуальные свойства должны быть направлены в первую очередь на решение этой задачи путем автоматической адаптации технических ресурсов к изменяющимся внешним и внутренним условиям работы [10]. В данном примере используются программный (режимы и алгоритмы работы) и аппаратный (реструктуризация, резервирование) виды избыточности.

Аналогичные приведенному примеру с модулями IGBT «неточности» и «трудности перевода» можно без особого труда найти и в документации (описании) других ТС и сооружений, что не позволяет сделать ограниченный объем данной статьи.

И в заключение перейдем к другому направлению — «Надежность» (см. л.1 и 3), также неотъемлемому от средств силовой электроники. Правда, речь здесь пойдет уже не только о самих терминах, но и о стандартах, их содержащем и чуть было не перевернувшем большинство наших прежних представлений о самом предмете (надежность), долго усваиваемом и трудно применяемом.

Сначала отметим наличие чехарды с НТД в этом направлении, схожей с вышеприведенными НТД по нормам качества электроэнергии. Был да долго жил (аксакалы помнят!) межгосударственный стандарт на основные понятия, термины и определения по надежности [11]. В 2011 году его применение на территории РФ было прекра-

щено в связи с выходом национального стандарта [12] на ту же тему. Национальным он был определен, скорее всего, только по присвоенному ему соответствующему статусу и отличительной литере «Р» в обозначении. Предположительно, он представлял собой неадаптированный перевод какого-то зарубежного НТД по данному вопросу, но читался с интересом, отличаясь от [11] своими формой и содержанием, как день от ночи. В нем было много необычных, не очень понятных, но, возможно, полезных терминов, еще и их определений (как мы столько лет, еще и со времен СССР, без всего этого обходились?). Общее впечатление — оригинал стандарта служил специальным подспорьем для юридических разборок между зарубежными изготовителями и потребителями любой промышленной продукции. Сравним определения лишь одного термина — «*неработоспособное состояние*» — в каждом из обоих стандартов.

В [11] (без учета примечания): «*состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации*».

В [12]: «*состояние изделия, по которой оно не способно выполнить требуемую функцию по любой причине*».

Для любопытных тут же имеются два поясняющих термина и их определения:

1. «*Неработоспособное состояние по внутренней причине — неработоспособное состояние изделия, по которой оно не способно выполнить требуемую функцию из-за внутренней неисправности или профилактического технического обслуживания*». Первая часть определения понятна, вторая — нет. Если изделие находится на профилактическом обслуживании, то, во-первых, оно заранее планируется (это не аварийное восстановление или ремонт!), а во-вторых, при профилактическом техническом обслуживании эксплуатация изделия не проводится, то есть никто и не ждет от него выполнения какой-либо требуемой функции.
2. «*Неработоспособное состояние по внешней причине*»: «*неработоспособное состояние изделия, по которой оно не способно выполнить требуемую функцию из-за отсутствия или нехватки внешних ресурсов*». А это — совсем интересно! Получается, если в системе электроснабжения пропало напряжение, то изготовитель системы электропитания (СЭП) РЭА должен за это отвечать. Другое дело, если по техническим условиям на СЭП предусмотрена гарантированная или бесперебойная подача преобразованной электроэнергии на РЭА в течение установленного интервала времени или постоянно. Только тогда и спрос уместен!

И тут же данную ситуацию окончательно запутывает определение другого термина из этой же «обоймы»: «*работоспособное состояние — состояние изделия, при котором оно способно выполнять требуемую функцию при условии, что предоставлены необходимые внешние ресурсы*».

Очевидно, что более «необходимого» внешнего ресурса» для работоспособной СЭП РЭА, чем

качественная электроэнергия в системе электропитания, и не сыскать. Тогда при ее отсутствии согласно [12] эта СЭП в каком техническом состоянии находится? А кому как выгодно!

Для публикации результатов разбирательства по всем терминам и определениям, приведенным в [12], пожалуй, не хватит и объема годового выпуска данного журнала. Ну и не надо, так как в связи с обращениями различных организаций и МО РФ в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии действие [12] на территории РФ с конца 2012 года было приостановлено с восстановлением применения [11] на территории РФ в качестве национального стандарта.

Причину появления [12] его создатели, скорее всего, могли бы объяснить все той же «трудностью перевода».

Общий вывод (итог)

Название данной статьи, как и известное многим выражение: «Зри в корень!», имеет непреходящее значение.

Литература

1. Либенко Ю. Как вы яхту назовете, так она и поплывет! Часть 1 // Силовая электроника. № 4. 2018.
2. ГОСТ Р 52907-2008 «Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Термины и определения».
3. ГОСТ 23413 -79 «Средства вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Термины и определения».
4. ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
5. ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
6. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
7. СО 34.35.311-2004 РАО «ЕЭС России». Стандарт организации. М., 2004.
8. Воронин А. Я., Черкасова Е. В. Непреднамеренные электромагнитные возмущения мониторов персональных компьютеров // Технологии ЭМС. 2002. № 3.
9. ГОСТ Р 51275 -2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения».
10. Либенко Ю. Н. Эволюция интеллектуализации средств вторичного электропитания // Практическая силовая электроника. 2012 г. № 2 (46).
11. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения».
12. ГОСТ Р 53480-2009 «Надежность в технике. Термины и определения».