

# Проблемы стандартизации в области микропроцессорных устройств релейной защиты

Владимир ГУРЕВИЧ,  
к. т. н.  
vladimir.gurevich@gmx.net

**В одной из предыдущих публикаций автора [1] была обоснована необходимость стандартизации технических требований к конструкции микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) и требований к их программному обеспечению. Не умаляя актуальности и значения стандартов такого рода, следует отметить, что до их разработки необходимо навести порядок с уже существующей нормативно-технической документацией и стандартами в области МУРЗ.**

## Введение

В настоящее время существуют несколько основных нормативных документов, определяющих технические требования к МУРЗ:

1. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. 1997.
2. РД 153-34.1-35.137-00. Технические требования к подсистеме технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники. 2000.
3. СТО 56947007-33.040.20. 022-20-09. Устройства РЗА присоединений 110–220 кВ. Типовые технические требования. 2009.
4. СТО 56947007-29.120.70. 042-20-10. Требования к шкафам управления и РЗА с микропроцессорными устройствами. 2010.
5. СТО 56947007-29.240.044-210. Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства. 2010.

Однако, несмотря на наличие большого количества нормативных документов, пользуясь ими, практически невозможно составить

достаточно полные, четкие и понятные технические требования на МУРЗ. Единственным документом, в котором эти требования были четко сформулированы, систематизированы и упорядочены, были «Общие технические требования... РД 34.35.310-97». Изначально срок действия этого документа был установлен два года, тем не менее он многократно продлевался в течение 15 лет. На сегодня этот документ сильно устарел: большинство стандартов, на которые он ссылается, или не существует, или заменено другими, а многие технические параметры претерпели изменения, дополнены новыми значениями и условиями.

Не лучше обстоит дело и со стандартами. Большинство стандартов РФ, изданных в 1990-х гг. и декларируемых как «аутентичные копии» того или иного стандарта Международной электротехнической комиссии (МЭК), на деле уже давно не являются таковыми, поскольку оригинальные стандарты МЭК с тех пор претерпели существенные изменения. Кроме того, согласно рекомендациям ОАО «ФСК ЕЭС», все нормы технических требований к устройствам релейной защиты сориентированы на стандарты РФ,

соответствующие стандартам МЭК группы 61000 и других групп, не являющихся специализированными в области релейной защиты. А ведь специально для релейной защиты и с учетом ее специфики ТК-95 МЭК (техническим комитетом, специализированным в области релейной защиты) разработана отдельная группа стандартов: 60255, которая активно используется ведущими мировыми производителями МУРЗ. В РФ были изданы лишь две «аутентичные копии» из этой большой группы стандартов (ГОСТ Р 51525-99 и ГОСТ Р 51516-99), но даже и на них, как правило, не дают ссылок в технических требованиях на МУРЗ. Отчасти в такой ситуации виноваты и сами составители оригинальных стандартов МЭК, записавшие в текст некоторых из этих стандартов сомнительные фразы, типа этой (рис. 1, подчеркнуто нами).

Утверждение комитета ТК-77 (группа стандартов 61000) об ограниченной возможности использования стандартов комитета ТК-95 (группы стандартов 60255) для измерительных реле и защитных устройств, применяемых в условиях электростанций и подстанций, вызывает серьезные сомнения в объективности по той простой причине, что 80–90% измерительных реле и защитных устройств предназначены для применения именно на электростанциях и подстанциях. Наши сомнения подтвердились после получения официального ответа от секретаря комитета ТК-95 г-на S. Volut с утверждением о том, что требования стандартов группы 60255 полностью соответствуют условиям эксплуатации измерительных реле и защитных устройств на электростанциях и подстанциях. Это полностью подтверждается также и сравнением между собой технических требований, изложенных в стандартах обеих групп.

В результате сложившейся ситуации производители МУРЗ записывают в докумен-

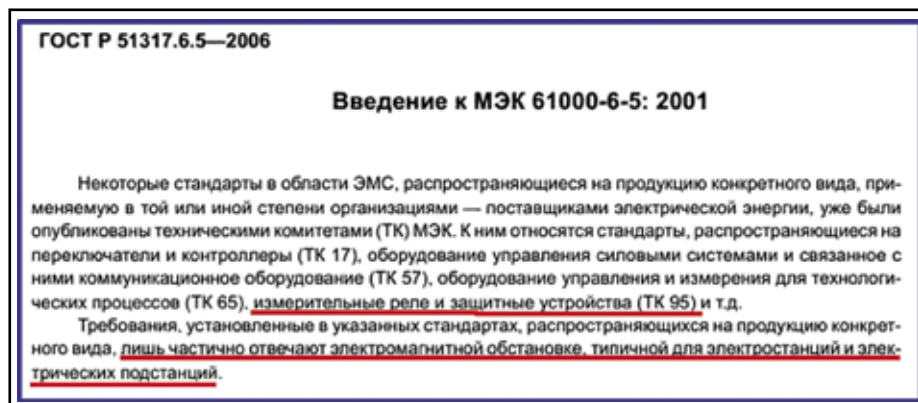


Рис. 1. Выдержка из раздела «Введение» стандарта МЭК 61000-6-5

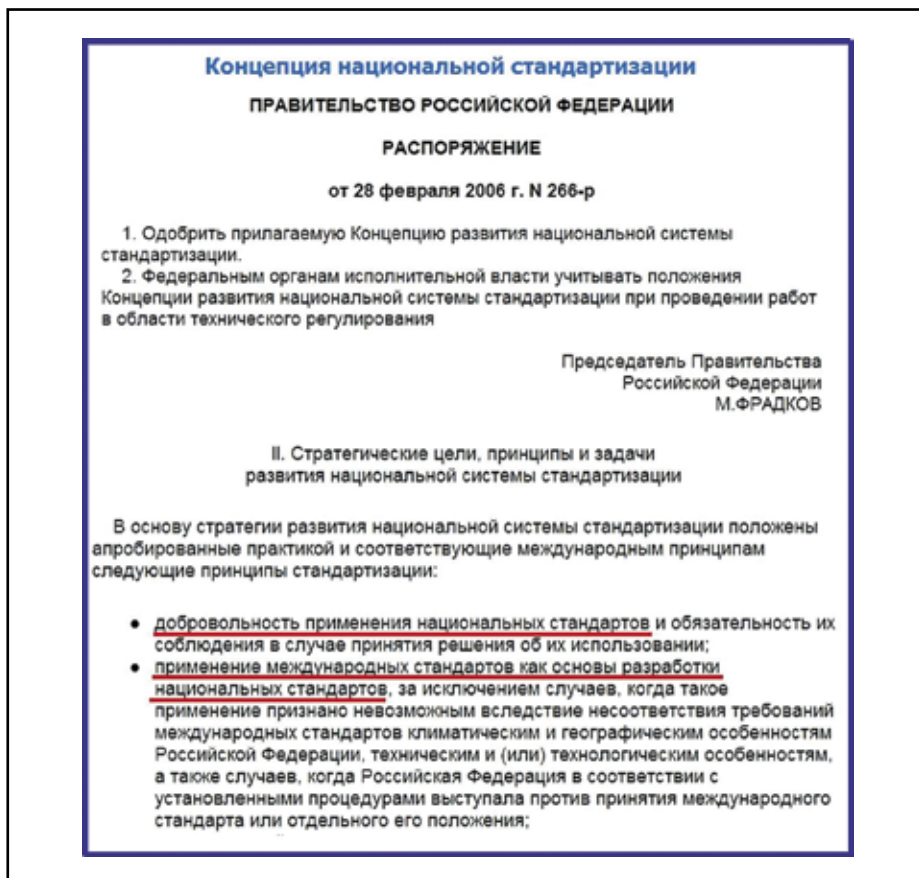


Рис. 2. Выдержка из Концепции национальной стандартизации РФ

тацию на свои изделия технические параметры в виде, мало понятном потребителю; не могут правильно, четко и полно сформулировать условия испытания своих изделий, передавая их в сертификационные центры и испытательные лаборатории. Потребитель в свою очередь не может правильно сформулировать технические требования в тендерной документации; не может сравнить между собой изделия различных производителей, технические параметры которых записаны в различной форме и содержат ссылки на разные стандарты; не может оценить, насколько записанные им требования со ссылками на одни стандарты соответствуют изделиям, в документации которых имеются ссылки на другие стандарты. Особенно актуальной эта проблема становится в связи с закупкой МУРЗ зарубежных производителей, ориентирующихся на стандарты МЭК, а не на стандарты РФ.

Запись технических параметров в спецификации многих производителей МУРЗ, а также в тендерной документации заказчика часто производится в виде ссылок только лишь на номера стандартов, без указания технических параметров, без критериев качества функционирования и даже без указания степени жесткости. Такая ссылка лишь на номер стандарта не говорит ровным счетом ничего о конкретных технических параметрах, которые даже в одном стандарте могут отли-

чаться в 2–3 раза. К сожалению, даже некоторые стандарты вместо важных технических параметров содержат лишь ссылки на другие стандарты, в которых эти параметры указаны. Все это создает большие трудности в использовании стандартов и приводит к неоправданному разнообразию в спецификациях на МУРЗ. В результате страдают все: и производитель, и потребитель МУРЗ.

Анализ десятков технических спецификаций на МУРЗ, как российских, так и всех ведущих мировых производителей, а также множества стандартов РФ, МЭК и Американского общества инженеров-электриков (IEEE) позволил составить некую универсальную базовую спецификацию, использование которой и производителями, и потребителями МУРЗ способствовало бы решению многих проблем, перечисленных выше. В основу этой спецификации положены международные стандарты группы 60255, используемые для МУРЗ в большинстве стран мира (в скобках указаны наиболее близкие, но не аутентичные стандарты РФ). Выбор в качестве базы международных, а не российских стандартов позволит сблизить позиции российских и мировых производителей МУРЗ, а также облегчит потребителям работу с МУРЗ зарубежных производителей. Немаловажным обстоятельством в пользу международных стандартов является также тот факт, что они обновляются гораздо чаще российских

и в них постоянно отражаются новые данные, полученные из практики или на основании результатов исследований. Выбор международных стандартов в качестве базовых не противоречит и Концепции национальной стандартизации (рис. 2).

### Рекомендуемая универсальная базовая спецификация для микропроцессорных устройств релейной защиты

#### Требования к контактам выходных реле

#### Коммутационные параметры (IEEE St. C37.90)

Контакты, действующие на отключение и включение силовых аппаратов:

- Номинальное напряжение — 250 В постоянного/переменного тока.
- Ток включения — 30 А, протекающий в течение 0,2 с, нагрузка активная или индуктивная ( $L/R \leq 0,04$  с).
- Ток, протекающий через замкнутые контакты: 5 А длительно.
- Отключение цепей постоянного тока:
  - 50 Вт с активной нагрузкой;
  - 25 Вт с индуктивной нагрузкой ( $L/R \leq 0,04$  с).
- Отключение цепей переменного тока:
  - 1250 В·А, коэффициент мощности 0,7.

Контакты, действующие на цепи внешней сигнализации:

- Номинальное напряжение — 250 В постоянного/переменного тока.
  - Ток включения — 5 А, протекающий в течение 0,2 с, нагрузка активная или индуктивная ( $L/R \leq 0,04$  с).
  - Ток, протекающий через замкнутые контакты: 3 А длительно.
  - Отключение цепей постоянного тока:
    - 30 Вт с активной нагрузкой;
    - 15 Вт с индуктивной нагрузкой ( $L/R \leq 0,04$  с).
  - Отключение цепей переменного тока:
    - 500 В·А, коэффициент мощности 0,7.
  - Минимальная нагрузка контактов: 20 мА при напряжении 24 В постоянного тока.
- Контакты, действующие на активацию логических входов МУРЗ:
- Номинальное напряжение — 250 В постоянного/переменного тока.
  - Минимальный коммутируемый ток — 1 мА.

#### Коммутационная износостойкость контактов выходных реле

Электрическая износостойкость для нагруженных контактов:

- 10 000 циклов для контактов, действующих на цепи внешней сигнализации и активации логических входов МУРЗ.
- 1000 циклов для контактов, действующих на отключение и включение силовых аппаратов.
- Механическая износостойкость: 100 000 циклов для всех контактов.

### Требования к параметрам электрической изоляции

Сопrotивление изоляции (МЭК 60255-5 (ГОСТ Р 50514-93)):

- >100 МОм при испытательном напряжении 500 В:
  - между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом;
  - между выводами разомкнутых контактов выходных реле.

Электрическая прочность изоляции на переменном токе промышленной частоты:

- По МЭК 60255-5 (ГОСТ Р 50514-93):
  - 2 кВ действующего значения, 50 Гц в течение 1 мин., прикладываемое между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом;
  - 1 кВ действующего значения, 50 Гц в течение 1 мин., прикладываемое между выводами разомкнутых контактов выходных реле.
- По IEEE St. C37.90:
  - 1,5 кВ действующего значения, 50 Гц в течение 1 мин., прикладываемое между выводами разомкнутых контактов выходных реле, действующих на отключение и включение силовых аппаратов.

**Примечание.** Для полупроводниковых выходов реле со встроенными элементами защиты от перенапряжений испытательное напряжение прикладывается к выходным цепям этих реле в выключенном (запертом) состоянии. Уровень испытательного напряжения не должен превышать 1,5 номинального напряжения.

Электрическая прочность изоляции на импульсном напряжении (МЭК 60255-5, степень жесткости 4):

- Три положительных и три отрицательных импульса с интервалом 5 с, амплитудой 5 кВ, формой импульса 1,2/50 мкс, с энергией импульса 0,5 Дж между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом (исключая коммуникационные порты цифровой связи).

### Требования к источнику оперативного питания

Диапазон рабочих напряжений:

- от 176 до 264 В постоянного тока, критерий качества функционирования «А».
- Пulsации в напряжении питания постоянного тока (МЭК 60255-11, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.17-2000)):
- Реле должно сохранять работоспособность, заданные параметры и программы действия без сбоев и потери данных при уровне переменной составляющей синусоидальной формы 15% от номинального значения напряжения постоянного тока.

Провалы (перерывы) питания (МЭК 60255-11, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.6.5)):

- Реле должно сохранять работоспособность, заданные параметры и программы действия без сбоев и потери данных при перерывах питания длительностью:
  - от 10 до 1000 мс (конкретное значение выбирается производителем или заказчиком) для оперативного питания постоянным током;
  - от 0,5 до 25 периодов напряжения промышленной частоты (конкретное значение выбирается производителем или заказчиком) для оперативного питания переменным током.

Время возвращения устройства в рабочее состояние после длительного перерыва питания <60 с.

### Требования по электромагнитной совместимости

Устойчивость к затухающим электрическим помехам на частоте 1 МГц (МЭК 60255-22-1, степень жесткости 3, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.12)):

- 2,5 кВ (амплитудное), 1 МГц при приложении испытательного напряжения между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом;
  - 1 кВ (амплитудное), 1 МГц при приложении испытательного напряжения к выводам одной и той же цепи (для каждой независимой цепи, исключая коммуникационные порты цифровой связи);
  - 1 кВ (амплитудное), 1 МГц при приложении испытательного напряжения между коммуникационным портом цифровой связи и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом.
- Длительность испытаний — 2 с, 6–10 затухающих колебаний за период напряжения промышленной частоты.

Устойчивость к наносекундным импульсным помехам (МЭК 60255-22-4, класс «А», критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.4-99)):

- 4 кВ (амплитудное) для всех цепей, кроме коммуникационных портов цифровой связи;
- 2 кВ (амплитудное) для коммуникационных портов цифровой связи.

Испытательное напряжение прикладывается между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом.

Частота следования импульсов в каждой пачке импульсов — 5 кГц; период следования пачек импульсов — 300 мс, продолжительность каждой пачки импульсов — 15 мс; общая продолжительность испытания — 1 мин. для каждой полярности.

Устойчивость к микросекундным импульсным помехам (МЭК 60255-22-5, степень

жесткости 3, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.5-99)):

- 2 кВ (амплитудное) при приложении испытательного напряжения между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом (кроме коммуникационных портов цифровой связи);
  - 1 кВ (амплитудное) при приложении испытательного напряжения к выводам одной и той же цепи (для каждой независимой цепи, исключая коммуникационные порты цифровой связи).
- Форма импульсов испытательного напряжения — 1,2/50 мкс.

Помехи от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (МЭК 60255-22-3, степень жесткости 3, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.3)):

- Испытания на частоте, плавно изменяющейся в диапазоне от 80 до 1000 МГц с амплитудной модуляцией глубиной 80%. Модуляция сигналом синусоидальной формы с частотой 1 кГц. Напряженность поля — 10 В/м. Дополнительные испытания на фиксированных частотах: 80, 160, 450 и 900 МГц.

Кондуктивные помехи, наведенные полями радиочастотных излучений (МЭК 60255-22-6, степень жесткости 3, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.6)):

- С напряжением 10 В (действующее) в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц с амплитудной модуляцией глубиной 80%. Модуляция сигналом синусоидальной формы с частотой 1 кГц.
- С напряжением 10 В (действующее) в диапазоне частот от 80 МГц до 2700 МГц с импульсной модуляцией.

Устойчивость к помехам на промышленной частоте (МЭК 60255-22-7, степень жесткости «А», критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.3.16)):

- 300 В (действующее) при приложении испытательного напряжения между каждой независимой цепью и всеми остальными цепями, соединенными между собой и с корпусом (кроме коммуникационных портов цифровой связи).
- 150 В (действующее) при приложении испытательного напряжения к выводам одной и той же цепи (для каждой независимой цепи, исключая коммуникационные порты цифровой связи).

Устойчивость к мощным магнитным полям (МЭК 61000-4-8, степень жесткости 5, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 50648-94)):

- напряженность поля 100 А/м, длительно;
- напряженность поля 1000 А/м в течение 3 с.

Устойчивость к импульсным магнитным полям (МЭК 61000-4-9, степень жесткости 5, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 50649-94)):

- Напряженность поля 1000 А/м, форма импульса — 8/20 мкс, 5 положительных и 5 отрицательных импульсов каждые 10 с.

Устойчивость к затухающим колебаниям магнитного поля (МЭК 61000-4-10, степень жесткости 5, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 50625-94)):

- Начальная напряженность поля 100 А/м с частотой 100 кГц и 1 МГц, пачками длительностью 2 с, во всех направлениях.

Устойчивость к излучениям цифровых устройств связи (МЭК 61000-4-3, степень жесткости 4, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.3-99)):

- Напряженность поля 30 В/м в полосах частот 800–960 МГц и 1,4–2 ГГц с амплитудной модуляцией глубиной 80%, частота модуляции — 1 кГц.

Устойчивость к электростатическим разрядам (МЭК 60255-22-2, степень жесткости 4, критерий качества функционирования «А» (ГОСТ Р 51317.4.2-99)):

- 15 кВ, разряд по воздуху, воздействующий на лицевую панель, экран, клавиатуру и открытые металлические части корпуса, кроме коммуникационных портов цифровой связи.

МЭК 60255-22-2, степень жесткости 3, критерий качества функционирования «А»:

- 8 кВ, разряд по воздуху, воздействующий на коммуникационные порты цифровой связи;
- 6 кВ, контактный разряд на все части передней панели корпуса реле защиты.

#### Климатические условия

(МЭК 60255-6)

**Примечание.** Конкретные значения могут отличаться от приведенных и должны соответствовать заданным условиям эксплуатации, транспортирования и хранения.

Температура окружающей среды:

- диапазон рабочих температур: –10...+55 °С;
  - температура в процессе хранения: –10...+65 °С;
  - температура в процессе транспортировки: –40...+85 °С.
- Относительная влажность воздуха:
- средняя годовая — 75%;
  - высокая — 95%, в течение 30 дней.
- Максимальная высота над уровнем моря — 2000 м.

#### Требования

##### по механическим воздействиям

Вибрации (МЭК 60255-21-1, степень жесткости 2):

- Вибрация, воздействующая на включенное реле: синусоидальная; с частотой, изменяющейся от 60 до 150 Гц; с ускорением 1g; скорость изменения частоты — 1 октава в мин.; по 1 циклу в каждом из трех направлений; критерий качества функционирования «А».
  - Вибрация, воздействующая на выключенное реле: синусоидальная; с частотой, изменяющейся от 60 до 150 Гц; с ускорением 2g; скорость изменения частоты — 1 октава в мин.; по 40 циклов в каждом из трех направлений.
  - Вибрация, воздействующая при транспортировке: с ускорением 2g; с частотой, изменяющейся от 10 до 500 Гц в течение 15 мин., в каждом из трех направлений.
- Толчки (МЭК 60255-21-2, степень жесткости 1):
- Толчки, воздействующие на включенное реле, полусинусоидальной формы, с ускорением 5g, длительностью 11 мс; 3 толчка в обоих направлениях по каждой из трех осей; критерий качества функционирования «А».

- Толчки, воздействующие на выключенное реле, полусинусоидальной формы, с ускорением 15g, длительностью 11 мс; 3 толчка в обоих направлениях по каждой из трех осей.

Удары (МЭК 60255-21-2, степень жесткости 1):

- Удары, воздействующие на выключенное реле: ускорение 10g, 1000 ударов, длительностью 16 мс, в каждом направлении по каждой из трех осей.

Сейсмические воздействия (МЭК 60255-21-3, степень жесткости 2, критерий качества функционирования «А»):

- по осям X и Y: ускорение 3g, амплитуда 11 мм, частота 1–50 Гц;
- по оси Z: ускорение 2g, амплитуда 7,5 мм, частота 1–50 Гц.

**Примечание.** Критерий качества функционирования «А» — условие, при котором реле сохраняет все функции защиты и управления в пределах технических норм в течение и после испытания, без сбоев и потери данных.

#### Заключение

Использование единой базовой спецификации всеми производителями и потребителями МУРЗ, дополненной, естественно, индивидуальными параметрами конкретных типов МУРЗ, будет способствовать, по нашему мнению, решению перечисленных многочисленных проблем, имеющих сегодня. ■

#### Литература

1. Гуревич В. И. Назрела необходимость стандартизации в области конструирования микропроцессорных устройств релейной защиты // Вести в электроэнергетике. 2011. № 4.