
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.120.40.102-2011**

**Методические указания по инженерным расчетам в системах
оперативного постоянного тока для предотвращения неправильной работы
дискретных входов микропроцессорных устройств релейной защиты и
автоматики, при замыканиях на землю в цепях оперативного постоянного
тока подстанций ЕНЭС**

Стандарт организации

Дата введения: 11.10.2011

ОАО «ФСК ЕЭС»
2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации – ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте

- 1 РАЗРАБОТАН: ГОУВПО «МЭИ (ТУ)».
- 2 ВНЕСЁН: Департаментом технологического развития
и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС».
- 3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.10.2011 № 619.
- 4 ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по НТД следует направлять в ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: vaga-na@fsk-ees.ru.

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

Область применения	4
Нормативные ссылки	4
Термины и определения	5
Сокращения	5
Общие требования	5
Расчет емкости полюсов сети СОПТ и емкости полюсов цепей, подключенных к дискретным входам микропроцессорных устройств	6
Экспериментальное определение емкости полюсов сети СОПТ и емкости полюсов цепей, подключенных к дискретным входам микропроцессорных устройств	8
Экспериментальное определение параметров дискретных входов микропроцессорных устройств	10
Требования к устройствам контроля изоляции СОПТ относительно земли	11
Приложение 1 Сводка требований к дискретным входам	12
Приложение 2 Рекомендации по предотвращению неправильной работы МПРЗА, установленных на действующих подстанциях	13

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на дискретные входы микропроцессорных релейных защит и автоматики (МПРЗА) и системы оперативного постоянного тока 220 В подстанций напряжением 110 кВ и выше.

В стандарте представлены требования к параметрам срабатывания дискретных входов МПРЗА по условиям обеспечения их отстройки от возмущений, возникающих при замыканиях на землю в сети оперативного постоянного тока подстанций ЕНЭС. Стандарт уменьшает вероятность неправильной работы МПРЗА из-за попадания переменного напряжения в СОПТ и из-за помех, обусловленных коммутационными перенапряжениями.

Стандарт является обязательным при проектировании, комплексном техперевооружении, аттестации устройств РЗА, реконструкции и эксплуатации подстанций ОАО "ФСК ЕЭС".

2 Нормативные ссылки

При разработке настоящего стандарта использованы следующие документы:

СТО 56947007-29.240.10.028 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ

СТО 56947007-29.120.40.041-2010 Системы оперативного постоянного тока подстанций. Технические требования

СТО 56947007-29.120.40.093-2011 Руководство по проектированию систем оперативного постоянного тока (СОПТ) ПС ЕНЭС. Типовые проектные решения

СТО-56947007-29.240.044-2010. Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на электросетевых объектах ЕНЭС

СТО-56947007-29.240.043-2010 Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов

ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний

Примечание: при использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если

ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

Дискретный вход	- устройство в составе МПРЗА для ввода дискретного сигнала.
Импульс режекции	- импульс тока, формируемый ДВ, предназначенный для снижения переходного напряжения и, дополнительно, способствующий прожигу окисной пленки контактов.
Управляющий контакт	- внешний управляемый контакт входной цепи дискретного входа.
Переключение дискретного входа	- изменение состояния выходной цепи дискретного входа.
Несимметрия напряжений	- разность напряжений, относительно земли, полюсов сети СОПТ.

4 Сокращения

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами

ДВ - дискретный вход

ЕНЭС – единая национальная электрическая сеть

МПРЗА – микропроцессорная релейная защита и автоматика

ОПУ - общеподстанционный пункт управления

ОРУ - открытое распределительное устройство

РЗА – релейная защита и автоматика

СОПТ - система оперативного постоянного тока

УК - управляющий контакт

УКИ - устройство контроля изоляции

ЩПТ - щит постоянного тока

5 Общие требования

5.1. В части не противоречащей требованиям настоящего стандарта, следует руководствоваться нормативными документами, перечисленными в разделе 2.

5.2. Жилы «+» и «-», цепей связывающих источник питания, УК и ДВ, должны находиться в одном контрольном кабеле.

5.3. ДВ должен переключаться только от напряжения прямой полярности. При приложении к ДВ напряжения обратной полярности срабатывания не должно происходить при любом значении напряжения. Униполярность ДВ

должна предотвращать переключение ДВ при замыканиях на землю отрицательного полюса сети СОПТ.

5.4. ДВ не должен повреждаться при подаче на него напряжения обратной полярности.

5.5. Сопротивление входной цепи ДВ должно обеспечивать возможность поиска места замыкания на землю в цепи между УК и ДВ. Максимально допустимое внутреннее сопротивление входной цепи ДВ в закрытом рабочем состоянии - 60 кОм.

5.6. Требования к параметрам импульса режекции тока.

5.6.1. Импульс режекции должен обеспечивать отстройку ДВ от возмущений, связанных с процессами перезаряда емкостей сети СОПТ при замыканиях на землю. Кроме того, этот импульс способствует разрушению окисной пленки на контактах.

5.6.2. Импульс режекции должен обеспечивать протекание по входной цепи ДВ количества электричества не менее 200 мкКл (произведение среднего значения тока на продолжительность импульса). Продолжительность импульса режекции должна быть не меньше продолжительности задержки срабатывания ДВ.

5.6.3. Напряжение запуска импульса режекции не должно превышать 154 В. Напряжение запуска импульса режекции должно быть меньше напряжения срабатывания ДВ.

5.6.4. Напряжение выключения импульса режекции должно быть меньше напряжения возврата ДВ.

5.6.5. Напряжения запуска и выключения импульса режекции для ДВ, имеющих задержку срабатывания не менее 5 мс, могут совпадать с соответствующими напряжениями срабатывания и возврата ДВ.

5.7. Требования к параметрам срабатывания ДВ

5.7.1. Напряжение срабатывания должно быть 170 В, допустимый разброс напряжения срабатывания до 158 В.

5.7.2. Должна быть обеспечена возможность установки времени задержки срабатывания дискретного входа 0, 2, 5 - 12 и 20 мс. В диапазоне от 5 до 12 мс задержка должна регулироваться с шагом 1 мс.

Наличие задержки срабатывания ДВ обеспечивает снижение напряжения, прикладываемого к ДВ при замыканиях на землю, за счет импульса режекции.

5.7.3. Напряжение возврата ДВ в исходное состояние должно быть в диапазоне от 154 до 132 В.

6 Расчет емкости полюсов сети СОПТ и емкости полюсов цепей, подключенных к дискретным входам микропроцессорных устройств

6.1. На стадии разработки проектной документации необходимо производить расчет ёмкости цепей распределительной сети СОПТ относительно земли для проверки соответствия требованиям настоящего стандарта.

6.2. Расчет производится для суммарной емкости положительного и отрицательного полюсов сети СОПТ, а также для наиболее длинных кабелей между управляющим контактом и ДВ.

6.3. При расчете ёмкостей следует учитывать ёмкости относительно земли жил кабельных линий и ёмкости конденсаторов в составе оборудования СОПТ, соединенных с заземленными корпусами. Поставщики оборудования должны предоставлять сведения о ёмкости внутренних цепей оборудования, подключаемого к СОПТ, относительно заземленного корпуса.

6.4. При отсутствии данных о ёмкости конденсаторов, установленных в оборудовании, подключенном к СОПТ и соединенных с корпусом, допускается использовать значение 2,2 нФ на каждую клемму внешнего присоединения. Емкость 2,2 нФ следует рассматривать в качестве предельно допустимой внутренней ёмкости клемм устройств МПРЗА относительно корпуса и земли.

6.5. Расчет ёмкости кабелей на землю производится на основе сведений об их длине и погонной емкости жил кабеля на землю. Суммарную емкость положительного и отрицательного полюсов сети СОПТ допускается рассчитывать как произведение общей длины всех кабелей распределительной сети СОПТ на их погонную емкость.

6.6. При отсутствии данных от производителя о погонной ёмкости жил кабеля на землю для экранированных и неэкранированных кабелей допускается принимать значение 0,3 мкФ/км.

6.7. Величина расчетной ёмкости полюсов сети СОПТ ограничивает величину предельно допустимой разности напряжений между полюсами относительно земли, таблица 6.1. Значения напряжений и емкостей, приведенные в таблице 6.1 соответствуют ДВ, отвечающим требованиям раздела 5.

6.8. Устройство контроля изоляции СОПТ должно выдавать аварийный сигнал в систему местной сигнализации и через АСУ ТП дежурному персоналу о возникновении несимметрии напряжений, превышающего значение, указанное в таблице 6.1. Дежурный персонал должен организовать незамедлительный поиск причин и устранение данного нарушения в работе СОПТ.

Таблица 6.1

Допустимые разности напряжений полюсов СОПТ относительно земли

При суммарной ёмкости на землю полюсов СОПТ, мкФ	Допустимая разность напряжений, В, при сопротивлении ДВ и задержке срабатывания									
	40 кОм					60 кОм				
	0мс	2мс	5мс	10мс	20мс	0мс	2мс	5мс	10мс	20мс
2	65	67	123	176	219	65	65	114	160	204
4	65	65	82	108	144	65	65	77	102	130
6	65	65	70	85	108	65	65	68	82	99
8	65	65	65	75	93	65	65	65	72	85
10 и более	65	65	65	70	82	65	65	65	65	77

7 Экспериментальное определение емкости полюсов сети СОПТ и емкости полюсов цепей, подключенных к дискретным входам микропроцессорных устройств

7.1. При проведении пуско-наладочных работ необходимо выполнить измерение суммарной ёмкости на землю сети СОПТ и отдельно цепей, соединяющих управляющие контакты и ДВ.

7.2. Замеры суммарной ёмкости полюсов производятся после завершения монтажных работ, когда к сети СОПТ подключены все электроприемники.

7.3. Измерение ёмкости сети СОПТ на землю производится с помощью осциллографирования напряжения между положительным полюсом сети и землей, при переходном процессе, инициированном преднамеренным включением резистора с известным сопротивлением. Рекомендуемое значение сопротивления резистора - 100 Ом. Развертка осциллографа по времени должна быть порядка 10 миллисекунд. Резистор может подключаться к полюсам СОПТ в любом месте, наиболее удобном для проведения эксперимента, рисунок 7.1.

При измерении емкости кабеля на участке управляющий контакт – ДВ, управляющий контакт должен быть разомкнут.

Осциллограф должен быть настроен на режим ждущей развертки, запуск производится автоматически, по изменению напряжения.

Характер изменения напряжения на резисторе, во время переходного процесса, показан на рисунке 7.3.

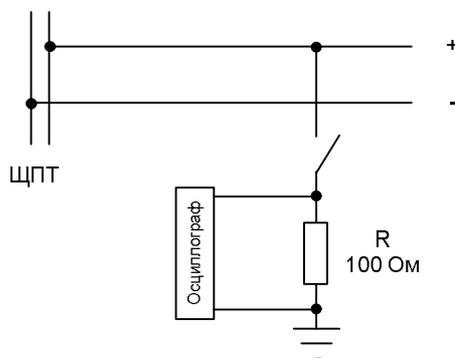


Рисунок 7.1. Схема измерения суммарной ёмкости на землю сети СОПТ.

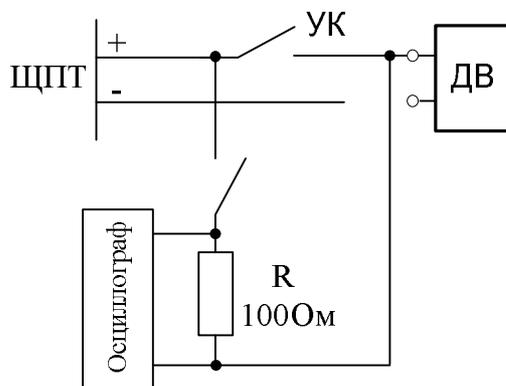


Рисунок 7.2. Схема измерения ёмкости на землю цепи УК - ДВ.

Значение постоянной времени τ определяется по осциллограмме напряжения:

$$\tau = t_2 - t_1 \quad (7.1)$$

Ей соответствует изменение напряжения на 63%. В качестве начального значения может приниматься напряжение в любой момент переходного процесса. Для снижения погрешности при визуальной обработке осциллограмм рекомендуется рассматривать начальную часть осциллограммы напряжения.

Ёмкость определяется по выражению

$$C = \frac{\tau}{R} \quad (7.2)$$

где R - сопротивление резистора, Ом

τ - постоянная времени изменения напряжения, мкс

C - суммарная ёмкость полюсов сети СОПТ на землю, мкФ.

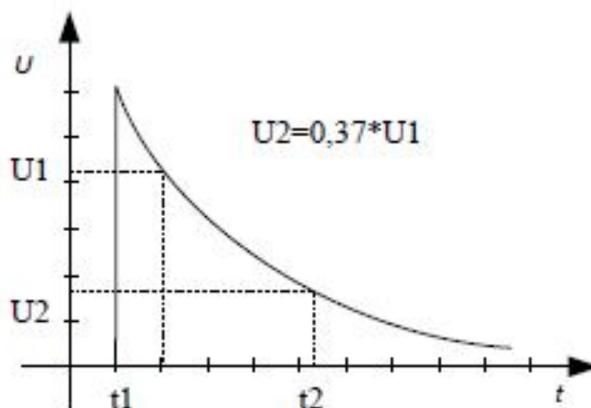


Рисунок 7.3. Напряжение между полюсом сети СОПТ и землей во время переходного процесса разряда ёмкости полюса

7.4. По измеренной суммарной ёмкости полюсов СОПТ, в соответствии с таблицей 6.1, уточняется максимально допустимое значение уставки устройства контроля изоляции (УКИ) для аварийной сигнализации.

7.5. Если ёмкость на землю участка управляющий контакт - ДВ превышает 0,7 мкФ, следует отдельно измерить емкость соединительной цепи, и убедиться, что в цепи используется одна жила кабеля. Отдельно измерить внутреннюю емкость ДВ. По результатам измерений принять меры по снижению суммарной емкости до значения не превышающего 0,7 мкФ.

7.6. В процессе эксплуатации необходимо проводить замеры суммарной ёмкости на землю сети СОПТ после подключения нового оборудования и электроприемников и после выполнения ремонтных работ. По результатам замеров проверяется уставка сигнализации УКИ о неисправности СОПТ.

8 Экспериментальное определение параметров дискретных входов микропроцессорных устройств

8.1. При проведении пуско-наладочных работ следует производить выборочную проверку характеристик одного - двух ДВ для каждого типа устройств МПРЗА, используемых на подстанции.

8.2. Для измерения параметров ДВ используются генератор двухступенчатых импульсов и осциллографы, регистрирующие входные напряжение и ток, а также сигнал на выходе ДВ, рисунок 8.1. Для регистрации выходного сигнала осциллограф может быть подключен к выходному реле МПРЗА, связанному с тестируемым ДВ.

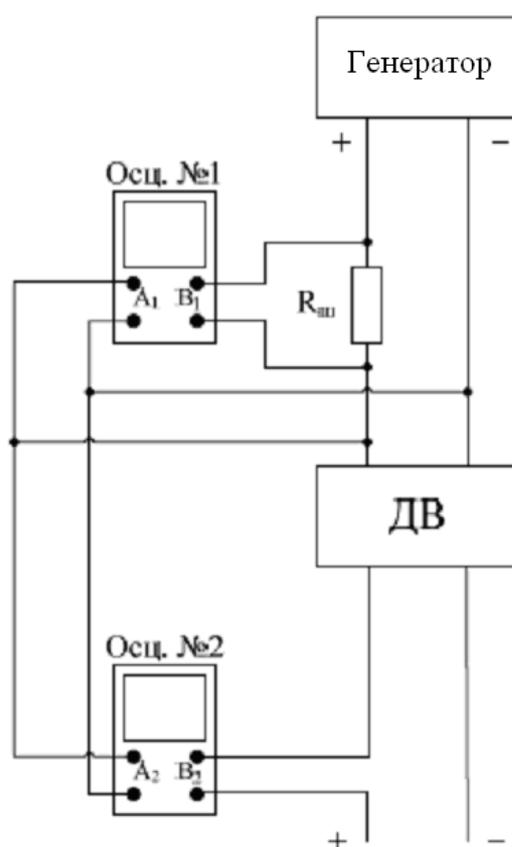


Рисунок 8.1. Схема измерения параметров ДВ.

8.3. При выполнении пуско-наладочных работ следует определять сопротивление изоляции полюсов сети СОПТ по показаниям УКИ и заносить их в протокол наладки. Если сопротивление изоляции полюса ниже 1 МОм следует найти и устранить причины снижения сопротивления.

8.4. Следует выборочно проверять работоспособность и чувствительность УКИ и переносного устройства поиска земли путем искусственного замыкания на землю цепи, соединяющей управляющий контакт и ДВ.

9 Требования к устройствам контроля изоляции СОПТ относительно земли

9.1. Устройства контроля изоляции (УКИ) СОПТ относительно земли должны соответствовать требованиям СТО 56947007-29.120.40.041-2010. Системы оперативного постоянного тока. Технические требования.

9.2. УКИ относительно земли должны выдавать предупредительный сигнал при несимметрии напряжений полюсов более 50 В и при снижении сопротивления изоляции полюсов ниже 135 кОм.

9.3. Уставка срабатывания УКИ по несимметрии напряжений должна регулироваться в диапазоне 50 - 85 В с шагом не более 5 В.

9.4. УКИ должны корректно определять симметричное снижение сопротивления изоляции полюсов СОПТ.

9.5. УКИ должно обеспечивать передачу информации о напряжениях и о сопротивлениях полюсов относительно земли в АСУ ТП и запускать устройства поиска места замыкания на землю.

9.6. СОПТ должна иметь систему поиска «земли», состоящую из двух основных частей:

- стационарной для автоматического выявления секции шин или сборок ЩПТ, на присоединениях которых произошло снижение сопротивления полюса относительно земли;

- переносной, в виде автономного прибора для поиска места замыкания на землю.

9.7. Переносное устройство поиска «земли» в сети оперативного постоянного тока должно определять место замыкания на землю в СОПТ через переходное сопротивление от нуля до 150 кОм. Работа устройства не должна снижать надежность работы СОПТ подстанции и создавать помехи для МПРЗА.

9.8. Устройства поиска «земли» должны сохранять работоспособность при изменениях емкости распределительной сети комплекта СОПТ относительно земли, обусловленных изменением коммутационного состояния цепей взаиморезервирования компонентов СОПТ.

9.9. Устройства контроля изоляции и поиска земли не должны производить помехоэмиссию в распределительную сеть СОПТ сигналов, способных вызывать ложные срабатывания РЗА. Инжектируемый в сеть ток не должен превышать 1,8 мА.

9.10. Способ присоединения кабелей распределительной сети к клеммникам ЩПТ должен обеспечивать возможность использования токовых клещей при поиске «земли».

Сводка требований к дискретным входам

Таблица П.1

Требования к параметрам ДВ МПРЗА

Наименование параметра	Нормативное значение	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
Общие требования:			
Внутреннее сопротивление входной цепи в дежурном режиме, кОм	40	-	60
Емкость внутренних цепей относительно корпуса, нФ	-	-	2,2
Параметры импульса режекции:			
Количество электричества импульса режекции, мкКл	200	200	-
Напряжение запуска импульса режекции*, В	143	143	154
Напряжение выключения импульса режекции*, В	-	-	143
Параметры срабатывания дискретного входа:			
Напряжение срабатывания ДВ, В	170	158	170
Продолжительность задержки срабатывания ДВ, мс	5	0	20
Напряжение возврата ДВ в исходное состояние, В	154	132	154

* Для дискретных входов с задержкой срабатывания менее 5 мс.

Рекомендации по предотвращению неправильной работы МПРЗА, установленных на действующих подстанциях

П2.1. ДВ, у которых внутреннее сопротивление входной цепи превышает предел чувствительности устройства поиска земли, рекомендуется шунтировать резисторами 40 кОм или меньше, но с учетом рассеиваемой на резисторе мощности и ограничений по тепловыделению в шкафах релейной защиты.

Использование ДВ с входным сопротивлением более 60 кОм затрудняет обнаружение замыканий на землю на участке между ДВ и УК и поиск мест замыканий. Уменьшение входного сопротивления ДВ приводит к увеличению тепловыделения в шкафах релейной защиты.

П2.2. Если напряжение срабатывания ДВ не соответствует требованиям п. 5.7.1, рекомендуется скорректировать характеристики ДВ, путем подключения их входных клемм через делитель напряжения, в соответствии с рисунком П2.1. Сопротивление резистора R2 подбирается опытным путем.

Резистор R2, увеличивая напряжение срабатывания ДВ, создает побочный эффект - увеличивает задержку срабатывания.

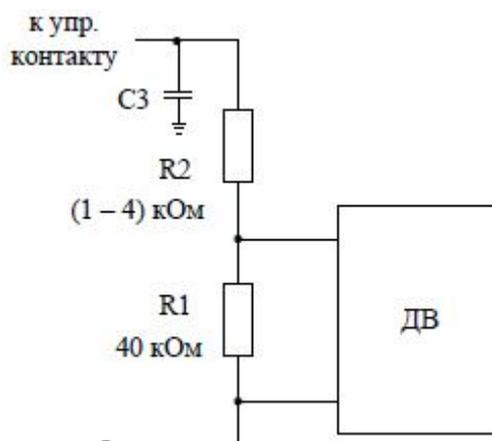


Рисунок П2.1. Схема подключения ДВ через делитель напряжения

П2.3. При невозможности получения требуемых характеристик ДВ с помощью резисторов R1 и R2, допускается подключать входную цепь ДВ через промежуточное реле типа РП-23 или аналогичное.