МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60255-151— 2014

РЕЛЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ЗАЩИТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Часть 151

Функциональные требования к защите от сверхтоков и/или минимального тока

(IEC 60255-151:2009, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр «Энергия» (АНО «НТЦ «Энергия») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 июня 2014 г. № 45)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 октября 2014 г. № 1462-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60255-151—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60255—151:2009 Measuring relays and protection equipment — Part 151: Functional requirements for over/under current protection (Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 151. Функциональные требования к защите от сверхтоков и/или минимального тока).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации IEC/TC 95 «Измерительные реле и защитное оборудование».

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2016

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения и цель . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Перечень функций . . . 3
4.1 Основные положения . . . 3
4.2 Количество входящей питающей энергии/питающей энергии . . . 3
4.3 Двоичные входные сигналы . . . 3
4.4 Функциональная логика . . . 3
4.5 Двоичные выходные сигналы . . . 9
4.6 Дополнительные воздействующие функции/условия . . . 9
4.7 Специфичные характеристики . . . 9
5 Перечень характеристик . . . 10
5.1 Точность взаимосвязанных количественных характеристик . . . 10
5.2 Точность взаимосвязанных времен срабатывания . . . 11
5.3 Точность взаимосвязанных времен возврата . . . 11
5.4 Временны́е (переходные) характеристики . . . 12
5.5 Требования к трансформаторам тока . . . 12
6 Методология функциональных испытаний . . . 12
6.1 Основные положения . . . 12
6.2 Определение стабильных погрешностей характеристической величины . . . 13
6.3 Определение стабильных погрешностей начала действия и времени срабатывания . . . 15
6.4 Определение стабильных погрешностей времени возврата . . . 15
6.5 Определение временно́й (переходной) характеристики . . . 16
7 Требования к документации . . . 18
7.1 Протокол типовых испытаний . . . 18
7.2 Прочие применяемые документы . . . 19
Приложение А (обязательное) Значения постоянных для определения времени срабатывания и характеристик возврата . . . 20
Приложение В (справочное) Определение времени возврата реле, имеющего только выход для срабатывания . . . 21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам . . . 22
Библиография . . . 23

Введение

Настоящий стандарт является одной из частей серии межгосударственных стандартов, разрабатываемых на базе международных стандартов серии IEC 60255 на электрические реле измерения, контроля и управления. Настоящий стандарт относится к стандартам на измерительные реле.

Целями настоящего стандарта являются:

- установление единых требований к характеристикам и снятие проблем вследствие разницы между различными стандартами применительно к измерительным реле, выполняющим функции реализации защиты оборудования от сверхтоков или отключения цепи при минимально допустимых токах;
- достижение унифицированного подхода в международном производстве к измерительным реле и защитному оборудованию.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования безопасности, предъявляемые к измерительным реле и защитному оборудованию. В качестве основы использованы положения из общих стандартов по безопасности с дополнением специфичных требований к измерительным реле и защитному оборудованию.

Настоящий стандарт может быть использован при подтверждении соответствия измерительных реле техническим регламентам на низковольтное оборудование.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

РЕЛЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ЗАЩИТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Часть 151

Функциональные требования к защите от сверхтоков и/или минимального тока

Measuring relays and protection equipment. Part 151. Functional requirements for over/under current protection

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения и цель

Настоящий стандарт устанавливает минимальные требования к токовым реле сверхтока и минимального тока. Настоящий стандарт включает в себя определение функций защиты, характеристик измерений и времени возврата.

Настоящий стандарт определяет воздействующие факторы, которые влияют на точность характеристик в условиях стабильного состояния и их исполнение в период динамических изменений. Методология испытаний для подтверждения характеристик и точности их исполнения также рассматривается настоящим стандартом.

Настоящий стандарт рассматривает следующие функциональные характеристики в области сверхтоков и минимальных токов:

	[1], функциональный код	[2], логический код
Период мгновенной защиты от сверхтоков	50	PIOC
Период выдержки срабатывания защиты от сверхтоков	51	PTOC
Мгновенная защита тока замыкания на землю	50N/50G	PIOC
Выдержка срабатывания защиты от замыкания на землю	51N/51G	PTOC
Обратнозависимая характеристика защиты от сверхтоков или защита от небаланса тока	46	PTOC
Период защиты от низкого тока	37	PTUC
Защита от сверхтока, зависимая от напряжения	51V	PVOC

Настоящий стандарт не рассматривает тепловые электрические реле по [3]. Основные требования к измерительным реле и защитному оборудованию указаны в IEC 60255-1.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60050—447 International Electrotechnical Vocabulary — Part 447: Measuring relays (Международный электротехнический словарь. Глава 447. Измерительные реле)

IEC 60255—1 Measuring relays and protection equipment — Part 1: Common requirements (Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 1. Общие требования)

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **теоретическая кривая зависимости времени от характеристической величины** (theoretical curve of time versus characteristic quantity): Кривая, представляющая зависимость между теоретическим заданным временем срабатывания и характеристической величиной.

3.2 **кривая максимальных и минимальных пределов времени срабатывания** (curves of maximum and minimum limits of the operate time): Кривые зависимостей с допустимым отклонением каждой между теоретическими максимальным и минимальным временем срабатывания и характеристическими величинами.

3.3 **значение уставки (начальное) характеристической величины (G_S)** [setting value (start) of the characteristic quantity (G_S)]: Значение уставки, применяемое для определения теоретической кривой времени, в зависимости от характеристической величины.

3.4 **пороговое значение (G_T)** [threshold value of the characteristic quantity (G_T)]: Наибольшее и наименьшее значения входной характеристической величины для зависимых от времени характеристик, при которых реле сверхтока и минимального тока гарантированно срабатывают.

3.5 **время начала** (start time): Длительность интервала времени между состоянием, когда характеристическая величина измерительного реле, находящегося в начальном или исходном состоянии, изменяется в заданных условиях, до момента, когда появляется начальный сигнал.

3.6 **время срабатывания** (operate time): Длительность интервала времени между состоянием, когда входная воздействующая или характеристическая величина измерительного реле, находящегося в начальном или исходном состоянии, принимает в заданных условиях определенное значение, до момента, когда реле завершает срабатывание.

[IEV 447-05-05]

3.7 **время трогания** (disengaging time): Длительность интервала времени от момента начала изменения значения количества энергии входной характеристической величины, от которой реле расцепляется, до момента наступления состояния расцепления.

[IEV 447-05-10]

3.8 **время возврата** (reset time): Длительность интервала времени от момента, когда характеристическая величина измерительного реле, находящегося в условиях срабатывания, изменяется в определенных условиях, до момента, когда реле возвращается в исходное состояние.

[IEV 447-05-06]

3.9 **время обратимости воздействия** (overshoot time): Разница между временем срабатывания реле при заданном значении входной воздействующей величины и максимальной длительностью ее воздействия, когда при внезапном ее снижении (для реле сверхтока)/возрастании (для реле минимального тока) до заданного значения, ниже (для реле сверхтока)/выше (для реле минимального тока) которого значение уставки недостаточно для того, чтобы вызвать срабатывание.

3.10 **регулируемая уставка времени (*TMS*)** [time multiplier setting (*TMS*)]: Значение уставки, характеризующее фактор регулировки, которое может быть применено изготовителем для теоретической кривой зависимости времени от характеристической величины.

Примечание — Это фактически означает регулировку времени срабатывания. Эта регулировка *TMS* фактора обычно выражается как кратная единице. Предпочтительное значение уставки *TMS* для представляемых характеристик реле равно значению 1,0.

3.11 **порог времени независимого срабатывания (G_D)** [threshold of independent time operation (G_D)]: Значение характеристической величины, при которой характеристика времени срабатывания реле изменяется с зависимой на независимую от значения характеристической величины.

3.12 **коэффициент возврата** (reset ratio): Соотношение между точкой, когда реле прекращает действие срабатывания (старта) (сигнал начала меняется из положения «ON» на положение «OFF»), и фактическим стартовым током.

Примечание — Обычно это выражается в процентах, так, для сверхтока коэффициент возврата составляет менее 100 %, а для минимального тока — более 100 %.

3.13 **кратковременный всплеск воздействия** (transient overreach): Измеренный эффект воздействия апериодической составляющей начального сигнала функционального элемента. В основном результатом воздействия данной апериодической составляющей на реле является выход тока за пределы значения уставки или, применительно к терминологии реле сверхтока, срабатывание происходит при значении переменного тока, ниже установленного порога срабатывания.

4 Перечень функций

4.1 Основные положения

Защитные функции реле, как входящие, так и выходящие, элементы измерений, характеристики выдержки времени и функциональная логика работы реле представлены на рисунке 1. Изготовитель должен представить функциональные блоки диаграмм выполнения защиты.

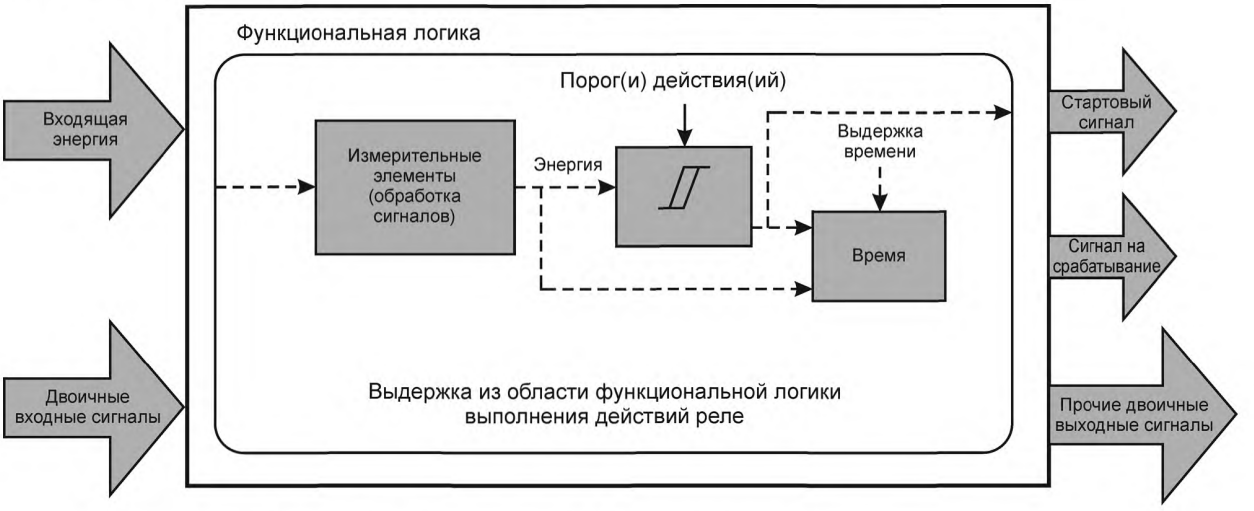

Рисунок 1 — Функциональный блок диаграмм выполнения защиты

4.2 Количество входящей питающей энергии/питающей энергии

Количество входящей питающей энергии измеряется величинами составляющих сигналов, т. е. токов и напряжений, если необходимо. Их уровень и подходящий для этого стандарт указаны в IEC 60255-1. Входящая питающая энергия может приходить в форме преобразованных волн тока и напряжения или в виде данных через коммуникационный порт в форме соответствующего протокола (см. [4]).

Входящая питающая энергия, применяемая для функции защиты, не требуется для постоянного тока на вторичной стороне трансформаторов тока. Следовательно, в технической документации на измерительные реле должен быть указан тип питающей энергии, применяемой для функции защиты, например:

- измеренный сигнал тока фазы;
- измеренный трехфазный ток;
- измеренный ток нейтрали или дифференциальный ток;
- измеренная положительная, отрицательная или нулевая последовательность тока.

Должен быть установлен способ измерения питающей энергии, например измерение:

- действующего значения сигнала;
- действующего значения основной составляющей сигнала;
- действующего значения специфичной составляющей гармоники сигнала;
- пикового значения сигнала;
- мгновенного значения сигнала.

4.3 Двоичные входные сигналы

Если применяются любые двоичные входные сигналы (управляющие внешние или внутренние), то их воздействие на функцию защиты должно быть отражено с помощью функциональной логической диаграммы. Дополнительные текстовые описания также должны пояснять функциональность входящих сигналов и их применение по назначению.

4.4 Функциональная логика

4.4.1 Характеристики срабатывания

4.4.1.1 Основные положения

Зависимость между временем отключения и характеристической величиной должна быть представлена в виде характеристической зависимости. Эта зависимость должна быть представлена изготовителем в виде описания посредством уравнения (предпочтительно) или графика.

Стандарт устанавливает два типа характеристик зависимости времени:

- независимую (т. е. определенную временем выдержки);
- зависимую (т. е. обратно пропорциональную времени выдержки).

Временная характеристика определяется временем срабатывания как длительность от момента состояния, когда входящая энергия превышает значение уставки G_S, и до момента, когда реле срабатывает.

4.4.1.2 Независимая характеристика времени

Независимая характеристика времени определяется терминами, определяющими значение уставки характеристической величины (G_S) и время срабатывания t_{op}. Если применяется независимая выдержка времени, то реле времени с данной выдержкой обозначают как реле мгновенного срабатывания.

Для реле сверхтока $t(G) = t_{op}$, когда $G > G_S$. Независимая характеристика времени реле сверхтока представлена на рисунке 2.

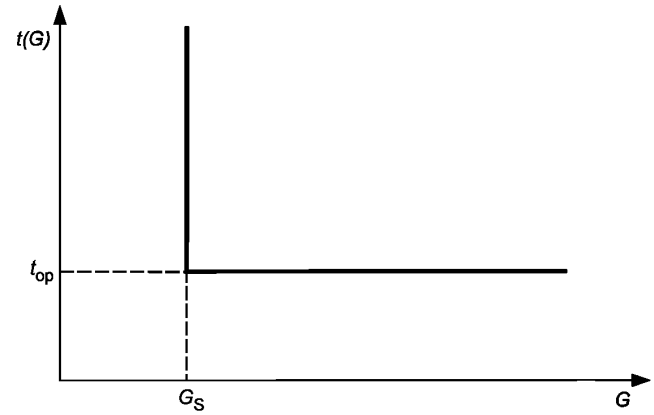

Рисунок 2 — Независимая характеристика времени реле сверхтока

Для реле минимального тока $t(G) = t_{op}$, когда $G < G_S$. Независимая характеристика времени реле минимального тока представлена на рисунке 3.

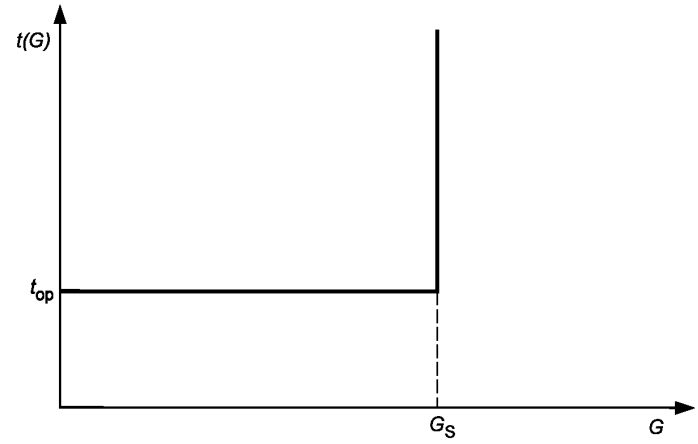

Рисунок 3 — Независимая характеристика времени реле минимального тока

4.4.1.3 Зависимая характеристика времени

Зависимая характеристика времени применяется только для реле сверхтока.

Для реле с зависимой характеристикой времени зависимость времени вычисляется по формуле

$$t(G) = TMS\left[\frac{k}{\left(\frac{G}{G_S}\right)^{\alpha} - 1} + c\right], \quad (1)$$

где $t(G)$ — теоретическое время срабатывания в с, при постоянном значении G;
k, c, α — постоянные, характеризующие выбор зависимости;
G — измеренное значение характеристической величины;
G_S — значение уставки (см. 3.3);
TMS — регулируемая уставка времени (см. 3.10).

Постоянные k и c имеют размерность в с, постоянная α не имеет размерности.

Графическая зависимая характеристика времени приведена на рисунке 4.

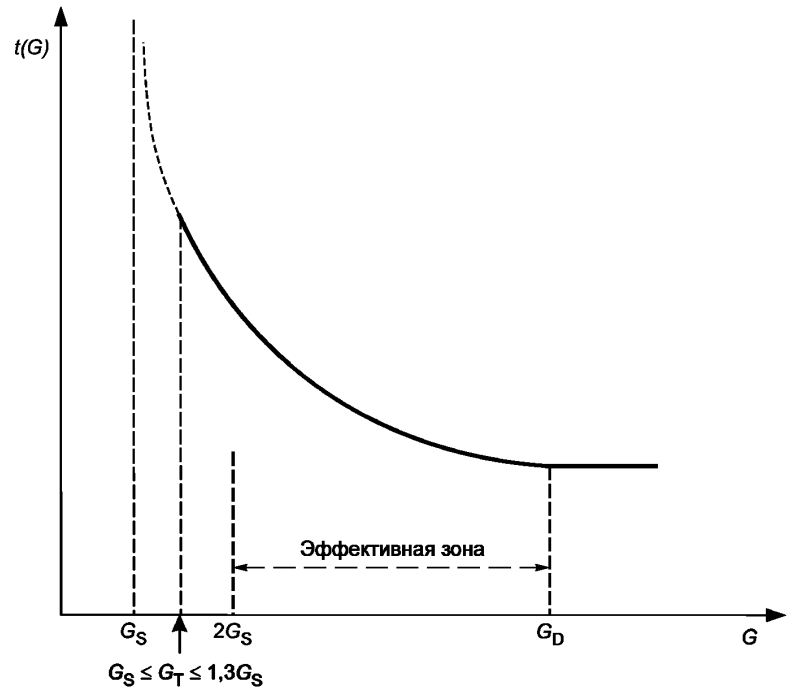

Рисунок 4 — Зависимая характеристика времени

Эффективная зона зависимости времени от характеристической величины расположена между значениями 2 G_S и G_D. Минимальное значение G_D равно 20-кратному значению величины уставки G_S. Изготовитель должен указать величину этой уставки. Для значения уставки, бóльшей чем указанная величина, изготовитель должен указать величину G_D.

Для гарантированного срабатывания реле пороговое значение G_T ниже значения входящей энергии. Величина G_T расположена между значениями G_S и 1,3 G_S. Это значение должно быть определено изготовителем.

Зависимая характеристика должна иметь установленное минимальное время срабатывания. Это требование может быть установлено путем назначения выдержки времени для токов выше уровня питающей энергии. Взамен этого изготовитель может изготавливать реле с зависимой характеристикой и прекращением работы при уровне питающей энергии, превышающей специфичное значение величины G_D/G_S, что описано следующей формулой

для $G > G_D$

$$t(G) = TMS \left[\frac{k}{\left(\frac{G_D}{G_S}\right)^{\alpha} - 1} + c \right], \quad (2)$$

где G_D — уровень характеристической величины при прекращении зависимой характеристики и начале независимой характеристики времени (переходе характеристик) (см. 3.11);

$t(G)$ — теоретическое время срабатывания в с при постоянном значении G;

k, c, α — постоянные, характеризующие выбор зависимости;

G — измеренное значение характеристической величины;

G_S — значение уставки (см. 3.3);

TMS — регулируемая уставка времени (см. 3.10).

Для формул (1) и (2) имеются шесть характеристик (кривых), обозначенных как A, B, C, D, E и F, для которых в приложении А приведены соответствующие коэффициенты. Изготовитель должен указать, что эти характеристики выполнимы, и привести значения G_D и G_T.

Условия повреждения силовой системы питания определяют время-токовую зависимость. Для условий координации между реле с зависимой характеристикой и данными условиями поведение реле должно обеспечивать зависимость, приведенную в следующей формуле

для $G > G_S$

$$\int_0^{T_0} \frac{1}{t(G)} \mathrm{d}t = 1, \quad (3)$$

где T_0 — время срабатывания, изменяемое величиной G;

$t(G)$ — теоретическое время срабатывания в с при постоянном значении G;

G — измеренное значение характеристической величины.

Время срабатывания определяется как изменяющееся время, когда интеграл в формуле (3) равен или более 1.

4.4.2 Характеристики возврата

4.4.2.1 Общие положения

Для применения реле в случаях часто повторяющихся повреждений или в целях быстрой ликвидации повреждений изготовитель должен привести характеристики возврата реле. Различные характеристики возврата могут быть применены в зависимости от уставок реле и от того, связан элемент со срабатыванием или нет. Рекомендованные характеристики возврата приведены ниже.

Если компенсированное измеренное собственное время (время трогания) входит в длительность времени возврата, то изготовитель должен об этом сообщить.

4.4.2.2 Непреднамеренная выдержка возврата

Для значения G, меньшего чем коэффициент возврата, умноженный на G_S, реле должно возвращаться в исходное состояние с непреднамеренной выдержкой, указанной изготовителем. Такая функция возврата может применяться в реле с зависимой и независимой характеристиками времени.

4.4.2.3 Заданное время возврата

В основном данная характеристика возврата применяется в защите от сверхтоков.

Для значения G, меньшего чем коэффициент возврата, умноженный на G_S, реле должно возвращаться в исходное состояние после определенного времени возврата t_r. В течение времени возврата элементы должны сохранять состояние, определяемое по

$$\int_0^{T_P} \frac{1}{t(G)} \mathrm{d}t$$

при t_p, имеющем короткий период, в течение времени, когда $G > G_S$. Если в течение времени возврата характеристическая величина превышает G_S, то время возврата t_r определяется как среднее значение между его нулевым значением и элементами продолжительности нормального начала срабатывания с оставшимся значением времени.

В следующий период $G > G_S$ для накопления действия срабатывания реле должно сохранять состояние срабатывания для периода времени возврата при снижении оперативного количества энер-

гии ниже G_S, что следует из рисунка 5. Взамен этого реле с непреднамеренной выдержкой далее может повторять состояние возврата при снижении оперативного количества энергии ниже G_S после срабатывания реле, что следует из рисунка 6.

Такая функция возврата может применяться в реле с зависимой и независимой характеристиками времени. Графическое представление этих характеристик, поясняющих время возврата реле, изображено на рисунках 5 и 6 для частных элементов и срабатывания в целом.

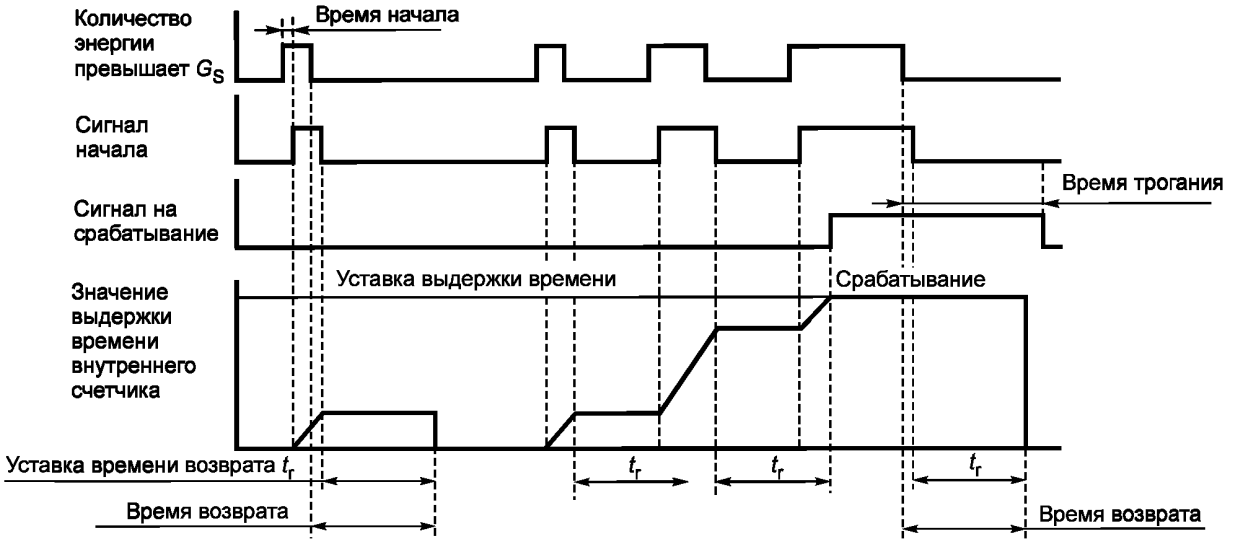

Рисунок 5 — Характеристика, поясняющая время возврата реле

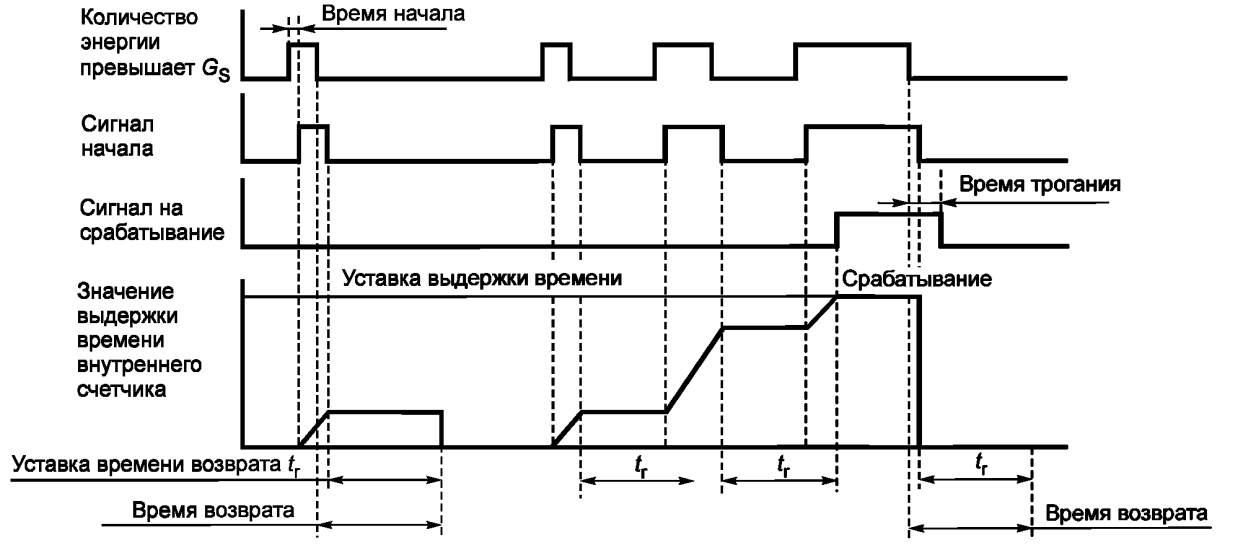

Рисунок 6 — Характеристика, поясняющая время возврата реле
(альтернативное решение мгновенного возврата после срабатывания реле)

4.4.2.4 Зависимое время возврата

В основном данная характеристика возврата применяется для защиты от сверхтоков.

В следующие $G > G_S$ для кратковременного периода t_p (предполагается, что t_p меньше времени срабатывания) значение I_{tp} определяет интеграл по времени t_p.

$$I_{tp} = \int_0^{t_p} \frac{1}{t(G)}\,dt \text{ [см. формулу (3)].} \quad (4)$$

Далее время t_p, если G меньше чем коэффициент возврата, умноженный на G_S, вычисляется по следующей формуле

$$I_{tp} - \int_0^{T_R} \frac{1}{t_R(G)}\, dt = 0, \tag{5}$$

где T_R — время возврата.

Интегрирование времени начала, если G меньше чем коэффициент возврата, умноженный на G_S, $t_R(G)$, производится по формуле

$$t_R(G) = TMS \left[\frac{t_r}{1 - \left(\frac{G}{G_S} \right)^{\alpha}} \right], \tag{6}$$

где t_r — зависимая уставка времени возврата в с (время, необходимое для полного возврата с завершенного срабатывания, когда характеристическая величина $G = 0$ и $TMS = 1$);

α — постоянная, характеризующая выбор зависимости;

G — измеренное значение характеристической величины;

G_S — значение уставки (см. 3.3);

TMS — регулируемая уставка времени (см. 3.10).

Для кривых A, B, C, D, E и F предварительно установленное значение t_r должно соответствовать указанному в приложении А.

Рисунок 7 иллюстрирует эффект зависимости времени возврата от встроенного (внутреннего) счетчика временной задержки. В следующие $G > G_S$ для периода накопления действия срабатывания реле, когда происходит уменьшение оперативного количества энергии ниже G_S, реле должно вернуться в состояние возврата после периода времени $t_R(G)$. Альтернативно реле с непреднамеренной выдержкой далее может повторять состояние возврата в соответствии с диаграммой, приведенной на рисунке 8. Должен быть описан характер возврата реле после срабатывания.

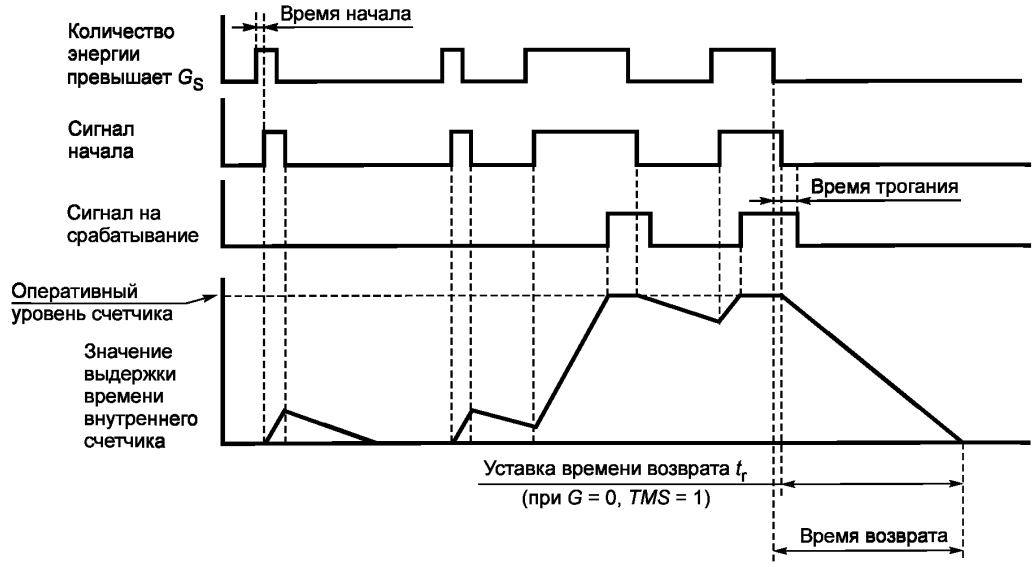

Рисунок 7 — Зависимая характеристика времени возврата

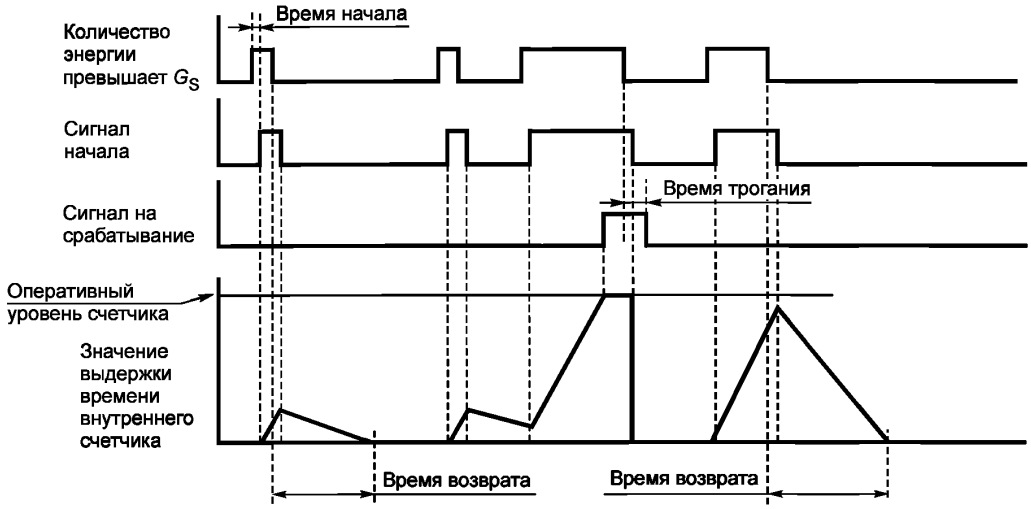

Рисунок 8 — Зависимая характеристика времени возврата (альтернативное решение мгновенного возврата после срабатывания реле)

4.5 Двоичные выходные сигналы

4.5.1 Сигнал начала

Сигнал начала — это выходной сигнал измерительных и пороговых элементов без какой-либо преднамеренной выдержки времени. Если сигнал начала не предусматривается, то изготовитель должен предоставить информацию о том, каким образом проводить испытания, связанные с сигналом начала, как предусмотрено в разделе 6.

4.5.2 Сигнал срабатывания

Сигнал срабатывания — это выходной сигнал измерительных и пороговых элементов после завершения любой преднамеренной выдержки времени. В случае скоротечных одновременных процессов данный сигнал может иметь общее время с сигналом начала.

4.5.3 Другие двоичные выходные сигналы

Если любой двоичный выходной сигнал пригоден для применения, то метод его воздействия должен быть представлен на функциональной логической диаграмме. Дополнительные текстовые описания также должны пояснять функциональность выходных сигналов и их применение по назначению.

4.6 Дополнительные воздействующие функции/условия

Изготовитель должен указать любые специфичные алгоритмы, осуществляемые реле, например:

- нечувствительность к росту тока;
- холодный пуск нагрузки;
- нечувствительность к ложному дифференциальному току вследствие насыщения тока фазы трансформатора (когда дифференциальный ток измеряется в трехфазных трансформаторах тока);
- особенности задержки вторичных гармоник.

Изготовитель должен предоставить информацию о данных специфичных характеристиках.

4.7 Специфичные характеристики

Значение уставки (сигнала начала) защиты от сверхтоков, зависимой от напряжения, определяется в зависимости от измеренного напряжения (межфазного или линейного). Установленная уставка равна первоначальной уставке G_S, умноженной на коэффициент β, определенной двумя следующими характеристиками, как показано на рисунках 9 и 10. Напряжение U, приложенное к реле, и номинальное напряжение U_n приведены в приложении В. Изготовитель должен указать значения $k1$, $k2$, $k3$ и $k4$.

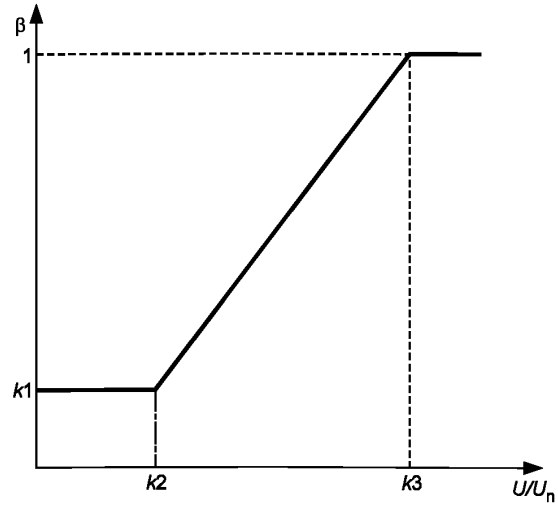

Рисунок 9 — Характеристика ограничения напряжения

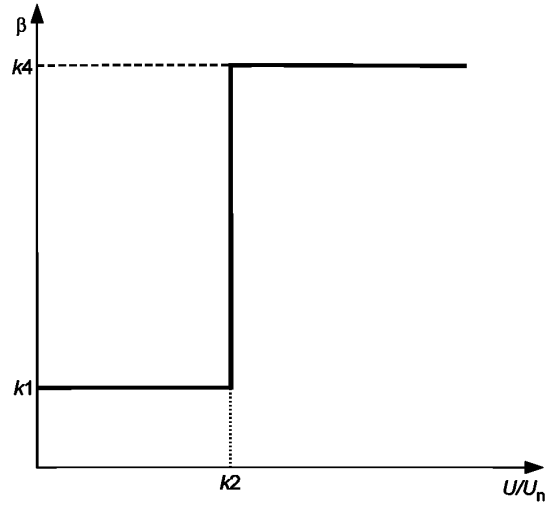

Рисунок 10 — Характеристика управляющего напряжения

Для срабатывания управляющим напряжением предпочтительные значения $k4$ равны 1 и бесконечности (∞).

5 Перечень характеристик

5.1 Точность взаимосвязанных количественных характеристик

Для реле с зависимой и независимой характеристиками времени точность взаимосвязанной характеристической величины должна быть указана изготовителем в виде начальных значений. Дополнительно для электромеханических реле, зависимых от времени, минимальное значение срабатывания G_T не должно быть более 1,3-кратного значения уставки G_S.

Для реле с зависимой и независимой характеристиками времени изготовитель должен указать количественные характеристики уровня возврата.

Для реле с зависимой и независимой характеристиками времени изготовитель должен указать точность характеристической величины для всех значений уставок, при которых она применяется. Дополни-

тельно изготовитель также должен указать характеристики элементов при условиях высокого значения тока повреждения (предельную термическую стойкость в виде величины тока, кратного номинальному току, например ток, 100-кратный к номинальному току).

Для функций элементов, зависимых от напряжения, изготовитель должен дополнительно указать точность, связанную с напряжением. В порядке исключения комбинации изменений характеристической величины и напряжения достаточно указать точность зависимости напряжения при уровне указанного напряжения для одного из данных значений G_S при номинальном токе I_N.

5.2 Точность взаимосвязанных времен срабатывания

Для реле с независимой характеристикой времени максимально допустимая погрешность указанного времени срабатывания должна быть указана одним из следующих вариантов в виде:

- процентов от значения уставки времени, или

- процентов от значения уставки времени с учетом фиксированной максимальной ошибки времени (когда она превышает процентное значение), принимается бóльшее значение, например ±5 % или ±20 мс, в зависимости от того, что больше, или

- фиксированной максимальной погрешности времени.

Для реле с зависимой характеристикой выдержки времени рекомендованная предельная погрешность определяется установленной изготовителем погрешностью, которая может иметь множество значений в зависимости от значений характеристической величины. Для реле с падающей функцией времени значение заданной погрешности должно быть указано в процентах от теоретического времени при максимальном пределе эффективной зоны характеристики зависимости от времени. Рекомендованная предельная погрешность должна быть указана одним из следующих вариантов:

- теоретическая кривая времени, нанесенная поверх эффективной зоны характеристики зависимости от времени на множество значений уставки характеристической величины, ограниченная двумя кривыми, представляющими минимальный и максимальный пределы ограничения погрешности, или

- заданная погрешность при максимальном пределе эффективной зоны характеристики зависимости от времени, уточненная установленными факторами для различных значений характеристической величины в пределах эффективной зоны характеристики зависимости от времени, как указано в таблице 1.

Таблица 1 — Поправочные коэффициенты на предельную погрешность времени срабатывания

Значение характеристической величины, кратное значению уставки G_S	2—5	5—10	10—G_D
Предельное значение погрешности, кратное установленной погрешности	2,5	1,5	1,0

Для реле с зависимой и независимой характеристиками времени изготовитель должен установить максимальную предельную погрешность, связанную с временем срабатывания, с учетом установленной выдержки времени, если это применимо.

Изготовитель должен указать, если измеренное собственное время (время трогания) и время срабатывания выходного контакта входят в длительность уставки времени возврата или если это дополнительное время к длительности уставки времени возврата.

5.3 Точность взаимосвязанных времен возврата

Для реле с непреднамеренной выдержкой возврата изготовитель должен указать время возврата по элементам.

Для реле с установленной выдержкой возврата максимально возможная погрешность установленного времени возврата должна быть указана одним из следующих вариантов в виде:

- процентов от значения уставки выдержки времени, или

- процентов от значения уставки выдержки времени с учетом фиксированной максимальной ошибкой времени (когда она превышает процентное значение), принимается бóльшее значение, например ± 5 % или ± 20 мс, в зависимости от того, что больше, или

- фиксированной максимальной погрешности времени.

Для реле с зависимой характеристикой выдержки времени рекомендованная предельная погрешность определяется установленной изготовителем погрешностью, которая может иметь множество значений в зависимости от значений характеристической величины. Для реле с падающей функцией времени значение заданной погрешности должно быть указано в процентах от теоретического времени

при заданных условиях. Максимально возможная погрешность может быть указана одним из следующих вариантов:

- теоретическая кривая времени, нанесенная поверх эффективной зоны характеристики зависимости от времени на множество значений уставки характеристической величины, ограниченная двумя кривыми, представляющими минимальный и максимальный пределы ограничения погрешности, или
- заданная погрешность, заявленная при заданных условиях, уточненная установленными факторами для различных значений характеристической величины, как указано в таблице 2.

Таблица 2 — Поправочные коэффициенты на предельную погрешность времени возврата

Значение характеристической величины, кратное значению уставки G_S	0,8—0,4	0,4—0,2	0,2—0,1
Предельное значение погрешности, кратное установленной погрешности	2,5	1,5	1,0

Изготовитель должен установить максимальную предельную погрешность, связанную с временем возврата, с учетом установленной выдержки времени, если это применимо.

Изготовитель должен указать, если измеренное собственное время (время трогания) входит в длительность уставки времени возврата или если это дополнительное время к длительности уставки времени возврата.

5.4 Временны́е (переходные) характеристики

5.4.1 Кратковременные всплески воздействия

Для реле защиты от сверхтока с независимой выдержкой времени изготовитель должен указать значение ошибки старта (G_S) в процентах от эффекта приложения апериодической составляющей максимального значения, проявляющегося в системах питания, имеющих уровень отношения *X/R* выше 120 (начальное значение постоянной времени 380 мс при частоте переменного тока 50 Гц или 320 мс при частоте 60 Гц).

5.4.2 Время обратимости воздействия

Изготовитель должен указать время обратимости воздействия.

5.4.3 Реакция к временны́м изменениям значения характеристической величины

Для гарантии координации реле, связанных с временем срабатывания, должны быть испытаны характеристики изменений в условиях токов повреждения (изменения характеристической величины в зависимости от времени). Изготовитель должен указать любые дополнительные погрешности, но во всех случаях дополнительная погрешность не может превышать 15 %.

5.5 Требования к трансформаторам тока

Изготовитель должен предоставить информацию по классам и типоразмерам трансформаторов тока (со ссылкой на стандарты серии [5]).

6 Методология функциональных испытаний

6.1 Основные положения

Испытания, описанные в настоящем разделе, являются типовыми. Данные испытания должны быть проведены в целях проверки выполнения всех функций составными частями и программным обеспечением защитных реле минимального/максимального тока. Части, имеющие выходные токи, должны быть связаны с каждым вводным зажимом трансформатора тока реле или с эквивалентным сигналом соответствующего интерфейса. Аналогично срабатывание должно проверяться через все возможные выходные контакты или от эквивалентного выходного сигнала соответствующего интерфейса.

Если невозможно измерить результат прохождения сигнала от выхода до входа, то изготовитель должен указать точку приложения характеристической величины и сигнал интерфейса, применяемые для измерения. Для реле, где уставка определяется уровнем тока трансформатора, начальное значение может быть выбрано проведением испытаний.

В целях определения точности реле в стабильных условиях выходящая характеристическая величина должна быть синусоидальной формы номинальной частоты и ее амплитуда должна изменяться в соответствии с требованиями к испытаниям.

Некоторые испытания, проводимые в соответствии с настоящим разделом, могут объединяться для оптимизации процесса испытаний. Рассмотрение технологии проведения испытаний дает возмож-

ность уменьшить число испытательных точек в пределах диапазона и применяемого шага имеющихся уставок. Однако должны быть применены отмеченные испытательные точки или близко расположенные уставки, если нет возможности установить точные значения.

При испытаниях, проводимых в соответствии с настоящим разделом, примененные испытательные уставки выражаются в процентах доступного уровня от 0 % имеющейся минимальной доступной уставки до 100 % имеющейся максимальной доступной уставки. Аналогично 50 %-ное значение представляет собой среднюю точку имеющегося диапазона уставки. Применяемые действующие уставки должны быть рассчитаны по следующей формуле

$$S_{AV} = (S_{MAX} - S_{MIN})^X + S_{MIN},$$

где S_{AV} — примененное при испытании значение действующей уставки;

S_{MAX} — максимально доступное значение уставки;

S_{MIN} — минимально доступное значение уставки;

X — выраженное в процентах значение для испытательной точки в соответствии с методологией испытаний (см. таблицы 3—6).

Например для уставки тока срабатывания, приведенной в таблице 5, диапазон уставок составляет 0,1—4,0 А. Примененные уставки тока срабатывания могут иметь значения 0,10; 2,05; 4,00 А.

Следующий подраздел раздела относится к номинальному току реле, обозначаемому как I_n.

6.2 Определение стабильных погрешностей характеристической величины

6.2.1 Точность значения уставки (начала действия)

В целях определения точности величины уставки характеристическая величина G_S (ее амплитуда) должна быть медленно изменена и стартовый выходной элемент должен выдать команду для срабатывания. Для максимальной токовой защиты характеристическая величина должна быть увеличена в соответствии со следующими условиями:

- воздействующее значение характеристической величины должно быть, по крайней мере, ниже на величину двухкратного значения уставки заданной точности элемента;
- ступени подъема должны быть в 10 раз меньше заданной точности элемента;
- ступени времени должны быть выше двухкратного значения времени начала и не должны быть более пятикратного заданного значения времени начала.

Пример — Если значения уставки равны 1 А, погрешности — ±10 % и время начала — 20 мс, то начальное стартовое значение должно быть равно 0,8 А, шаг изменения тока — 0,01 А с шагом времени начала от 40 до 100 мс.

Для минимальной токовой защиты характеристическая величина должна быть уменьшена от начального значения. При этом начальное значение должно быть, по крайней мере, выше на величину двухкратного значения уставки заданной точности элемента. Ступени изменения воздействующей величины аналогичны процессам при максимальной токовой защите.

Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для оценки характеристик во всем диапазоне элементов уставок, но как минимум 10 точек должны быть сконцентрированы в районе нижнего стартового значения, где погрешность имеет относительно большое значение. Предпочтительные значения следующие: минимальная уставка (или 0 % от диапазона); 0,5 %; 1,0 %; 2,0 %; 3,0 %; 5,0 %; 10,0 %; 30,0 %; 60,0 %; максимальная уставка (или 100 % от диапазона).

Для реле сверхтока каждая испытательная точка для оценки повторяемости результатов должна быть измерена по меньшей мере пять раз, максимальное и среднее значения погрешности всех испытаний далее используют для установления точности. Должна быть выполнена дополнительная проверка при максимальном значении уставки, выбранной для обеспечения срабатывания, при значении приложенного к реле тока в пределах его термической стойкости (например, 100-кратное значение номинального тока).

Для реле минимального тока каждая точка должна быть измерена по меньшей мере пять раз, максимальное и среднее значения погрешности всех испытаний далее используют для установления точности.

Точность элементов, зависимых от напряжения, испытывают при имеющемся значении уставки G_S на характеристике зависимости времени. Изготовитель должен указать выбранное значение G_S. Изготовитель должен указать значения $k1$, $k2$, $k3$ и $k4$.

Примерные значения:

- для характеристики на рисунке 9 — $k1 = 0,25$; $k2 = 0,25$; $k3 = 1,00$;

- для характеристики на рисунке 10 — $k1$ = 1,00; $k2$ = 0,80; $k3$ = 0,80; $k4$ — бесконечность (функциональная неработоспособность) или наибольшая возможная уставка.

Точность элементов, зависимых от напряжения, испытывают для следующих точек:

- для характеристики, представленной на рисунке 9, при значениях U/U_N, равных 0,8$k2$; $k2$; 0,5($k2$ + $k3$); $k3$; 1,1$k3$;

- для характеристики, представленной на рисунке 10, при значениях U/U_N, равных 0,8$k2$; 1,1$k2$.

В целях определения точности элементов, зависимых от напряжения, характеристическую величину G_S плавно изменяют при фиксированных значениях напряжения в испытательных точках на характеристики зависимости от напряжения. Стартовый выходной элемент выдает команду для срабатывания. Характеристическую величину увеличивают согласно следующим условиям:

- воздействующее значение характеристической величины должно быть, по крайней мере, ниже на величину двухкратного значения уставки заданной точности элемента;

- ступени подъема должны быть в 10 раз меньше заданной точности элемента;

- ступени времени должны быть выше двухкратного значения времени начала и быть не более пятикратного заданного значения времени начала.

Погрешность элементов, зависимых от напряжения, вычисляется как

$$G - \beta G_S,$$

где G — значение характеристической величины, когда выход стартового сигнала активирован;

β — значение, взятое с рисунков 9 и 10, в соответствии с приложенным значением напряжений U/U_N.

Чтобы избежать занижения результата из-за низких значений β для расчета относительных погрешностей вместо βG_s применяют G_s.

Каждая точка должна быть измерена по меньшей мере пять раз, максимальное и среднее значения погрешности всех испытаний далее используют для установления точности.

6.2.2 Определение коэффициента возврата

В целях определения коэффициента возврата элемент должен принудительно сработать и характеристическая величина должна плавно изменяться, пока стартовый выходной элемент с непреднамеренной выдержкой времени не вернется в исходное состояние. Для максимальной токовой защиты характеристическая величина должна быть уменьшена в соответствии со следующими условиями:

- воздействующее значение характеристической величины должно быть, по крайней мере, выше на величину двухкратного значения уставки заданной точности элемента;

- ступени подъема должны быть в 10 раз меньше заданной точности элемента;

- ступени времени должны быть выше двухкратного значения времени начала и не быть более пятикратного заданного значения времени начала.

Если в интервале времени не происходит возврата, то элемент не возвращается обоснованно и в дальнейшем должно быть применено более низкое значение тока.

Пример — Если значения уставки равны 1 А, погрешности — ±10 % и время начала — 20 мс, то начальное стартовое значение должно быть равно 1,2 А, шаг изменения тока — 0,01 А с шагом времени начала от 40 до 100 мс.

Для минимальной токовой защиты характеристическая величина должна быть увеличена от начального значения. При этом начальное значение должно быть, по крайней мере, выше на величину двухкратного значения уставки заданной точности элемента. Ступени изменения воздействующей величины аналогичны процессам при максимальной токовой защите.

Коэффициент возврата вычисляется следующим образом

$$\text{Коэффициент возврата (в \%)} = (I_{reset}/I_{start}) \times 100,$$

где I_{reset} — значение тока возврата и I_{start} — значение тока начала.

Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для оценки характеристик во всем диапазоне элементов уставок, но как минимум 10 точек должны быть сконцентрированы в районе нижнего стартового значения, где погрешность имеет относительно большое значение. Предпочтительные значения следующие: минимальная уставка (или 0 % от диапазона); 0,5 %; 1,0 %; 2,0 %; 3,0 %; 5,0 %; 10,0 %; 30,0 %; 60,0 %; максимальная уставка (или 100 % от диапазона).

Для реле защиты от сверхтока каждая точка должна быть проверена по меньшей мере пять раз, минимальное и среднее значения всех испытаний далее используют для установления точности.

Для реле минимального тока каждая точка должна быть измерена по меньшей мере пять раз, максимальное и среднее значения всех испытаний далее используют для установления точности.

6.3 Определение стабильных погрешностей начала действия и времени срабатывания

В целях определения стабильных погрешностей времени срабатывания реле с непреднамеренной выдержкой времени к реле прикладывают ток без составляющих постоянного тока и контролируют выходы контактов начала (старта) и срабатывания. Начало подачи тока от его начальных испытательных значений до конечных значений должно быть в нулевой точке по времени кривой тока. Испытания должны проводиться на базе одной фазы. Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для непрерывной регулировки выдержки времени или уставок выдержки времени в эффективном диапазоне характеристики зависимости значения времени от токов срабатывания. Каждая испытательная точка должна быть измерена по меньшей мере пять раз, максимальное и среднее значения всех пяти замеров далее используют для анализа. Регистрация времени срабатывания для выходных контактов предусматривает измерение погрешности времени срабатывания. Во время регистрации времени начала (старта) на соответствующих выходных контактах предусматривают измерение элементов времени начала. Предлагаются следующие испытательные точки: в таблице 3 — для элементов сверхтоков; в таблице 4 — для элементов минимального тока.

Таблица 3 — Испытательные точки для элементов сверхтоков

Время срабатывания или уставка TMS	Уставка тока срабатывания	Начальное значение испытательного тока	Конечное значение испытательного тока
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)	0	$1{,}2G_T$
50 %	50 %		$2G_S$
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		$5G_S$
—	—		$10G_S$
—	—		$20G_S$

Таблица 4 — Испытательные точки для элементов минимального тока

Время срабатывания или уставка TMS	Уставка тока срабатывания	Начальное значение испытательного тока	Конечное значение испытательного тока
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)	$2G_S$	$0{,}8G_S$
50 %	50 %		$0{,}4G_S$
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		$0{,}2G_S$
—	—		$0{,}1G_S$
—	—		0

Примечание — Некоторые реле могут иметь блок элементов срабатывания минимального тока, когда выходной ток равен нулю, или пороговое значение, близкое к нулю. В этом случае число испытательных точек по этой таблице может быть снижено с гарантией того, что испытание выполняется только для удостоверения, что элементы минимального тока снова восстанавливаются.

6.4 Определение стабильных погрешностей времени возврата

В целях определения стабильных погрешностей времени возврата реле ток должен прикладываться к реле до момента срабатывания. Для выполнения срабатывания ток прикладывается к реле с непреднамеренной выдержкой времени с ростом тока, равным значению начального испытательного тока за 1 с, и когда рост тока приходит к конечному испытательному значению, необходимый выходной контакт элемента коммутируется. Если ни один выходной контакт невозможно применить, то для определения времени возврата реле должна применяться процедура, описанная в приложении В.

Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для непрерывной регулировки времени возврата или уставок времени возврата в эффективном диапазоне характеристики зависимости значения времени от токов срабатывания. Каждая испытательная точка должна быть измерена по меньшей мере пять раз, максимальное и среднее значения всех пяти замеров далее используют для анализа. Регистрация времени срабатывания для выходных контактов предусматривает измерение

погрешности времени срабатывания. Во время регистрации времени начала (старта) на соответствующих выходных контактах предусматривают измерение элементов времени начала. Предлагаются следующие испытательные точки: в таблице 5 — для элементов сверхтоков; в таблице 6 — для элементов минимального тока.

Таблица 5 — Испытательные точки для элементов сверхтоков

Время срабатывания или уставка TMS	Уставка тока срабатывания	Начальное значение испытательного тока	Конечное значение испытательного тока
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)	$2G_S$	$0{,}8G_S$
50 %	50 %		$0{,}4G_S$
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		$0{,}2G_S$
—	—		$0{,}1G_S$
—	—		0
Примечание — Первая графа данной таблицы не применима к реле с непреднамеренной выдержкой возврата.			

Таблица 6 — Испытательные точки для элементов минимального тока

Время срабатывания или уставка TMS	Уставка тока срабатывания	Начальное значение испытательного тока	Конечное значение испытательного тока
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)	0	$1{,}2G_T$
50 %	50 %		$2G_S$
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		$5G_S$
—	—		$10G_S$
—	—		$20G_S$
Примечание 1 — Первая графа данной таблицы не применима к реле с непреднамеренной выдержкой возврата. Примечание 2 — Некоторые реле могут иметь блок элементов срабатывания минимального тока, когда выходной ток равен нулю, или пороговое значение, близкое к нулю. В этом случае начальное значение испытательного тока, применяемое согласно графы 3, может быть снижено с гарантией того, что испытание выполняется только для удостоверения, что элементы минимального тока снова восстанавливаются.			

6.5 Определение временно́й (переходной) характеристики

6.5.1 Основное положение

Испытание временно́й (переходной) характеристики проводится в рекомендуемых условиях при значении уставки G_S, равной I_n.

6.5.2 Кратковременные всплески воздействия

Данное испытание предназначено для рассмотрения влияния апериодической составляющей на точность начального значения срабатывания элемента. К реле с уставкой G_S в рекомендуемых условиях прикладывают (без компенсации) и увеличивают от начального значения ток, равный $0{,}9G_S$. Амплитуду тока снижают на 2 %, и повторно прикладывают к реле с гарантией того, что реле не пускается, когда ток прикладывают от значения 0 А до испытательной амплитуды (начальный ток минус 2 %). Аналогичное испытание также выполняют для случая срабатывания при начале тока от 0 А до испытательного тока плюс 2 %.

Испытание проводят с максимальной присутствующей постоянной апериодической составляющей при установившейся амплитуде испытательного тока и значении постоянной X/R до 120 (предпочтительные испытательные точки для значений X/R равны 10, 40 и 120). На рисунке 11 представлена типичная испытательная осциллограмма кратковременных всплесков воздействия при номинальной частоте 50 Гц. В течение испытания испытательный ток без преднамеренной выдержки времени прикладывают, начиная от значения 0 А амплитуды тока, и работа реле должна контролироваться по крайней мере в течение длительности постоянной времени формы тока. Если происходит срабатывание, то

испытания должны быть повторены при большем значении уставки G_S, пока апериодическая составляющая тока не будет вызывать случаев начала срабатывания. Пять последовательных несрабатываний для данных значений уставок показывают, что стабильность кратковременных всплесков воздействия для данных точек достигнута.

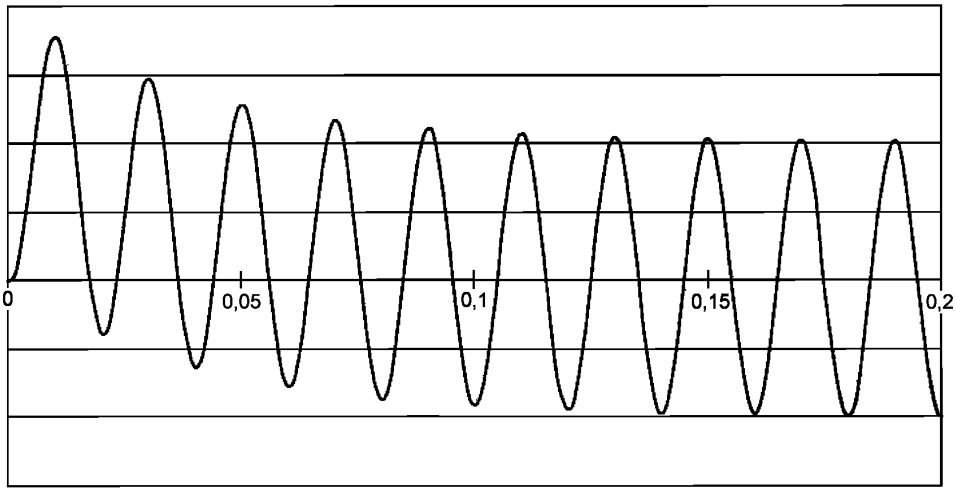

Рисунок 11 — Типичная испытательная осциллограмма кратковременных всплесков воздействия

Кратковременные всплески воздействия для каждого значения *X/R* представляют в процентах в виде умноженного на 100 отношения значения уставки с апериодической составляющей, при которой не происходит срабатывания, к значению уставки без апериодической составляющей, при которой не происходит срабатывания.

6.5.3 Время обратимости воздействия

Время обратимости воздействия применимо для реле сверхтоков и не применяется для реле минимального тока.

При уставке (значение уставки I_n) реле в рекомендуемых условиях на реле подают ток значением, равным $5G_S$ (при синхронизации начала подачи в нулевом его значении), и определяют максимальное значение времени срабатывания реле на основе пяти измерений. Далее тот же ток значением, равным $5G_S$, подают в течение периода времени на 5 мс меньшее, определенного ранее максимального значения времени, и по истечении этого периода его уменьшают до нулевого значения с непреднамеренной выдержкой времени. В случае срабатывания реле период времени подачи воздействующего тока уменьшают на следующие 5 мс и испытание повторяют. Воздействующее время снижают до тех пор, пока не будут получены пять последовательных результатов испытаний, когда воздействующий ток не будет вызывать срабатывания реле.

Разница времени между периодом воздействия тока и измеренным временем срабатывания реле является для реле временем обратимости воздействия.

Для реле сверхтока с независимой выдержкой времени для данного испытания вместо тока, равного $5G_S$, применяют ток, равный G_S, и выдержку времени значением 200 мс. Проведение испытания на определение времени обратимости не требуется для функции мгновенной защиты от сверхтоков.

6.5.4 Характеристика обратной зависимости значения времени реле от характеристической величины

Испытательная осциллограмма характеристической величины, представленная на рисунке 12, модулирует из сигналов частоты 50 или 60 Гц прямоугольные пакеты импульсов так, что изменение амплитуды полуволны происходит при пересечении нулевой линии.

Частота модулирования прямоугольных пакетов импульсов не должна быть более чем 0,1 значения основной частоты таким образом, чтобы временные переходные процессы не воздействовали на время срабатывания.

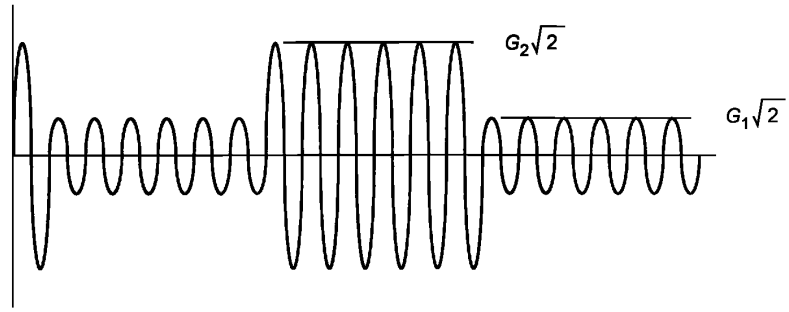

Рисунок 12 — Испытательная осциллограмма характеристической величины

Амплитуды характеристических величин G_1 и G_2 превышают значение уставки G_S характеристической величины. Значение амплитуды выбирается таким образом, чтобы время срабатывания реле было во много раз больше периода модуляции прямоугольного пакета импульсов.

Исходя из предыдущих условий, теоретическое время срабатывания T_0 равно:

$$T_0 = \frac{2 \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 + T_2}, \quad (7)$$

где T_1 — время срабатывания для характеристической величины, равной значению G_1;

T_2 — время срабатывания для характеристической величины, равной значению G_2.

Рекомендуемые значения для характеристики зависимости времени от характеристической величины приведены в таблице 7, где частота модуляции прямоугольных пакетов импульсов равна 0,1 значения основной частоты. При значениях, приведенных в таблице 7, измеренное время срабатывания не должно отличаться более чем на 15 % от времени T_0.

Таблица 7 — Рекомендуемые значения для испытаний

Кривая	*TMS*	G_1	G_2	T_1, с	T_2, с	T_0, с
A	1	$2G_S$	$5G_S$	10,03	4,28	6,00
B				13,50	3,38	5,40
C				26,67	3,33	5,93
D				3,80	1,69	2,34
E				7,03	1,31	2,21
F				9,52	1,30	2,28

7 Требования к документации

7.1 Протокол типовых испытаний

Протокол типовых испытаний для функциональных элементов, указанных в настоящем стандарте, должен соответствовать требованиям IEC 60255-1. Протокол испытаний должен содержать как минимум следующую информацию:

- данные об испытанном оборудовании, включающие детализацию оборудования/функций при испытаниях, такие как зарегистрированные номер модели, данные фирменного программного обеспечения, что применимо;
- данные об испытанном оборудовании, такие как наименование оборудования, обозначение типа, сведения о поверке (калибровке);
- функциональные диаграммы, описывающие основные операции элементов, включая взаимодействие входов и выходов двоичных сигналов при выполнении функций;
- детализацию входящей характеристической величины и способ ее измерения при выполнении функций;

- детализацию полученных или имеющихся характеристик зависимостей срабатывания и возврата, которые используются при выполнении функций, предпочтительно в виде формул;
- значение G_T в случае использования кривой зависимости характеристики времени;
- детализацию функционального поведения при значениях тока, равных G_D и выше;
- детализацию всех уставок, применяемых для функционирования, включая значения $k1$, $k2$, $k3$ и $k4$, в случае элементов, зависимых от напряжения;
- детализацию всех специфичных алгоритмов, используемых для улучшения выполнения функций в условиях реальных силовых систем, и соответствующих требований к ним. В случае выработки алгоритма выполнения более чем для одной функции, например контроля трансформатора напряжения, достаточно описать алгоритм срабатывания на основе применения документации, но должны быть описаны все функции, участвовавшие при выполнении срабатывания;
- методы испытаний и регулировки, включая детализацию испытательных процедур и примененных при испытании регулировок и настроек оборудования, облегчающих испытания. Возможно включение других данных настроек, чем примененные настройки для проверки функционирования, а также разрешенные повторения испытаний для удостоверения того, что применены такие же условия испытаний;
- результаты испытаний (для каждого случая испытаний должен полностью описываться примененный метод испытаний и настройки). Для полученных результатов приводятся установленные требования к точности;
- приведенное заключение по результатам испытаний, основанное на полученных результатах и всех требованиях, предписанных разделом 5. Если необходимо, то эти требования связывают с перечнем характеристик, установленных настоящим стандартом, с учетом индивидуального подхода и принятия решения с помощью полного набора функций.

7.2 Прочие применяемые документы

Нет полных требований пользователей к составу комплекта документов типовых испытаний, но требуется предоставлять информацию, не носящую конфиденциальный характер. Для этих целей должны быть оформлены как минимум следующие данные, которые должны быть представлены в виде одного или нескольких документов:

- функциональные диаграммы, описывающие основные операции элементов, включая взаимодействие входов и выходов двоичных сигналов при выполнении функций;
- детализация входящей характеристической величины и способ ее измерения при выполнении функций;
- детализация полученных или имеющихся характеристик зависимостей срабатывания и возврата, которые используются при выполнении функций, предпочтительно в виде формул;
- значение G_T в случае использования кривой зависимости характеристики времени;
- детализация функционального поведения при значениях тока, равных G_D и выше;
- детализация всех уставок, применяемых для функционирования, включая значения $k1$, $k2$, $k3$ и $k4$ в случае элементов, зависимых от напряжения;
- детализация всех специфичных алгоритмов, используемых для улучшения выполнения функций, в условиях реальных силовых систем и соответствующие требования к ним. В случае выработки алгоритма выполнения более чем для одной функции, например контроля трансформатора напряжения, достаточно описать алгоритм срабатывания на основе применения документации, но должны быть описаны все функции, участвовавшие при выполнении срабатывания;
- изложение всех обязательных требований, установленных разделом 5.

Приложение А
(обязательное)

Значения постоянных для определения времени срабатывания и характеристик возврата

Таблица А.1 приводит значения постоянных для определения времени срабатывания и характеристик возврата

Т а б л и ц а А.1 — Значения постоянных для определения времени срабатывания и характеристик возврата

Кривая	Время срабатывания $t(G) = TMS\left[\frac{k}{\left(\frac{G}{G_S}\right)^{\alpha} - 1} + c\right]$			Время возврата $t_r(G) = TMS\left[\frac{t_r}{1-\left(\frac{G}{G_S}\right)^{\alpha}}\right]$		Общепринятое пользователями наименование
	k, с	c, с	α	t_1, с	α	
A	0,14	0	0,02	*	*	Обратная
B	13,5	0	1	*	*	
C	80	0	2	*	*	
D	0,0515	0,1140	0,02	4,85	2	
E	19,61	0,4910	2	21,6	2	
F	28,2	0,1217	2	29,1	2	
* Для кривых A, B и C изготовитель должен указать соответствующую информацию о способах и приборах, если характеристика возврата зависима от времени.						

Приложение В
(справочное)

Определение времени возврата реле, имеющего только выход для срабатывания

В.1 Основные положения

Измерительные реле и защитное оборудование имеют различия в конфигурациях выхода. Для оборудования, которое имеет только выход срабатывания, определение зависимости времени возврата может быть осуществлено различными методами. Далее приведем пример такого метода.

В.2 Метод испытания

Определение времени возврата реле, не имеющего соответствующего контакта, может быть выполнено следующим методом, основанным на точности времени возврата. Ток, равный двойному значению уставки, прикладывают к реле с предварительно определенной длительностью времени, которая не вызывает срабатывания реле, но составляет величину 90 % длительности времени срабатывания. Этот ток немедленно уменьшают до предварительно определенного значения ниже значения уставки и выдерживают в течение фиксированного времени. После прохождения этого времени ток немедленно повышают до двойного значения уставки для срабатывания элемента. Время срабатывания определяют на основе показаний встроенного интегратора. Это графически представлено на рисунке В.1. Испытание повторяют на уменьшенных токах различных значений. Это позволяет построить характеристику времен срабатывания, на основе которой методом экстраполяции может быть построена характеристика времен возврата.

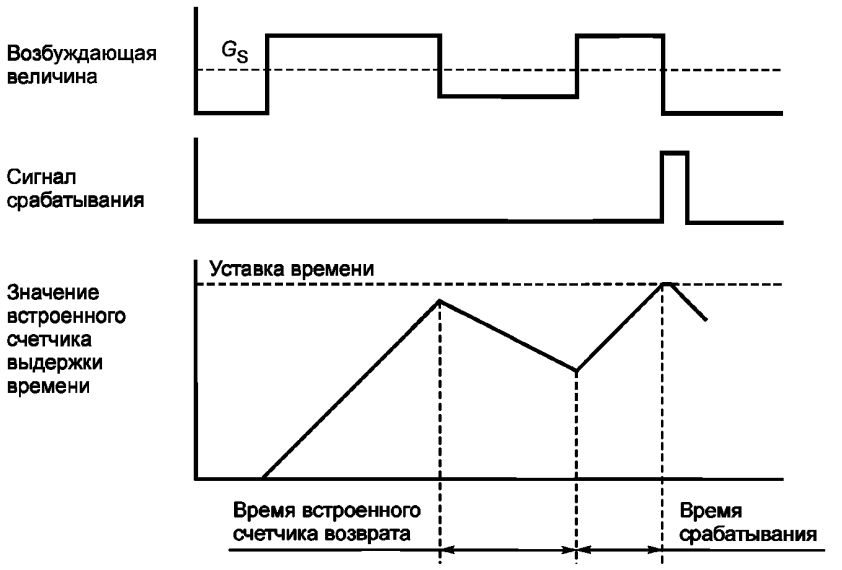

Рисунок В.1 — Определение зависимости времени возврата

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60050-447 Международный электротехнический словарь. Глава 447. Измерительные реле	—	*
IEC 60255-1:2009 Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 1. Общие требования	IDT	ГОСТ IEC 60255-1—2014 Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 1. Общие требования**

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

** Межгосударственный стандарт разрабатывается параллельно с настоящим межгосударственным стандартом.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] IEEE/ANSI C37.2—1996 IEEE standard electrical power system device function number and contact designation (Стандарт IEEE функциональных номеров электрических силовых систем и назначений контактов)

[2] IEC 61850-7-4 Communication networks and systems for power utility automation — Part 7-4: Basic communication structure — Compatible logical node classes and data object classes (Сети и системы связи для автоматизации энергосистемы общего пользования. Часть 7-4. Основная структура связи. Совместимые логические классы узлов и классы данных)

[3] IEC 60255-8 Electrical relays — Part 8: Thermal electrical relays (Реле электрические. Часть 8. Электротепловые реле)

[4] IEC 61850-9-2 Communication networks and systems for power utility automation — Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) — Sampled values over ISO/IEC 8802-3 (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 9-2. Схема распределения особой услуги связи (SCSM). Дискретные значения по ISO/IEC 8802-3)

[5] IEC 60044(all part) Measurement of quartz crystal unit parameters (Трансформаторы измерительные)

[6] IEC 60050-444 International Electrotechnical Vocabulary — Part 444: Elementary relays (Международный электротехнический словарь. Часть 444. Элементарные реле)

[7] IEC Guide 107:2009 Electromagnetic compatibility — Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications (Электромагнитная совместимость. Руководство по разработке публикаций по электромагнитной совместимости)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.120.70 IDT

Ключевые слова: реле, реле минимальных токов, реле сверхтоков

Редактор *Г.В. Зотова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.М. Малахова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 20.01.2016. Подписано в печать 28.01.2016. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,30. Тираж 31 экз. Зак. 269.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru