ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56376— 2015/ IEEE C37.92(2005)

Преобразователи электрические измерительные

АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ ЗАЩИТНЫХ РЕЛЕ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

(IEEE Standard C37.92(2005), IEEE Standard for analog inputs to protective relays from electronic voltage and current transducers, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 445 «Метрология энергоэффективной экономики»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 марта 2015 г. № 192-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEEE Standard C37.92(2005) «Стандарт к аналоговым входам терминалов релейной защиты, подключаемых к электронным преобразователям напряжения и тока» (IEEE Standard C37.92(2005) «IEEE Standard for analog inputs to protective relays from electronic voltage and current transducers», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2015, 2019

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 . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 3
4 Общие требования . . . 3
4.1 Соединительные устройства . . . 3
4.2 Гальваническая изоляция от земли . . . 3
4.3 Маркировка полярности и устойчивость к реверсивной полярности . . . 3
4.4 Дополнительные выходы измерительных систем . . . 4
4.5 Испытание на электромагнитную совместимость . . . 4
5 Электрические требования . . . 5
5.1 Спецификации сигнала . . . 5
5.2 Фазовая коррекция . . . 6
5.3 Номинальная нагрузка . . . 6
5.4 Ослабление синфазного сигнала . . . 6
5.5 Отклонение выходного сигнала от нулевой зоны . . . 6
5.6 Ширина полосы пропускания и переходная характеристика . . . 7
5.7 Настройка детектирования сигнала ошибки . . . 7
5.8 Описание сигнала корректности передаваемых данных . . . 7
6 Промежуточные устройства . . . 7
6.1 Назначение . . . 7
6.2 Требования к рабочим характеристикам промежуточных устройств . . . 8
6.3 Другие требования к промежуточным устройствам . . . 8
7 Инструкции по монтажу промежуточных устройств . . . 8
Приложение А (справочное) Безопасное применение . . . 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам . . . 14
Библиография . . . 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Преобразователи электрические измерительные

АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ ЗАЩИТНЫХ РЕЛЕ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Electrical transducers. Analog inputs to protective relays from electronic voltage and current transducers

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

1.1 Общие положения

Настоящий стандарт определяет характеристики интерфейса между системами измерения напряжения или тока, оптическими измерительными датчиками с аналоговыми выходами и специально разработанными реле защиты или другим измерительным оборудованием подстанции. Эти измерительные системы воспроизводят формы сигналов, пропорциональные токам и напряжениям в электрической сети.

Настоящий стандарт также определяет требования к дополнительным промежуточным сумматорам или масштабирующим усилителям, необходимым для суммирования или вычитания сигналов с выходов более чем одного оптического измерительного датчика при измерении одиночным реле или измерительным устройством.

1.2 Цели

Нормированный измерительный сигнал между системой измерения и системами релейной защиты является аналоговым электрическим сигналом с максимальной амплитудой ±11,3 В и с максимальной мощностью 3,2 мВт.

Примером измерительной системы с аналоговым электронным выходом является оптическая система трансформаторов напряжения или тока с оптико-электронным интерфейсом. На рисунке 1 изображена типовая конфигурация элементов оптической системы измерения тока на высоковольтной подстанции. В данной конфигурации оптические датчики трансформаторов тока располагаются на шине высокого потенциала. В других случаях датчики могут быть вмонтированы внутрь силового трансформатора или изолятора. Оптические сигналы передаются через волоконно-оптические кабели до потенциала земли, где преобразуются в масштабированные и нормированные электрические сигналы, используемые реле защиты и другими интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ).

Оптико-электронный модуль преобразования обычно располагается в общеподстанционном пункте управления, но может также быть расположен вблизи ИЭУ в распредустройстве. Настоящий стандарт нормирует характеристики электрических сигналов между оптико-электронным модулем преобразования и реле защиты или другими ИЭУ, использующими эти сигналы. Интерфейс между оптическими датчиками и модулем преобразования является собственным техническим решением построения измерительной системы конкретного производителя, не подлежащего стандартизации. Для корректного взаимодействия с внешним оборудованием следует нормировать характеристики выхода модуля преобразования, входа терминалов релейной защиты и ряд других функций измерения.

Отмеченная на рисунке 1 область показывает расположение интерфейсов, определяемых настоящим стандартам.

Издание официальное

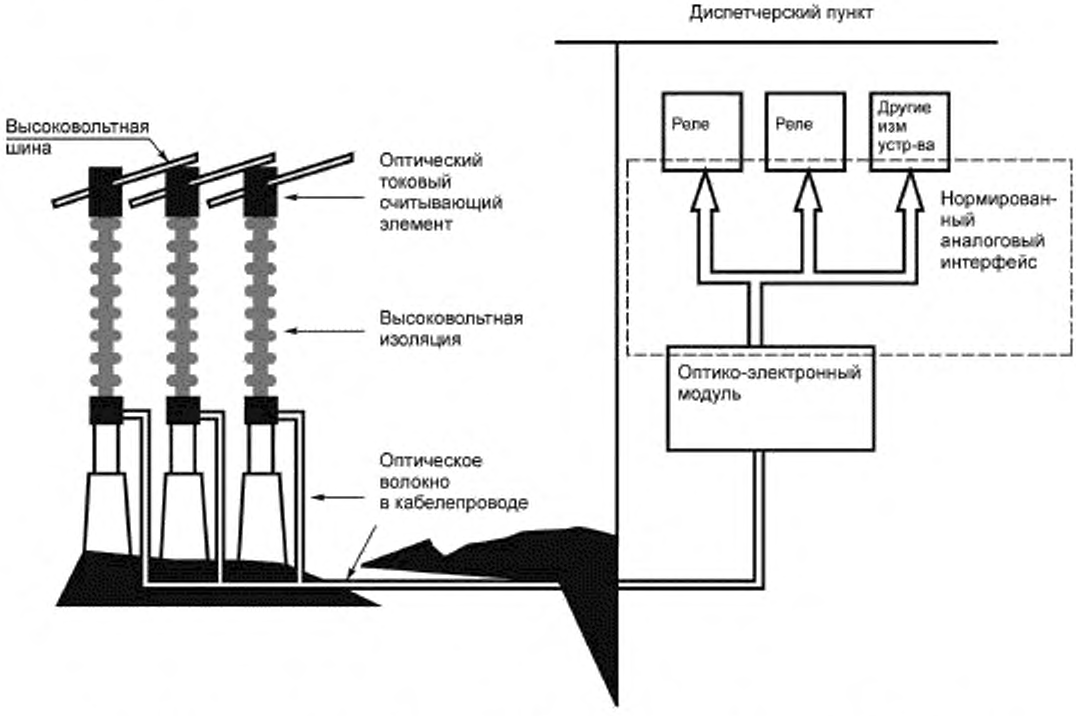

Рисунок 1 — Оптическая система измерения тока с нормированным аналоговым интерфейсом

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок используют только указанное издание. Для недатированных — последнее издание (включая все поправки и изменения).

IEEE Std 525™, IEEE Guide for the Design and Installation of Cable Systems in Substations[1)] (Руководство по конструкции и установке кабельных систем на подстанциях)

IEEE Std 1050™, IEEE Guide for Instrumentation and Control Equipment Grounding in Generating Stations (Руководство по оснащению и заземлению контрольно-измерительной аппаратуры на электростанциях)

IEEE Std C37.90™, IEEE Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus (Реле и релейные системы, используемые для защиты и управления силовыми аппаратами)

IEEE Std C37.90.1™, IEEE Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Relay and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus (Испытания на устойчивость к скачкам напряжения реле и релейных систем, используемых для защиты и управления силовыми аппаратами)

IEEE Std C37.90.2™, IEEE Standard for Withstand Capability of Relay Systems to Radiated Electromagnetic Interference from Transceivers (Устойчивость релейных систем к излучаемым электромагнитным помехам от приемопередатчиков)

IEEE Std C57.13™, IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers. IEEE publications are available from the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854, USA (gost.e-ecolog.ru) (Требования к измерительным трансформаторам)

---

1) IEEE публикации можно приобрести в Институте инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers), расположенном по адресу: Inc., 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854, США (gost.e-ecolog.ru).

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями. Термины, не представленные в настоящем стандарте, можно найти в седьмой редакции официального словаря стандартов IEEE (The Authoritative Dictionary of IEEE Standards, Seventh Edition).

3.1 **одна относительная единица** (one per unit (сокращенно: 1 p.u.): Измеренное выходное значение или выход измерительной системы, которые соответствуют номинальному первичному действующему (rms) измеряемому значению напряжения или тока в схеме измерения.

3.2 **вход реле** (relay input): Аналоговый электронный вход любого терминала релейной защиты, счетчика, измерительного или контрольного прибора, а также интеллектуального электронного устройства, соответствующий настоящему стандарту.

3.3 **измерительная система** (sensing system): Электронный датчик, прибор, оптико-электронный интерфейс или источник аналогового сигнала, формирующий значения измеряемого напряжения или тока в электрической сети, выход которых соответствует настоящему стандарту.

4 Общие требования

4.1 Соединительные устройства

Выход измерительной системы и вход реле должны быть оснащены широкодоступными стандартными разъемами, выдерживающими высокопотенциальные выбросы в соответствии с требованиями 4.4. Разъемы должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечить простоту подключения и концевой заделки кабеля. Клеммы с винтовым креплением являются предпочтительным решением. Каждый вход или выход включает в себя пару сигнальных клемм, маркируемых согласно 4.3. Поставщик оборудования должен обеспечить дополнительные незаземленные клеммы или средства для подключения экранов согласно 7.

4.2 Гальваническая изоляция от земли

Обе выходные клеммы измерительной системы и любой вход реле должны быть изолированы от защитного заземления или заземления корпуса при воздействии сигналов постоянного тока или тока промышленной частоты. Емкость, допустимая между любой клеммой и землей, не должна превышать 0,01 мкФ.

4.3 Маркировка полярности и устойчивость к реверсивной полярности

Интерфейсы должны иметь маркировку полярности, состоящую из традиционных «cts» и «vts». См. IEEE Std C57.13™ [2].

При несимметричном выходе измерительной системы сигнальная выходная клемма должна быть промаркирована соответствующим знаком полярности или как вторичный вывод X1 традиционного измерительного трансформатора.

Когда первичный ток электрической сети преобразуется в напряжение на выходе измерительной системы, тогда положительное значение напряжения на клемме с соответствующим знаком полярности должно соответствовать направлению тока на первичной клемме с соответствующим знаком полярности.

Каждая измерительная система и каждое реле должны иметь наклейку производителя о наличии только нереверсивной полярности или о возможности использования реверсивной полярности.

Реверсивная полярность относится к полностью изолированному или симметричному входу или выходу, допускающему подключение в любой полярности согласно установленным требованиям.

Нереверсивная полярность относится к однопроводному или несимметричному входу или выходу (когда один из проводников используется для передачи сигнала, а второй — служит заземляющим проводником, например, коаксиальный кабель), что подразумевает подключение сигнального проводника только к сигнальной клемме и общего проводника только к общей клемме.

---

[2] Информация по ссылкам указана в разделе 2.

Как правило, одиночный сигнал на выходе измерительной системы разветвляется на несколько реле или устройств, использующих этот сигнал. При таком подключении необходимо учитывать следующее:

- если один или более входов нескольких реле имеют нереверсивную полярность, пользователь не всегда сможет получить требуемую полярность подключения ко всем устройствам, даже если источник имеет реверсивную полярность.

Примечание — Внутренние или программные настройки конкретного реле защиты могут изменять полярность входа;

- если для каждого входа нескольких реле используется реверсивная полярность, то каждое реле можно подключать с полярностью такой, какая потребуется, даже если выход от источника не является нереверсивным.

Это усиливает гибкость применения реле и других устройств со входами с реверсивной полярностью, использующими аналоговые выходы электронной измерительной системы.

Симметричные или реверсируемые выходные клеммы должны быть симметричны по отношению к земле.

4.4 Дополнительные выходы измерительных систем

4.4.1 Выход сигнала предупреждения

Это дополнительный сигнал, предназначенный для сигнализации о какой-либо проблеме измерительной системы, который должен оповещать о любой ее неисправности, сбое или деградации характеристик, т. е. оповещать о необходимости ее обслуживания или ремонта. Например, неисправность источника питания измерительной системы может привести к появлению такого сигнала.

Этот выход должен быть выполнен в виде контакта типа «С», непотенциального, и специфицирован производителем измерительной системы. При нормальных корректных рабочих условиях эксплуатации обмотка (катушка) реле должна быть всегда запитана для того, чтобы при потере питания подать сигнал тревоги, также как и при наличии неисправности измерительной системы.

4.4.2 Выход сигнала корректности передаваемых данных

Это обязательный сигнал, который должен отражать результаты всех внутренних проверок при самодиагностике электроники измерительной системы, наличие которого означает, что возникла проблема с аналоговым сигналом на выходе и это может привести к некорректной работе подключенных реле. Также он используется для индикации в процессе включения и/или выключения, в ходе которых выходной сигнал измерительной системы имеет большие погрешности. Подключенные реле могут ошибочно использовать этот сигнал для блокировки отключения.

Этот выход может быть выполнен в виде одной или обеих из перечисленных ниже форм:

- контакт типа «А», без потенциала и специфицирован производителем измерительной системы. При нормальных корректных рабочих условиях эксплуатации обмотка (катушка) реле должна быть всегда запитана для того, чтобы подать сигнал или обеспечить защитную блокировку некорректного сигнала на выходе. Контакт должен быть выполнен согласно IEEE Std C 37.90™. Задержка блокировки выхода при триггерном эффекте (дребезге контактов) не должна превышать 12 мс;

- логический ТТЛ-уровень (от 0 до 5 В) имеет отклик 1 мс или быстрее (см. 5.8). При этом логический уровень (5 В) означает корректность передаваемых данных.

4.5 Испытание на электромагнитную совместимость

Следующие типы испытаний применяют для проверки выходов измерительной системы, совместимых с ними аналоговых входов электронных реле и выходов, сигнализирующих о неисправности измерительной системы и корректности передаваемых данных, а также для проверки входов реле и промежуточных устройств, описанных в разделе 6. Это испытание является дополнительным к другим испытаниям на способность реле и электроники измерительной системы выдерживать условия окружающей электромагнитной среды, требования к которым приведены в соответствующих стандартах.

4.5.1 Диэлектрические испытания

Эти испытания должны проводиться согласно методам проведения диэлектрических испытаний, описанных в IEEE Std C37.90™. Испытательное напряжение прикладывают только в синфазном режиме между каждой парой входных или выходных клемм и защитным заземлением или заземлением корпуса. Сигнальные цепи до 50 В испытывают более низким испытательным диэлектрическим напряжением, согласно IEEE Std C37.90™.

4.5.2 Испытания на способность выдерживать скачки напряжения

Любое устройство, подключенное к интерфейсу, должно выдержать испытание на стойкость к колебательному перенапряжению и испытанию на стойкость к кратковременному скачку напряжения, согласно IEEE Std C37.90.1™. Эти испытательные сигналы прикладываются, как указано в этом стандарте, в разделе коммуникационных цепей.

Реле следует подключать к измерительной системе и запитывать их согласно IEEE Std C37.90.1™. При этом выходы реле не должны срабатывать. Измерительные системы и реле не должны иметь повреждений и изменений в настройках. Измерительная система не должна производить какой-либо паразитный сигнал на выходе, который вызывает срабатывание реле, устойчивость которого была проверена без подключения к измерительной системе. Измерительная система не должна вызывать ложных срабатываний реле при неполадках в измерительной системе или некорректности передаваемых данных, если в ней это предусмотрено.

4.5.3 Испытания на устойчивость релейной системы к излучаемым электромагнитным помехам от приемопередающих устройств

Измерительная система и совместимые с ней реле должны выдержать испытания на излучаемые электромагнитные помехи согласно IEEE Std C37.90.2™.

Реле должны быть подключены к измерительным системам и запитаны напряжением согласно IEEE Std C37.90.2™. Реле не должны ложно срабатывать. Измерительные системы и реле не должны иметь повреждений и изменений в настройках. Измерительная система не должна производить какой-либо паразитный сигнал, который вызывает срабатывание реле, устойчивость которого была проверена без подключения к измерительной системе. Измерительная система не должна вызывать ложных срабатываний реле при неполадках в измерительной системе или некорректности передаваемых данных, если в ней это предусмотрено.

5 Электрические требования

5.1 Спецификации сигнала

5.1.1 Описание сигнала для измерительной системы тока

Динамический диапазон: от 0,05 до 40 номинального значения;

Номинальный уровень на выходе (I_n или 1 p.u.): 200 мВ (rms);

Максимальное мгновенное значение: 0,200 × 40 × 1,414 = 11,3 В (пиковое).

Амплитудная и фазовая погрешности — это максимальное отклонение от действительного значения масштабированного первичного сигнала при 50 или 60 Гц.

Таблица 1 — Описание сигнала для токовой измерительной системы

Диапазон тока	Амплитудная погрешность	Фазовая погрешность
От 0,05 p.u. до 0,1 p.u.	1,0 %	1,0°
От 0,10 p.u. до 1,0 p.u.	0,6 %	0,5°
От 1,0 p.u. до 5,0 p.u.	1,0 %	1,0°
От 5,0 p.u. до 40 p.u.	10,0 %	10,0°

Суммарное значение коэффициента нелинейных искажений должно быть меньше или равно амплитудной погрешности.

Соотношение сигнал—шум должно быть больше или равно 54 дБ при сигнале более 0,1 p.u. Измерение должно проводиться на сигнале промышленной частоты, и полоса измерения шума должна находиться в пределах 120 Гц.

Система измерения тока может быть снабжена дополнительным выходом с номинальным уровнем 2 В (действующее) при 1 p.u, с максимальным значением выхода в 4 p.u. Этот выход предназначен для тех применений, где необходимая величина точности измерения выше общепринятой. Для применения в целях коммерческого учета производитель датчика должен отдельно подтвердить его соответствие с соответствующим стандартом на точность, таким как IEEE Std C57.13™ или его частями.

5.1.2 Описание сигнала для измерительных систем напряжений

Динамический диапазон от 0,05 до 2,0 номинального значения.

Номинальный уровень на выходе (V_n или 1 p.u.): 4 В (действующее).

Максимальный выход: 4,0 × 2,0 × 1,414 = 11,3 В (пиковое).

Амплитудная и фазовая погрешности — это максимальное отклонение от значения действительного масштабированного первичного сигнала при 50 или 60 Гц.

Таблица 2 — Описание сигнала системы измерения напряжения

Диапазон напряжения	Амплитудная погрешность	Фазовая погрешность
от 0,05 p.u. до 0,85 p.u.	1,0 %	1,0°
от 0,85 p.u. до 1,15 p.u.	0,3 %	0,5°
от 1,15 p.u. до 2,0 p.u.	1,0 %	1,0°

Суммарное значение коэффициента нелинейных искажений должно быть меньше или равно величине погрешности.

Соотношение сигнал—шум должно быть больше или равно 70 дБ при сигнале более 0,85 p.u. Измерения должны быть выполнены с использованием сигнала промышленной частоты и полосы частот пропускания измерения уровня шума как минимум 120 Гц.

Это относится к релейной защите или измерительным применениям, для которых точность, указанная выше, является допустимой.

Для применений в целях коммерческого учета производитель датчика должен отдельно доказать его соответствие соответствующим стандартам по точности, таким как IEEE Std C57.13™ или его частям.

5.2 Фазовая коррекция

Для достижения более высокой точности, производитель измерительной системы может указать значение фазовой коррекции на промышленной частоте, значение которой вводят в виде поправки ко всем значениям для получения более высокой точности, чем указанной выше.

Примечание — Это не избавляет от необходимости соответствия измерительной системы упомянутым выше угловым погрешностям.

5.3 Номинальная нагрузка

Точность измерительной системы должна соответствовать требованиям настоящего стандарта при подключении нагрузки порядка 5 кОм и емкостной нагрузки до 5 нФ. Один выход измерительной системы может быть подключен к нескольким реле или другим измерительным устройствам параллельно. Реле или другое подключенное устройство должно иметь входное сопротивление не менее 50 кОм, но и не более 200 кОм.

5.4 Ослабление синфазного сигнала

Ослабление синфазного сигнала для входов и выходов цепей измерения должно быть более чем 86 дБ при частоте 50 или 60 Гц для сигнала помех общего вида с уровнем до ±50 В. Это значение определено для помех напряжения с уровнем 20 В на входе системы измерения тока, при котором значение тока составляет 0,5 p.u., и когда помеха общего вида составляет менее 10 % от измерительного уровня сигнала.

5.5 Отклонение выходного сигнала от нулевой зоны

Установившееся отклонение выходного сигнала от нулевой зоны (смещение постоянной составляющей сигнала на выходе) должно составить менее чем 3 мВ. Это имеет отношение к требованиям к электронике с постоянной составляющей на выходе усилителя, однако это не относится к экспоненциальному затуханию «постоянного смещения сигнала» сигналов токов короткого замыкания.

Установившееся отклонение выходного сигнала от нулевой зоны усилителя должно составить менее чем 3 мВ. Это относится к электронным характеристикам с наличием длительной постоянной составляющей тока на выходе усилителя, но не связано с экспоненциальным затуханием «постоянного смещения сигнала» для сигналов тока короткого замыкания.

5.6 Ширина полосы пропускания и переходная характеристика

Поставщик измерительной системы должен указать частотную характеристику. Отклонение промышленной частоты (частоты сети), указанное в 5.1, должно находиться в пределах от 45 до 65 Гц. Отклик должен быть, по крайней мере, от 0 до –1 дБ в диапазоне до 3 кГц и от 0 до –3 дБ в диапазоне до 5 кГц. Нижняя граничная частота (если таковая присутствует), должна быть установлена такой, что, система может соответствовать следующему требованию для ответной реакции по постоянному смещению сигнала.

Для полного смещения экспоненциальной затухающей переходной характеристики первичного тока («постоянное смещение сигнала») со значением 20 p.u. мгновенная погрешность коэффициента масштабного преобразования не должна превышать 10 % для любой постоянной времени в пределах до 100 мс.

Для первичного напряжения переходная характеристика определяется реакцией на ступенчатый импульс, т.е. изменением значения формы импульса в пределах диапазона до нуля, при этом сигнал на выходе измерительной системы должен понижаться до уровня менее чем 10 % от его начального значения за время в пределах 4 мс и опускаться ниже 10 % только после этого времени.

Некоторые заказчики могут потребовать функционирование системы для частот в диапазоне от 65 до 75 Гц с уменьшенными требованиями к точности. При этом рекомендуется, чтобы поставщик измерительной системы определил требования к техническим характеристикам ее функционирования в этом диапазоне частот.

5.7 Настройка детектирования сигнала ошибки

Выход интерфейса измерительной системы должен быть зафиксирован на нуле в момент определения внутренней неполадки, чтобы не вызвать серьезные неполадки или ложные срабатывания. Это обеспечивается резервным питанием измерительной системы или отключением при переходных режимах. Время от выявления проблемы до ее устранения должно составлять не более 0,2 мс.

Обычно выявление проблемы проводят тем же методом, что и при обнаружении погрешностей, как это делают при проверке корректности при передаче данных с выхода, описанной в 4.4.2.

5.8 Описание сигнала корректности передаваемых данных

Опциональный сигнал, передающий информацию о корректности данных 4.4.2, должен быть сигналом ТТЛ-уровня (0 или 5 В), изолированным от защитного заземления и предназначенным для передачи с использованием того же метода соединения, как и при передаче аналоговых сигналов измерительной системы (см. раздел 7). Логическая единица от 3,0 до 5,5 В информирует о наличии на выходе измерительной системы корректных данных. Логический ноль в диапазоне от 0 до 0,5 В должен сообщать об ошибке данных на выходе измерительной системы. Выход данного опционального сигнала должен обеспечивать напряжения в пределах указанной спецификации при сопротивлении нагрузки 200 Ом или выше. Задержка с момента запускающего события до изменения состояния выхода должна не превышать 1 мс.

Входные цепи в защитном реле для приема данного сигнала должны быть изолированы от защитного заземления и иметь входное сопротивление более чем 2 кОм. При этом сигналы только с уровнем свыше 2,5 В должны быть восприняты как логическая единица.

6 Промежуточные устройства

6.1 Назначение

Промежуточные устройства могут быть использованы с целью создания суммы или разности отдельных выходов измерительных систем. Они также могут быть использованы для изоляции входов различных типов реле или измерительных приборов, подключаемых к единому выходу измерительной системы. Промежуточные устройства могут иметь единичное усиление или могут включать масштабирование отдельных входов для изменения коэффициента передачи измерительной системы.

Промежуточные устройства могут также использоваться для согласования выходов традиционных измерительных трансформаторов с выходами измерительной электронной системы. Требования к эксплуатации, определенные в этом разделе, применимы только к промежуточным устройствам с аналоговыми электронными выходами.

6.2 Требования к рабочим характеристикам промежуточных устройств

Точность, полоса пропускания и соотношение сигнал—шум у промежуточных устройств должны быть намного лучше, чем у самих измерительных систем. Ниже указаны требования, предъявляемые к промежуточным устройствам.

Таблица 3 — Требования к рабочим характеристикам промежуточных устройств

Коэффициент гармоник (суммарное значение коэффициента нелинейных искажений)	Менее 0,1 % от 1 p.u. тока в диапазоне от 1 Гц до 20 кГц
Погрешность коэффициента усиления	Менее 0,1 % от 1 p.u. тока в диапазоне от 45 Гц до 75 кГц
Фазовая погрешность	Менее 0,1° в диапазоне от 45 Гц до 75 кГц
Частотная характеристика	Устанавливается производителем; линейная в пределах 0 …–1 дБ в диапазоне от 15 Гц до 10 кГц
Соотношение сигнал—шум	Лучше, чем 80 дБ при 1 p.u. токе или напряжении, с полосой пропускания в пределах до 120 Гц

Требования к рабочим характеристикам усилителя должны быть выполнимы совместно к входным и выходным разъемам. Требования к рабочим характеристикам должны быть определены для единичного коэффициента усиления. Производитель должен указать рабочие характеристики при неединичном коэффициенте усиления.

6.3 Другие требования к промежуточным устройствам

Промежуточные устройства должны соответствовать всем остальным требованиям разделов 4 и 5, но не указанным в 6.2. Они должны соответствовать требованиям в диапазоне рабочих условий применения, условий транспортировки и хранения, указанных в IEEE Std C37.90™.

7 Инструкции по монтажу промежуточных устройств

Рисунки 2, 3 и 4 показывают примеры подключения для единичных и множественных источников и нагрузок. Они представлены для того, чтобы проиллюстрировать соответствующие подключения при расстояниях менее 50 м между измерительной системой и наиболее отдаленным входом реле. Экранированные проводники витой пары как правило выполняются в пределах общеподстанционного пункта управления, где разности между нулевыми потенциалами подключенных систем при возникновении короткого замыкания не превышают 20 В. Проводники сечением 24 AWG и больше вполне приемлемы для этих целей. Если несколько витых пар заключены в один общий экран, то взаимное влияние между каналами при дифференциальном включении не должно превышать уровня 70 дБ.

Следует обратить внимание на следующие основные характеристики, общие для всех рисунков:

- проводное подключение предполагает, что оборудование прошло испытание на подавление синфазных сигналов, как указано в разделе 4, и известен коэффициент ослабления синфазного сигнала, как указано в разделе 5;

- ни один из витых сигнальных проводников не заземляется в каком-либо месте;

- только один конец экрана, как правило со стороны реле или на приемном конце соединения, непосредственно заземлен. Для нескольких измерительных систем и/или нескольких установок реле определяют единую точку заземления экрана. Такое заземление обеспечивает только электростатическое экранирование, а не магнитное экранирование на промышленной частоте. Для обеспечения только одной точки заземления нескольких реле экраны могут быть подключены с применением шлейфового соединения, обеспечивая при этом единственную точку заземления;

- обратите внимание, что любая измерительная система или реле с несимметричной или нереверсивной полярностью, имеющая внутреннее соединение к общему или неполярному выходу интерфейса с защитным заземлением, может привести к проблемам с сигналом или нарушить изоляционную безопасность других устройств;

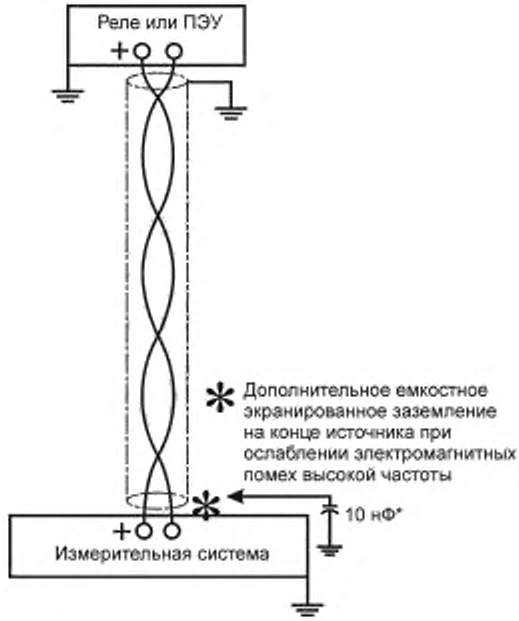

Рисунок 2 — Одна измерительная система и один вход реле

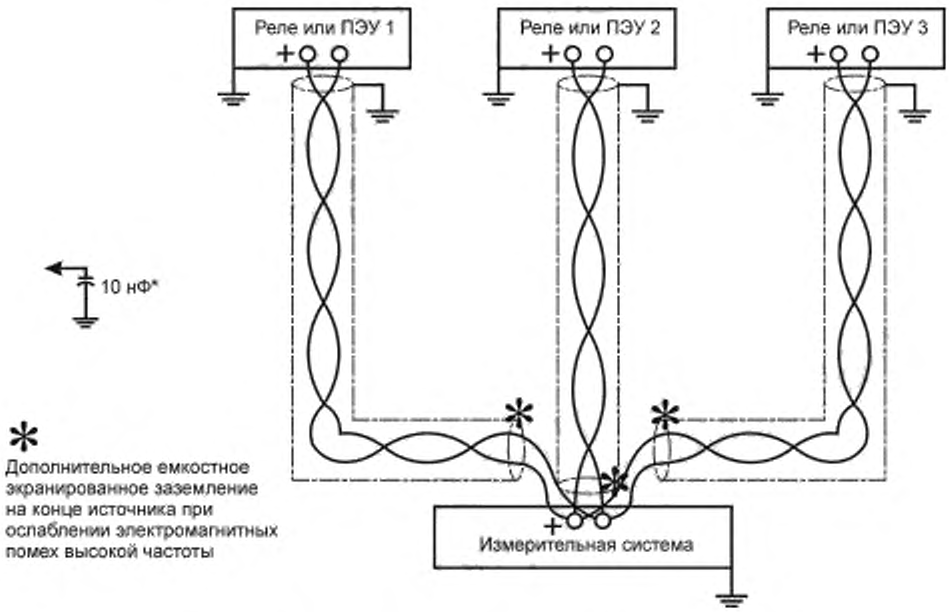

Рисунок 3 — Одна измерительная система с несколькими входами реле

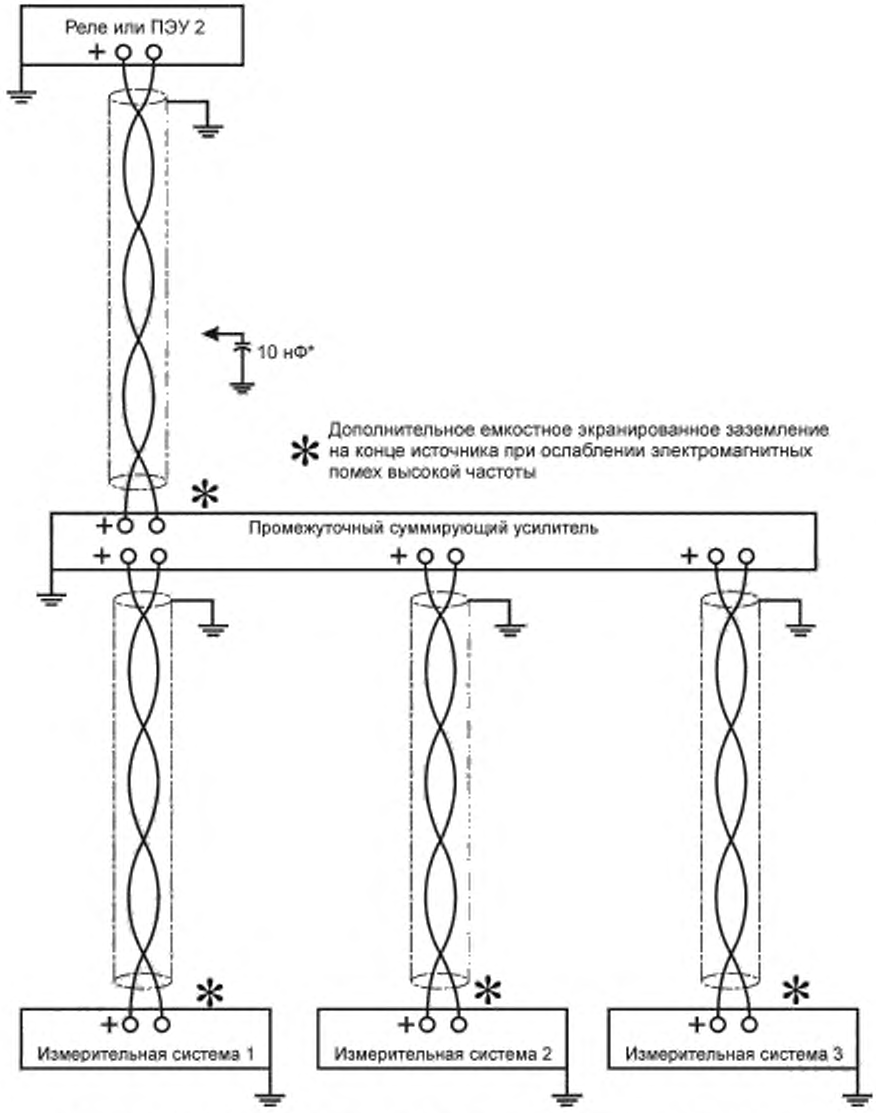

Рисунок 4 — Несколько измерительных систем и промежуточное устройство

- для обеспечения улучшения высокочастотного электромагнитного экранирования дополнительные керамические дисковые конденсаторы емкостью 10 нФ могут быть установлены между экраном и землей в каждой незаземленной точке подключения экрана. Они могут быть установлены пользователем или располагаться внутри оборудования производителей. Обратите внимание, что установка таких конденсаторов, как правило, приемлема для коротких контрольных кабелей, но представляет проблему для высокочастотного экранирования для более длинных контрольных кабелей.

Для подключения коммутационного оборудования расположенного в ОРУ, где отсутствуют благоприятные условия по качественной высокочастотной электромагнитной экранировке, заказчик должен более тщательно изучить схемы экранирования, заземление экранов и изоляции элементов. См. IEEE Std 525™.

В этом случае необходим дополнительный надежный внешний экран, заземленный с обоих концов, для устранения влияния на низкоуровневые измерительные сигналы воздействия токов, наведенных магнитными и электромагнитными полями промышленной частоты в экранах витых пар. При этом электронный источник сигналов необходимо будет изолировать от потенциала земли.

Приложение А
(справочное)

Безопасное применение

Имеются существенные различия в работе между современными аналоговыми электронными измерительными системами и традиционными пассивными измерительными системами с измерительными трансформаторами.

Новыми и особо важными для их применения являются характеристики в области низких частот, переходные процессы при включении и отключении системы, реакция на переходные режимы электрической сети, фазовые задержки, реакция к переходным режимам электрической сети, фазовые задержки, нагрузочная способность по выходу, неисправности и аварийные сигналы, калибровка. Противопоставление аналоговых и цифровых интерфейсов находятся в стадии обсуждения.

А.1 Амплитудно-частотная характеристика в области низких частот

Традиционные преобразователи с железным сердечником реагируют на низкие частоты до тех пор, пока не происходит насыщение устройства переменным током свыше определенного предела вольт на герц. То есть только очень низкие уровни сигнала воспроизводятся такими преобразователями без искажения на низких частотах. Насыщение происходит резко во время текущего полупериода, при этом выходной сигнал полностью и внезапно исчезает вплоть до обратной полярности. Аналоговые электронные измерительные системы, указанные в настоящем стандарте, напротив, могут иметь спад амплитудно-частотной характеристики в области низких частот или полностью пропускать постоянную составляющую сигнала. Включение же низкочастотного фильтра может привести к различным и непредсказуемым переходным процессам, для которых реле и другие высокоскоростные измерительные системы не предназначены. Из специфических явлений можно выделить: смещение точки отсчета, неточный отклик на экспоненциально-затухающие переходные характеристики (появление постоянного напряжения смещения) и низкочастотный затухающий колебательный процесс как реакция на входные переходные характеристики.

Разработчики реле должны оценивать влияние низкочастотных составляющих на алгоритмы измерения, и особенно на те, которые специально разрабатываются для срабатывания от смещений на постоянном токе, часто возникающих при токах короткого замыкания. Точность, указанная в 5.6, включает и требование к срабатыванию от смещения на постоянном токе.

А.2 Переходные процессы при запуске и выключении

Когда оперативный ток прикладывается к электронному устройству, связанному с электронной измерительной системой, то в ее подключенных цепях возникает переходной процесс, приводящий к появлению на выходе больших уровней сигналов не связанных с наличием сигналов на входе. Это паразитное явление может продлиться в течение нескольких секунд и привести к ложному срабатыванию подключенных реле. Выключение электроники может вызвать такой же нежелательный эффект.

Проблема может быть решена комбинировано: посредством отключения выхода и подавлением, как указано в 5.7, при использовании дополнительного сигнала, определяющего корректность выходного сигнала, как указано в 4.4.2. Необходимо заострить внимание на следующих аспектах:

- временная длительность настройки подавления сигнала на выходе должна быть сравнима с длительностью колебательного процесса электроники при ее запуске;
- каковой должна быть амплитуда выброса колебательного процесса, когда должно сработать подавление сигнала на выходе;
- возможность настройки режима отключения выхода для предварительного подавления сигнала еще до возникновения существенного выброса во время отключения;
- имеется ли влияние наличия или отсутствия сигналов на входах в течение времени, необходимого для стабилизации питания;
- имеется ли влияние кратковременных прерываний в подаче электропитания постоянного тока к электронике измерительной системы во всем или меньшем диапазоне времени подавление сигнала на выходе;
- проведены ли испытания на соответствие стандартам, описывающим параметры качества электропитания постоянным током, включая кратковременные прерывания в подаче питания, пульсации и кондуктивные помехи.

А.3 Переходная характеристика

Переходный режим или переходная характеристика могут достаточно сильно отличаться в зависимости от полосы пропускания частот, хотя являются тесно связанными с соответствующими характеристиками высокочастотной фильтрации в электронике измерительной системы. Короткие замыкания и коммутация приводят к положительному или отрицательному выбросам на выходе и, возможно, к затухающим высокочастотным колебаниям.

Пользователь должен проверить ответное действие реле на воздействия этих искажений. Следует иметь в виду, что положительные или отрицательные выбросы могут привести к ошибкам срабатывания высокоскоростных реле.

Также необходимо знать, что в широкополосных высокоскоростных дифференциальных схемах имеются отличия в передаточных характеристиках измерительных систем разных поколений, разных производителей, что также может привести к неправильным и отличающимся значениям на выходе и повлечет за собой снижение надежности или даже ложное срабатывание.

Проблем может не возникнуть, если частота среза антиэлайзингового фильтра (фильтра защиты от наложения спектров — для устранения эффектов наложения спектров (при дискретизации) подключенного микропроцессорного реле защиты в три или более раз ниже полосы пропускания измерительной системы и имеющихся частотных искажений.

Следует обратить внимание на то, что 5.6 включает переходные характеристики измерительной системы, определяемые реакцией на ступенчатый импульс.

А.4 Фазовая задержка

Задержка по времени измеренного первичного значения в электрической сети до представления этой величины измерительной системой к подключенным системам реле может быть короткой по сравнению с интервалом времени измерения и на первый взгляд незначительной. Однако это может стать серьезной проблемой для любого реле или измерительной системы, сравнивающей две величины, поступающие от двух различных типов измерительных систем. Дифференциально-токовое сравнение является хорошим примером того, где высокоскоростные схемы чувствительны к разности фазовых задержек между двумя измерительными системами. Дистанционные и направленные реле, и в частности коммерческие счетчики электроэнергии, могут испытывать даже бо́льшие проблемы, поскольку должны точно сопоставлять временны́е зависимости между напряжениями и токами.

Системы измерения напряжения используют иные методы, чем при измерении тока, без подтверждения достоверности в идентичности задержек при измерении первичных сигналов тока и напряжения.

В 5.2 описана дополнительная возможность по выбору фазовой коррекции, предоставляемая производителем.

А.5 Нагрузочная способность

Режим выхода измерительной системы по напряжению должен быть в состоянии обеспечить током всю подключенную нагрузку, рассматриваемую как параллельную группу входов. Увеличение нагрузки может привести к ухудшению точности формирования сигналов и определяется сопротивлением источника, причем выходные сигналы по-прежнему могут быть использованы во многих приложениях. Можно провести параллель влияния нагрузок на традиционные трансформаторы тока и напряжения (ТТ и ТН).

А.6 Неисправности и аварийные сигналы

Проектировщики должны иметь возможность определить характер отказа, в частности электронных компонентов, а также оценить влияние фактов, таких как повреждения, обрывы или трещины в волоконно-оптическом кабеле. Невозможно избежать всех проблем, но для предотвращения некоторых из них существуют дополнительные меры безопасности.

В этой связи разработчик может оказать помощь, представив данные о высоком быстродействии систем самоконтроля, позволяющих обнаружить демпфирование или подавление сигнала на выходе. Обратите внимание, что демпфированный сигнал на выходе может взаимодействовать с реле дифференциальной защиты, что может привести к ложному срабатыванию, если не используется дополнительный сигнал о некорректности данных для блокировки отключения. Потеря напряжения на дистанционном реле вызовет ложное срабатывание или вызовет логику потери потенциала (если таковой используется), что очень ограничит возможности защиты.

Способность измерительной системы к самодиагностике незначительных проблем и вызову неэкстренных аварийных сигналов, без подавления или блокировки, дает обслуживающему персоналу перспективу решить проблему прежде, чем это вызовет негативные последствия. Порт коммуникации данных, который может оповестить об указанной диагностике через модем или порт WAN, увеличивает возможность того, что специалисты по ремонту прибудут с нужными запасными частями и оборудованием.

А.7 Калибровка

Поставщик обязан обучить пользователя методам, при помощи которых проводится первичная калибровка измерительной системы и поддерживается в дальнейшем. В частности, удостовериться, что поставляемый ИЭУ имеет характеристики, которые могут потребоваться для выполнения методики калибровки.

Поставщик измерительной системы должен указать заказчику, что делать с калибровкой системы в случае, когда осуществляется замена неисправного электронного модуля преобразования.

А.8 Цифровые интерфейсы

Настоящий стандарт описывает только низкоуровневые аналоговые интерфейсы, включая встроенные в большие системы с наличием интерфейсов цифровых данных и когда интероперабельность для аналоговых интерфейсов является важной как для производителей, так и для пользователей.

Цифровые интерфейсы требуют спецификации процессов дискретизации, производительности и многоуровневости слоев протокола передачи данных для обмена между измерительной системой и реле. Интерфейсы цифровых данных для предоставления информации об электрической сети представлены в МЭК 61850-9-1, МЭК 61850-9-2, МЭК 60044-7 и МЭК 60044-8.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEEE Std 525™	—	*
IEEE Std 1050™	—	*
IEEE Std C37.90™	—	*
IEEE Std C37.90.1™	—	*
IEEE Std C37.90.2™	—	*
IEEE Std C57.13™	—	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.		

Библиография

IEEE P1331 Draft 8.3, April 1999: Trial use standard for low energy analog signal inputs to protective relaying (Проект 8.3, апрель 1999: Пробный стандарт для защитных реле со слаботочными аналоговыми входами)

УДК 621.3.089.6:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: преобразователи электрические измерительные, аналоговые входы, защитные реле, преобразователи напряжения и тока

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 08.04.2019. Подписано в печать 31.05.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru