ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 9.612— 2025

Единая система защиты от коррозии и старения

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. СТАНЦИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Ассоциацией содействия в реализации инновационных программ в области противокоррозионной защиты и технической диагностики «СОПКОР»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 214 «Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2025 г. № 1233-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 1
3 Термины и определения 3
4 Сокращения 6
5 Классификация 6
6 Общие положения 7
7 Технические требования 8
8 Требования безопасности 19
9 Требования охраны окружающей среды 21
10 Правила приемки 21
11 Методы контроля 29
12 Указания по монтажу, эксплуатации, в том числе требования к хранению, транспортированию и утилизации 55
13 Гарантии изготовителя 56
Приложение А (рекомендуемое) Протокол информационного обмена силовых модулей с модулем управления МСКЗ и МСКЗ(Х) 57
Приложение Б (обязательное) Протокол информационного обмена с системами телемеханики 62
Приложение В (рекомендуемое) Типоразмеры силовых модулей, размещение силовых модулей в блочном каркасе СКЗ, типы соединителей, назначение их контактов и расположение соединителей в блочном каркасе силовых модулей 68
Библиография 78

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая система защиты от коррозии и старения

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. СТАНЦИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

Общие технические условия

Unified system of corrosion and ageing protection.
Electrochemical protection. Cathodic protection stations.
General specifications

Дата введения — 2026—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вновь разрабатываемые станции катодной защиты, применяемые в установках катодной защиты для электрохимической защиты наружных поверхностей подземных металлических трубопроводов, сооружений и конструкций различного назначения от подземной (грунтовой) коррозии.

Настоящий стандарт не распространяется:

- на неавтоматические станции катодной защиты, построенные на базе регулируемых полупроводниковых преобразователей;
- станции катодной защиты во взрывозащищенном исполнении;
- станции катодной защиты, предназначенные для защиты морских сооружений и корпусов морских судов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 2.114 Единая система конструкторской документации. Технические условия

ГОСТ 9.602 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.11 Система стандартов безопасности труда. Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Требования безопасности

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 15.309 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 20.57.406 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

Издание официальное

ГОСТ 26.005 Телемеханика. Термины и определения

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 8865 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация

ГОСТ 14192 Маркировка грузов

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 18620 Изделия электротехнические. Маркировка

ГОСТ 21130 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

ГОСТ 23216 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 25874 Аппаратура радиоэлектронная, электронная и электротехническая. Условные функциональные обозначения

ГОСТ 26567 Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Методы испытаний

ГОСТ 26830 Преобразователи электроэнергии полупроводниковые силовые мощностью до 5 кВ·А включительно. Общие технические условия

ГОСТ 28601.2 Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Шкафы и стоечные конструкции. Основные размеры

ГОСТ 30630.1.2 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации

ГОСТ 30630.2.1 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость к воздействию температуры

ГОСТ 30631 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

ГОСТ 30804.4.4—2013 (IEC 61000-4-4:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.6.2 (IEC 61000-6-2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний

ГОСТ 31818.11 (IEC 62052-11:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии

ГОСТ 31819.21 (IEC 62053-21:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2

ГОСТ 32144 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 35094 Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

ГОСТ ISO 3744 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью

ГОСТ IEC 61000-3-2 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с входным током не более 16 А в одной фазе)

ГОСТ IEC 61000-3-12 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-12. Нормы. Нормы гармонических составляющих тока, создаваемых оборудованием, подключаемым к общественным низковольтным системам, с входным током более 16 А, но не более 75 А в одной фазе

ГОСТ IEC 61000-6-4 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных обстановок

ГОСТ IEC 61643-11 Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний

ГОСТ IEC 61643-21 Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 21. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к телекоммуникационным и сигнализационным сетям. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний

ГОСТ Р 2.610 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 15.301 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 27.607 Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов

ГОСТ Р 51164 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 51317.4.5—99 (МЭК 61000-4-5—95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51337 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей

ГОСТ Р 51369 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности

ГОСТ Р 51908 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования

ГОСТ Р 51909 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на транспортирование и хранение

ГОСТ Р 55102 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов

ГОСТ Р ЕН 13018 Контроль визуальный. Общие положения

ГОСТ Р МЭК 60297-3-101 Конструкции несущие базовые радиоэлектронных средств. Блочные каркасы и связанные с ними вставные блоки. Размеры конструкций серии 482,6 мм (19 дюймов)

СП 245.1325800 Защита от коррозии линейных объектов и сооружений в нефтегазовом комплексе. Правила производства и приемки работ

СП 424.1325800 Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Производство работ по противокоррозионной защите средствами электрохимзащиты и контроль выполнения работ

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 26.005, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматическая станция катодной защиты:** Станция катодной защиты, построенная на базе стабилизированного полупроводникового преобразователя.

3.2

ждущий режим: Нерабочий режим, характеризующийся малым энергопотреблением (обычно индицируемый каким-либо способом на оборудовании), который может длиться неограниченное время.

Примечание — Данный режим иногда называют спящим режимом.

[ГОСТ IEC 61000-3-12—2016, пункт 3.15]

3.3

защитное заземление: Заземление точки или точек системы, или установки, или оборудования в целях электробезопасности.

[ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005, статья 195-01-11]

3.4

защитный потенциал: Потенциал металла, при котором достигается определенная степень защиты.

Примечание — Защитный потенциал может задаваться анодной или катодной поляризацией от внешнего источника или путем соединения с протектором.

[ГОСТ 9.106—2021, статья 106]

3.5

защитный ток: Величина тока стороннего источника, необходимая для создания защитного потенциала металла.

[ГОСТ 9.106—2021, статья 61]

3.6

катодная защита: Электрохимическая защита металла, осуществляемая катодной поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом, имеющим более отрицательный потенциал, чем у защищаемого металла.

[ГОСТ 9.106—2021, статья 99]

3.7 **модуль управления модульной станции катодной защиты:** Составная часть модульного преобразователя катодной защиты, предназначенная для управления силовыми модулями, конструктивно выполненная в виде вставного блока.

Примечание — Силовые модули должны отвечать требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101.

3.8 **силовой модуль модульной станции катодной защиты:** Стабилизированный полупроводниковый преобразователь, конструктивно выполненный в виде вставного блока.

Примечание — Силовые модули должны отвечать требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101.

3.9 **модульная многоканальная станция катодной защиты:** Модульная станция катодной защиты, содержащая два и более модульных преобразователя катодной защиты, обеспечивающих независимое распределение защитных токов на несколько подземных стальных сооружений.

3.10 **модульный преобразователь катодной защиты:** Составная часть модульной станции катодной защиты, состоящая из модуля управления и силового(ых) модуля(ей), конструктивно выполненных в виде блочного каркаса.

Примечание — Силовые модули должны отвечать требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101.

3.11 **модульная станция катодной защиты:** Станция катодной защиты, состоящая из электротехнического шкафа и набора стоек с установленным на них модульным преобразователем катодной защиты, обеспечивающая взаимозаменяемость силовых модулей и возможность их демонтажа.

Примечание — Силовые модули должны отвечать требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101.

3.12 **неавтоматическая станция катодной защиты:** Станция катодной защиты, построенная на базе регулируемого полупроводникового преобразователя.

3.13 **отказ станции катодной защиты:** Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния станции катодной защиты, с переходом в частично неработоспособное состояние, в котором значение хотя бы одного из параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям документации на это изделие.

3.14

подземная коррозия: Коррозия металла в почвах и грунтах.
[ГОСТ 9.106—2021, статья 27]

3.15

поляризационный потенциал: Потенциал металлического сооружения при его катодной защите без омической составляющей.

Примечание — Измерение поляризационного потенциала по ГОСТ 9.602.

[ГОСТ 9.108—2023, статья 47]

3.16

потенциал с омической составляющей: Потенциал сооружения при его катодной защите, включающий величины падения напряжения в грунте или электролите и защитном покрытии.
[ГОСТ 9.108—2023, статья 48]

3.17

работоспособное состояние: Состояние объекта, в котором значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативной и технической документации.
[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 14]

3.18

регулируемый полупроводниковый преобразователь: Полупроводниковый преобразователь электроэнергии, у которого один или несколько выходных параметров могут изменяться по определенному закону в соответствии с управляющим воздействием.
[ГОСТ 23414—84, статья 19]

3.19

стабилизированный полупроводниковый преобразователь: Полупроводниковый преобразователь электроэнергии, предназначенный для поддержания одного или нескольких выходных параметров на определенном уровне с заданной точностью независимо от изменения входных параметров и возмущающих воздействий.
[ГОСТ 23414—84, статья 20]

3.20

станция катодной защиты; СКЗ: Электротехническое устройство, предназначенное для создания разности потенциалов на сооружении, находящемся под электрохимической защитой за счет преобразования электрической энергии.
[ГОСТ 9.108—2023, статья 62]

3.21 **участок высокой коррозионной опасности:** Участок подземного сооружения, на котором произошли коррозионные отказы (разрывы, свищи), или участки, на которых скорость коррозии превышает 0,3 мм/год.

3.22

электрохимическая защита: Защита металла от коррозии, осуществляемая поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом (протектором), имеющим более отрицательный или более положительный потенциал, чем у защищаемого металла.

Примечание — В зависимости от направления поляризации различают катодную и анодную защиты.

[ГОСТ 9.106—2021, статья 98]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АСКЗ — автоматическая станция катодной защиты;
АСКЗ(Х) — многоканальная автоматическая станция катодной защиты;
ВКО — высокая коррозионная опасность;
ВОЛС — волоконно-оптическая линия связи;
ЗИП — запасные части, инструменты и принадлежности;
КД — конструкторская документация;
МСКЗ — модульная станция катодной защиты;
МСКЗ(Х) — многоканальная модульная станция катодной защиты;
ОТК — отдел технического контроля;
ПК — персональный компьютер;
ПКИ — покупные комплектующие изделия;
ПО — программное обеспечение;
ТУ — технические условия;
УЗИП — устройство защиты от импульсных перенапряжений;
УКВ — ультракороткие волны (радиоволны диапазонов дециметровых, сантиметровых, миллиметровых и децимиллиметровых волн);
ЭМС — электромагнитная совместимость;
ЭХЗ — электрохимическая защита;
EIA RS-485 — стандарт, рекомендованный альянсом отраслей электронной промышленности (Electronic Industries Alliance recommended standard 485).

Примечание — Стандарт физического уровня для асинхронного интерфейса, регламентирует электрические параметры полудуплексной многоточечной дифференциальной линии связи типа «общая шина»;

GSM — система цифровой мобильной сотовой связи (global system for mobile communications).

Примечание — Аббревиатурой GSM также обозначают стандарты в области мобильной сотовой связи;

LPD — диапазон радиочастот для маломощных устройств (low power device);
Modbus RTU — открытый коммуникационный протокол прикладного уровня для последовательной передачи данных между устройствами по архитектуре «клиент — сервер» согласно [1], [2];
PLC — стандарт для использования линий электропередачи для передачи голосовой информации или данных (power line communication);
USB — последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике (universal serial bus).

5 Классификация

5.1 СКЗ классифицируют по следующим признакам:
- условиям работы;
- количеству независимых каналов;
- конструктивному исполнению;
- климатическому исполнению;

- типу источника питания;
- наличию резервирования.

5.2 Классификация по условиям работы:

- СКЗ, предназначенные для работы в нормальных условиях;
- СКЗ, предназначенные для работы в особых условиях.

Нормальные условия работы должны соответствовать следующим требованиям:

- высота установки над уровнем моря — не более 1000 м;
- климатическое исполнение — У, ХЛ, УХЛ, М по ГОСТ 15150;
- категории размещения — 1, 2.1, 2 по ГОСТ 15150;
- тип атмосферы — I и II по ГОСТ 15150;
- группы механического исполнения — М1 по ГОСТ 30631;
- нормы качества электроэнергии источников питания переменного тока — в соответствии с требованиями ГОСТ 32144.

По требованию заказчика СКЗ могут быть предназначены для особых условий работы, которые необходимо учесть при проектировании СКЗ, например, высота установки над уровнем моря, превышающая значение, указанное в 5.2.2; более высокая или низкая температура окружающей среды; температура и/или влажность, соответствующая тропическому климату; сейсмическая активность; сильные загрязнения; нестандартные нормы напряжения и тока нагрузки и смешанная нагрузка; особые условия транспортирования, хранения и установки (ограничение массы или габаритных размеров) и другие.

5.3 Классификация по количеству независимых каналов:

- одноканальные;
- многоканальные.

5.4 Классификация по конструктивному исполнению:

- МСКЗ, МСКЗ(Х), состоящие из силовых модулей, модулей управления, модулей сопряжения с системами дистанционного контроля и управления, обеспечивающие взаимозаменяемость модулей, соответствующих требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101, обеспечивающие возможность и удобство демонтажа, установки, осмотра, обслуживания, ремонта и замены модулей;
- АСКЗ, АСКЗ(Х) конструктивного исполнения без учета требований ГОСТ Р МЭК 60297-3-101.

5.5 Классификация по типу климатических исполнений У, ХЛ, УХЛ и М, если в требованиях заказчика не установлены другие типы климатических исполнений по ГОСТ 15150.

5.6 Классификация по категориям размещения 1, 2.1 и 2, если в требованиях заказчика не установлены другие категории климатического размещения по ГОСТ 15150.

5.7 Классификация по типу источника питания:

- от однофазной сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц;
- от трехфазной сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц;
- от источников постоянного тока.

5.8 Классификация по наличию резервирования выходного тока:

- без резервирования;
- с резервированием силовых модулей;
- с резервированием преобразователя катодной защиты.

5.9 Для идентификации продукции с учетом классификационных признаков в проектной и эксплуатационной документации условное обозначение должно содержать:

- сокращенное наименование СКЗ, принятое производителем;
- тип источника питания СКЗ;
- номинальный ток катодной защиты в амперах;
- номинальное выходное напряжение в вольтах;
- количество независимых каналов;
- наличие резервирования;
- тип климатического исполнения и категорию размещения;
- обозначение нормативного документа изготовителя согласно ГОСТ 2.114.

6 Общие положения

СКЗ предназначены для применения в качестве источников защитного тока в системе ЭХЗ от коррозии в почвенно-грунтовых водах и грунтах, биокоррозии, коррозии переменными токами промыш-

ленной частоты, а также для защиты от коррозии блуждающими постоянными токами, в соответствии с ГОСТ 9.602 и ГОСТ Р 51164.

7 Технические требования

7.1 Основные параметры и характеристики

7.1.1 Требования назначения

7.1.1.1 АСКЗ должна состоять из следующих основных функциональных составных частей в соответствии с рисунком 1:

- шкаф электротехнический или корпус;
- стабилизированный полупроводниковый преобразователь;
- коммутационные устройства;
- комплект УЗИП по всем внешним цепям;
- контактные зажимы для подключения внешних цепей.

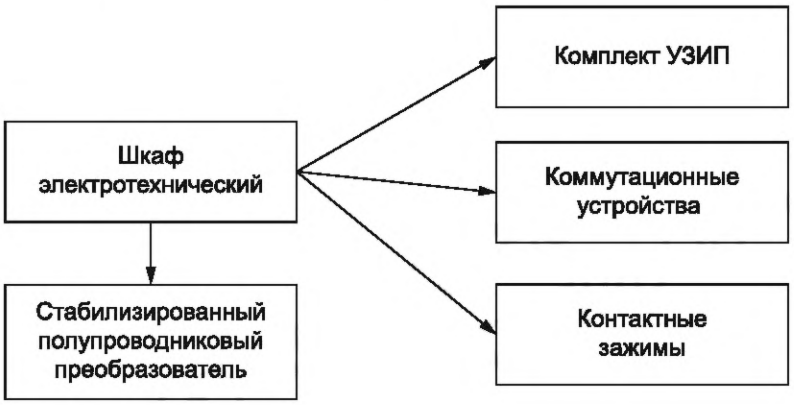

Рисунок 1 — Функциональный состав АСКЗ

7.1.1.2 АСКЗ(Х) должна состоять из следующих основных функциональных составных частей в соответствии с рисунком 2:

- электротехнического шкафа или корпуса;
- стабилизированных полупроводниковых преобразователей (двух или более, по количеству каналов);
- комплектов коммутационных устройств (двух или более, по количеству каналов);
- комплектов УЗИП по всем внешним цепям (двух или более, по количеству каналов);
- комплектов контактных зажимов для подключения внешних цепей (двух или более, по количеству каналов).

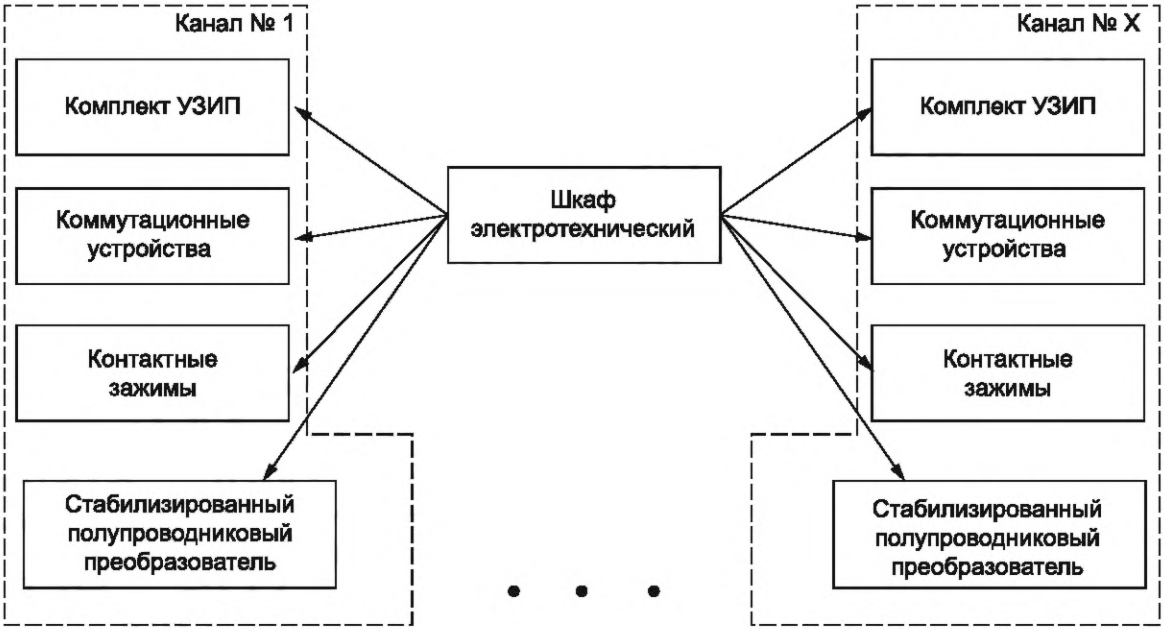

Рисунок 2 — Функциональный состав АСКЗ(X)

7.1.1.3 МСКЗ должна состоять из следующих основных функциональных составных частей в соответствии с рисунком 3:

- электротехнического шкафа или корпуса с набором стоек, обеспечивающих установку блочных каркасов и взаимозаменяемость модулей, соответствующих требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101;
- основного модульного преобразователя катодной защиты, в состав которого входят силовой модуль (один или более), модуль управления, счетчик времени защиты сооружения и счетчик времени наработки;
- резервного модульного преобразователя катодной защиты (для МСКЗ с автоматическим включением резерва);
- счетчика учета электроэнергии;
- интерфейса связи с телемеханикой;
- коммутационных устройств;
- комплектов УЗИП по всем внешним цепям;
- контактных зажимов для подключения внешних цепей.

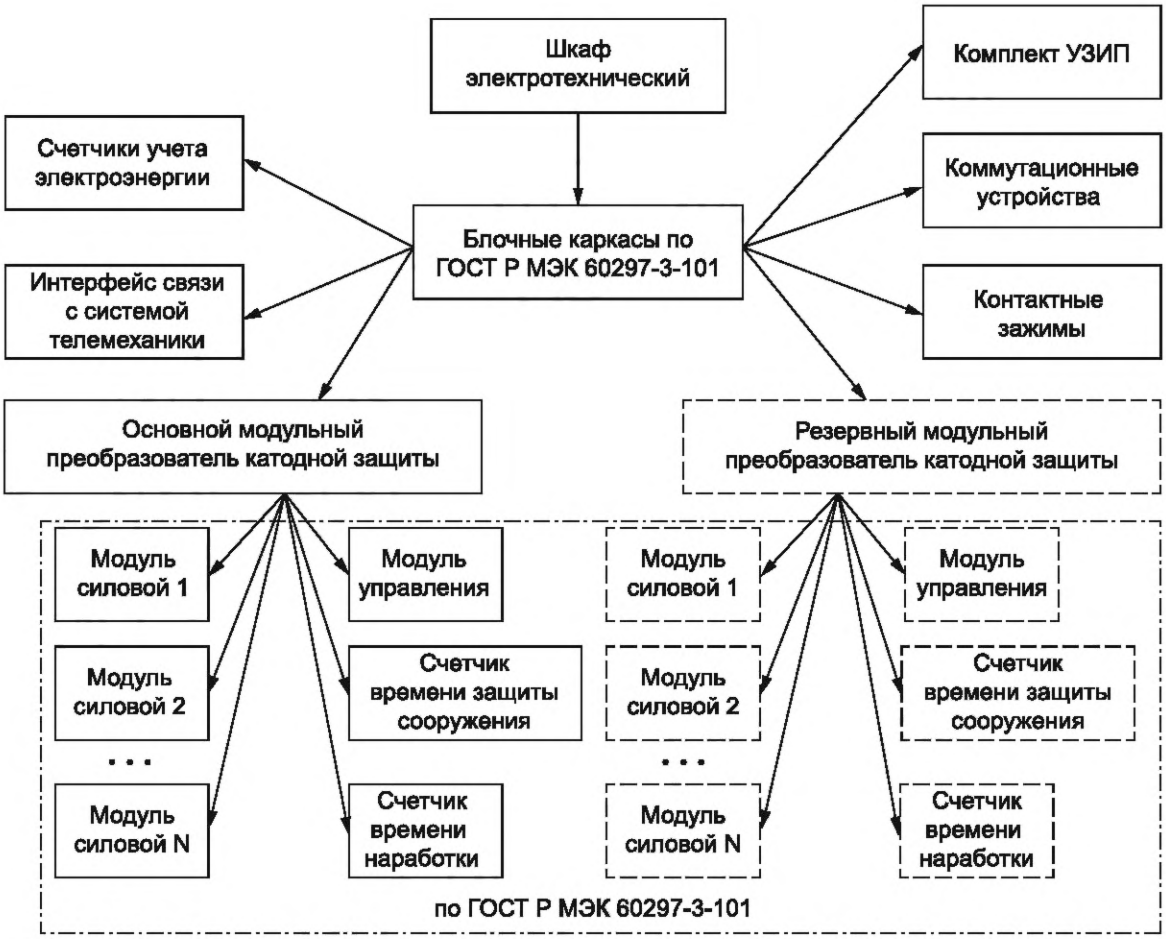

Рисунок 3 — Функциональный состав МСКЗ

7.1.1.4 МСКЗ(Х) должны состоять из следующих основных функциональных составных частей в соответствии с рисунком 4:

- электротехнического шкафа, обеспечивающего установку блочных каркасов и взаимозаменяемость модулей, соответствующих требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101;
- основных модульных преобразователей катодной защиты (двух или более, по количеству каналов), в состав которых входят силовой модуль (один или более), модуль управления, счетчик времени защиты сооружения и счетчик времени наработки;
- резервных модульных преобразователей катодной защиты (двух или более, по количеству каналов) [для МСКЗ(Х) с автоматическим включением резерва];
- счетчика учета электроэнергии;
- интерфейса связи с телемеханикой;
- комплектов УЗИП по всем внешним цепям (двух или более, по количеству каналов);
- комплектов коммутационных устройств (двух или более, по количеству каналов);
- комплектов контактных зажимов для подключения внешних цепей (двух или более, по количеству каналов).

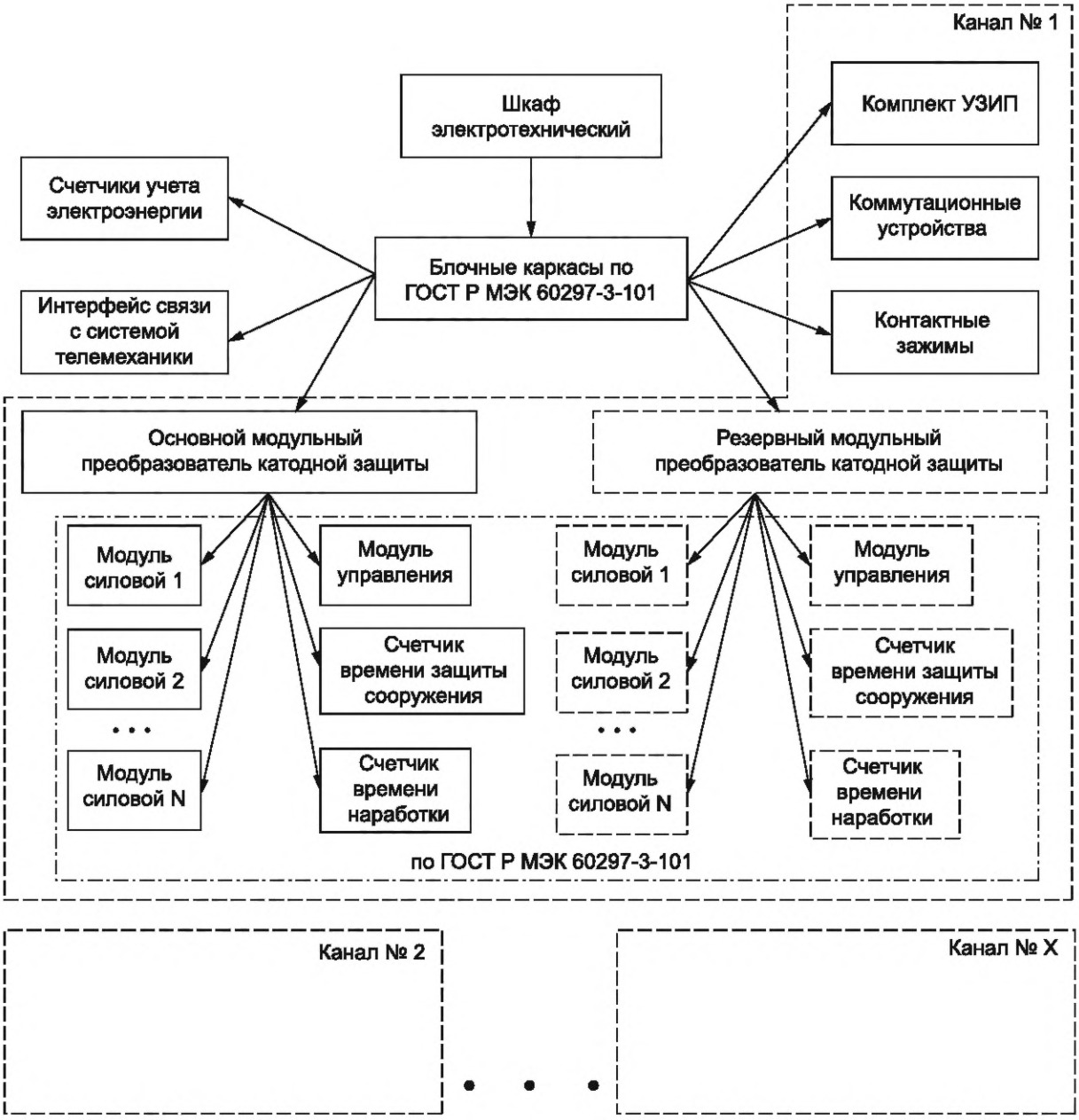

Рисунок 4 — Функциональный состав МСКЗ(Х)

7.1.1.5 АСКЗ должны обеспечивать следующие режимы работы:

- стабилизация выходного тока;
- стабилизация потенциала с омической составляющей защищаемого сооружения;
- стабилизация предыдущего значения выходного тока, при обрыве цепей контроля потенциала.

7.1.1.6 АСКЗ(Х) должны обеспечивать следующие режимы работы для каждого стабилизированного полупроводникового преобразователя:

- стабилизация выходного тока;
- стабилизация потенциала с омической составляющей защищаемого сооружения;
- стабилизация предыдущего значения выходного тока, при обрыве цепей контроля потенциала.

7.1.1.7 МСКЗ должны обеспечивать следующие режимы работы:

- стабилизация выходного тока;
- стабилизация выходного напряжения;
- стабилизация потенциала с омической составляющей защищаемого стального сооружения;

- стабилизация предыдущего значения выходного тока, при обрыве цепей контроля потенциала;
- ждущий.

7.1.1.8 МСКЗ(Х) должны обеспечивать следующие режимы работы для всех основных и резервных модульных преобразователей катодной защиты:

- стабилизация выходного тока;
- стабилизация выходного напряжения;
- стабилизация потенциала с омической составляющей защищаемого стального сооружения;
- стабилизация предыдущего значения выходного тока, при обрыве цепей контроля потенциала;
- ждущий.

7.1.1.9 МСКЗ и МСКЗ(Х) для применения на участках ВКО должны обеспечивать резервирование преобразователей катодной защиты или силовых модулей с обеспечением автоматического включения соответственно резервного преобразователя катодной защиты или резервного силового модуля (группы силовых модулей) при отказе основного.

7.1.1.10 Основные электрические параметры СКЗ приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Основные электрические параметры СКЗ

Параметр	Значение для			
	АСКЗ; АСКЗ(Х)	МСКЗ; МСКЗ(Х)		
1 Номинальное напряжение однофазной питающей сети переменного тока, В	230			
2 Номинальное фазное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока, В				
3 Номинальная частота сети переменного тока, Гц	50			
4 Диапазон напряжений питающей сети переменного тока, в котором обеспечивается работоспособное состояние, В	187—253	165—253		
5 Диапазоны напряжений питающей сети переменного тока, в котором обеспечивается безаварийное функционирование[1], В	170—187; 253—264	150—165; 253—264		
6 Номинальные напряжения питания постоянного тока, В	—	12	24	48
7 Диапазоны напряжений питающей сети постоянного тока, в которых обеспечивается работоспособное состояние, В	—	10—15	20—30	40—60
8 Диапазоны напряжений питающей сети постоянного тока, в которых обеспечивается безаварийное функционирование[1], В	—	9—18	18—36	36—72
9 Диапазон регулирования выходного тока, %, не менее	10—100	5—100		
10 Диапазон регулирования выходного напряжения, %, не менее	—			
11 Диапазон стабилизации выходного тока, %, не менее	10—100			
12 Диапазон стабилизации выходного напряжения, %, не менее	—	10—100		
13 Диапазон стабилизации потенциала с омической составляющей[2], В, не менее	Минус 3,5 — минус 0,9			
14 Установившееся отклонение выходного тока от установленного значения в пределах диапазонов стабилизации, %, не более	±2,5			

Окончание таблицы 1

Параметр	Значение для	
	АСКЗ; АСКЗ(Х)	МСКЗ; МСКЗ(Х)
15 Установившееся отклонение выходного напряжения от заданного значения в пределах диапазонов стабилизации, %, не более	—	±2,5
16 Установившееся отклонение потенциала с омической составляющей от установленного значения в пределах диапазонов стабилизации, %, не более	±2,5	
17 Коэффициент пульсаций выходного тока и выходного напряжения, %, не более	3[3)]	2[3)]
18 Коэффициент полезного действия, %, не менее	80[3)]	85[3)]
19 Коэффициент мощности, не менее	0,90[3), 4)]	0,95[3), 4)]
20 Ряд номинальных выходных напряжений, В	12, 24, 48, 96	
21 Ряд номинальных выходных токов, А	1,0; 2,0; 4,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0; 100,0	Определяется количеством и типом силовых модулей[5)]

[1)] Состояние СКЗ, при котором обеспечивается функционирование без гарантированного сохранения основных электрических параметров и обеспечение работы в режимах 7.1.1.5—7.1.1.8.

[2)] Данный параметр нормируют относительно медносульфатного электрода сравнения.

[3)] Данные параметры нормируют для работы в режиме номинальной мощности при номинальном значении напряжения питающей сети.

[4)] Данный параметр нормируют для питания от сети переменного тока.

[5)] Ряд исполнений силовых модулей по номинальным выходным напряжению и току: 12 В/40 А, 12 В/63 А, 12 В/80 А, 24 В/1 А, 24 В/2 А, 24 В/4 А, 24 В/8 А, 24 В/10 А, 24 В/12,5 А, 24 В/16 А, 24 В/20 А, 24 В/25 А, 24 В/40 А, 48 В/1 А, 48 В/2 А, 48 В/4 А, 48 В/8 А, 48 В/10 А, 48 В/12,5 А, 48 В/16 А, 48 В/20 А, 48 В/25 А, 48 В/31,5 А, 48 В/40 А, 96 В/6,3 А, 96 В/10 А, 96 В/12,5 А, 96 В/16 А, 96 В/20 А.

7.1.1.11 Электрическая схема СКЗ может обеспечивать возможность переключения электрических цепей для получения удвоенного выходного напряжения при сохранении номинальной выходной мощности.

7.1.1.12 Цепи электропитания и нагрузки СКЗ должны иметь гальваническую развязку. Цепи нагрузки АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) должны иметь гальваническую развязку между собой.

7.1.1.13 СКЗ должны обеспечивать номинальное выходное напряжение и номинальный выходной ток при работе на комплексную нагрузку с емкостной составляющей 100 мкФ, индуктивной составляющей 3 мГн. Активную составляющую нагрузки $R_{ном}$, Ом, вычисляют по формуле

$$R_{ном} = \frac{U_{ном}}{I_{ном}}, \quad (1)$$

где $U_{ном}$ — номинальное выходное напряжение, В;

$I_{ном}$ — номинальный выходной ток, А.

АСКЗ и АСКЗ(Х) должны работать на различные сочетания активной и реактивной составляющих нагрузки при активной составляющей нагрузке в пределах диапазона не менее $0{,}1R_{ном}$ — $4R_{ном}$.

МСКЗ и МСКЗ(Х) должны работать на различные сочетания активной и реактивной составляющих нагрузки при активной составляющей нагрузке в пределах диапазона не менее $0{,}05R_{ном}$ — $4R_{ном}$.

7.1.1.14 СКЗ должна обеспечивать защиту от перегрузки по выходному току и при коротком замыкании в цепи нагрузки.

При перегрузке по выходному току или коротком замыкании в цепи нагрузки должно быть обеспечено ограничение выходного тока на уровне не более $1,1I_{ном}$.

7.1.1.15 СКЗ должна после кратковременного или длительного отключения и последующего включения электропитания обеспечивать восстановление установленного до отключения режима работы и установленных параметров катодной защиты сооружения.

7.1.1.16 СКЗ должна после отключения и последующего подключения цепей нагрузки обеспечивать восстановление установленного до отключения режима работы и установленных параметров катодной защиты сооружения.

7.1.1.17 СКЗ должна обеспечивать работу с внешними прерывателями защитного тока для измерения поляризационного потенциала методом отключения защитного тока подземного сооружения согласно ГОСТ 9.602.

7.1.1.18 В режиме стабилизации потенциала с омической составляющей при обрыве электрических цепей контроля потенциала на защищаемом сооружении от электрода сравнения или сооружения СКЗ должны автоматически переходить в режим стабилизации предыдущего значения выходного тока, соответствующего значению, измеренному до обрыва цепей контроля потенциала.

7.1.1.19 Входное сопротивление цепи контроля потенциала СКЗ должно быть не менее 10 МОм.

7.1.1.20 При одновременной работе на общую нагрузку нескольких силовых модулей выход из строя одного или нескольких из них не должен приводить к нарушению работоспособного состояния, при этом выходной ток и выходная мощность могут соответственно уменьшаться.

7.1.1.21 Выбор режима работы согласно 7.1.1.5, 7.1.1.6 и установка выходных параметров СКЗ должны обеспечиваться местным управлением.

7.1.1.22 Выбор режима работы согласно 7.1.1.7, 7.1.1.8 и установка выходных параметров МСКЗ и МСКЗ(Х) должны обеспечиваться местным и дистанционным управлением.

7.1.1.23 АСКЗ и АСКЗ(Х) при местном, МСКЗ и МСКЗ(Х) при местном и дистанционном управлении должны обеспечивать возможность установки значений указанных ниже параметров катодной защиты в соответствии с установленным режимом работы согласно 7.1.1.5—7.1.1.8 (за исключением ждущего режима). В случае дискретной установки должна быть обеспечена следующая дискретность уставок значений параметров:

- выходной ток с дискретностью не более 0,1 А;
- выходное напряжение с дискретностью не более 0,1 В;
- потенциал с омической составляющей с дискретностью не более 0,01 В.

7.1.1.24 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны обеспечивать возможность телеизмерения значений следующих параметров:

- выходного тока;
- выходного напряжения;
- потенциала с омической составляющей защищаемого сооружения;
- напряжения основной и резервной питающих сетей переменного тока;
- накопленного значения потребленной электроэнергии основной и резервной питающей сети переменного тока;
- времени наработки;
- времени защиты сооружения.

7.1.1.25 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны обеспечивать возможность телесигнализации следующих параметров:

- открытия наружной двери шкафа;
- режима работы;
- режима управления;
- обрыва цепей контроля потенциала сооружения;
- обрыва цепей нагрузки;
- неисправности модульного преобразователя катодной защиты;
- состояния силовых модулей;
- работы основного или резервного модульного преобразователя катодной защиты или группы основных или резервных силовых модулей.

7.1.1.26 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны обеспечивать телерегулирование:

- выходного тока;

- выходного напряжения;
- потенциала с омической составляющей защищаемого сооружения.

7.1.1.27 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны обеспечивать телеуправление:

- включением/отключением силовых модулей (ждущий режим);
- выбором режима работы.

7.1.1.28 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны осуществлять информационный обмен данными и командами модуля управления с силовыми модулями через внутренний цифровой интерфейс RS-485 по протоколу информационного обмена Modbus RTU. Протокол информационного обмена модуля управления с силовыми модулями приведен в приложении А.

7.1.1.29 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны обеспечивать информационный обмен данными с системой телемеханики через последовательный цифровой интерфейс RS-485 по типовому протоколу обмена Modbus RTU. Протокол информационного обмена с системами телемеханики приведен в приложении Б. Допускается применять различные преобразователи интерфейсов связи: GSM, ВОЛС, Ethernet, УКВ, LPD, WiFi™, Bluetooth™, 1Wire™, PLC, USB.

7.1.1.30 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны быть оснащены счетчиком учета времени защиты сооружения. Учет времени защиты сооружения должен осуществляться при соблюдении следующих условий:

- при работе в режиме стабилизации выходного тока — ток должен быть в пределах не менее 20 % установленного значения;
- при работе в режиме стабилизации потенциала относительно медносульфатного электрода сравнения — потенциал должен быть в пределах изменяемых уставок, потенциал с омической составляющей — от минус 3,5 В до минус 0,9 В;
- при работе в режиме стабилизации выходного напряжения — потенциал с омической составляющей относительно медносульфатного электрода сравнения должен быть в пределах изменяемых уставок от минус 3,5 В до минус 0,9 В;
- при работе в ждущем режиме — потенциал относительно медносульфатного электрода сравнения должен быть в пределах изменяемых уставок потенциала с омической составляющей от минус 3,5 В до минус 0,9 В.

7.1.1.31 МСКЗ и МСКЗ(Х) должны быть оснащены счетчиком учета времени наработки.

Учет времени наработки необходимо осуществлять с соблюдением следующих условий: на модуль управления подано питание, модуль управления работоспособен и выполняет функции контроля параметров ЭХЗ.

7.1.2 Требования надежности

7.1.2.1 Надежность АСКЗ и АСКЗ(Х) в условиях и режимах эксплуатации характеризуют следующими значениями показателей надежности:

- средняя наработка на отказ — не менее 15 000 ч с вероятностью 0,9;
- средний срок службы — не менее 10 лет.

7.1.2.2 Надежность МСКЗ и МСКЗ(Х) в условиях и режимах эксплуатации характеризуют следующими значениями показателей надежности:

- средняя наработка на отказ — не менее 25 000 ч с вероятностью 0,9;
- средний срок службы — не менее 15 лет.

7.1.2.3 СКЗ, эксплуатируемые на участках ВКО и местах, где время устранения отказа составляет более 24 ч, должны иметь среднюю наработку до отказа не менее 30 000 ч с вероятностью 0,9.

7.1.3 Требования радиоэлектронной защиты

7.1.3.1 В СКЗ должны быть легкозаменяемые УЗИП во всех внешних электрических цепях:

- цепях электропитания;
- цепях нагрузки (анодная и катодная линии);
- цепях контроля потенциала;
- цепях интерфейса связи с системой телемеханики;
- прочих контрольных и измерительных цепях.

7.1.3.2 В цепи электропитания переменного тока и цепи нагрузки в СКЗ должны быть установлены УЗИП класса защиты не ниже II согласно ГОСТ IEC 61643-11.

7.1.3.3 В цепи контроля потенциала, интерфейса связи с системой телемеханики и прочих контрольных и измерительных цепей по проводным каналам связи СКЗ должны быть установлены УЗИП в соответствии с ГОСТ IEC 61643-21.

7.1.3.4 Уровень электромагнитной эмиссии, создаваемый СКЗ при работе, не должен превышать значений, установленных ГОСТ IEC 61000-6-4. Гармонические составляющие тока, инжекти-

руемые в общественные системы электроснабжения, не должны превышать норм, установленных ГОСТ IEC 61000-3-2 для оборудования класса А (для СКЗ с входным током не более 16 А в одной фазе) и ГОСТ IEC 61000-3-12 (для СКЗ с входным током более 16 А в одной фазе).

7.1.4 Требования стойкости к внешним воздействиям

7.1.4.1 СКЗ должны функционировать при воздействии на вход цепей контроля потенциала помехи в виде переменного синусоидального напряжения с амплитудным значением до 10 В и частотой 50 и 100 Гц.

7.1.4.2 СКЗ должны соответствовать климатическому исполнению У, ХЛ, УХЛ и М, категории размещения 1, 1.1 и 2 по ГОСТ 15150, и сохранять свои параметры в процессе воздействия внешних климатических факторов:

- для климатического исполнения У — в диапазоне рабочих температур окружающего воздуха от минус 45 °С до плюс 45 °С;
- для климатического исполнения ХЛ, УХЛ — в диапазоне рабочих температур окружающего воздуха от минус 60 °С до плюс 40 °С;
- для климатического исполнения М — в диапазоне рабочих температур окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 40 °С;
- для климатических исполнений У, ХЛ, УХЛ и М, верхнего значения относительной влажности 98 % — при температуре окружающего воздуха плюс 25 °С;
- атмосферного давления от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.);
- эксплуатации в атмосфере типов I (условно-чистая) и II (промышленная).

7.1.4.3 СКЗ по воздействию внешних механических факторов при эксплуатации должны соответствовать группе условий эксплуатации М1 согласно ГОСТ 30631.

7.1.4.4 СКЗ по обеспечению ЭМС в части устойчивости к электромагнитным помехам должны соответствовать ГОСТ 30804.6.2. СКЗ должна быть устойчива к воздействию микросекундных импульсных помех большой энергии, вызываемых перенапряжениями, возникающими в результате коммутационных переходных процессов и молниевых разрядов, с учетом реальных условий электромагнитной обстановки на объектах эксплуатации: по порту электропитания переменного тока, порту нагрузки, порту измерения (контроля) потенциала и порту интерфейса связи с системой телемеханики — по классу условий эксплуатации 4 согласно ГОСТ Р 51317.4.5—99 (таблица А.1).

7.1.4.5 СКЗ должна быть устойчива к воздействию повторяющихся наносекундных импульсных помех с учетом реальных условий электромагнитной обстановки на объектах эксплуатации: по порту электропитания переменного тока, порту нагрузки, порту измерения (контроля) потенциала и порту интерфейса связи с системой телемеханики — по степени жесткости испытаний 3 согласно ГОСТ 30804.4.4—2013 (таблица 1).

7.1.5 Конструктивные требования

7.1.5.1 Класс нагревостойкости электроизоляционных материалов, применяемых в СКЗ, следует выбирать согласно ГОСТ 8865 и обеспечивать нормальную безаварийную работу СКЗ при воздействии внешних климатических факторов согласно 7.1.4.2 в течение назначенного срока службы СКЗ.

7.1.5.2 В шкафу МСКЗ и МСКЗ(Х) должен быть установлен счетчик электрической энергии, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 31818.11, ГОСТ 31819.21. Счетчик электроэнергии должен быть класса точности не ниже 1,0 с импульсным или интерфейсным телеметрическим выходом для дистанционного контроля потребляемой электроэнергии.

7.1.5.3 Шкаф СКЗ должен иметь степень защиты, обеспечиваемую оболочкой, соответствующей следующим требованиям ГОСТ 14254:

- не ниже IP34 — для категории размещения 1 по ГОСТ 15150;
- не ниже IP20 — для категории размещения 2.1 и 2 по ГОСТ 15150.

7.1.5.4 Двери шкафа СКЗ категорий размещения 1, 2 должны запираться на встроенный замок (замки). Замок шкафа СКЗ категории размещения 1 при транспортировании, хранении и эксплуатации должен быть защищен от проникновения пыли и воды.

7.1.5.5 Наружная дверь шкафа СКЗ категорий размещения 1, 2 должна открываться на угол не менее 120° и в полностью открытом положении должна фиксироваться для исключения самопроизвольного закрытия.

7.1.5.6 СКЗ, масса которых превышает 20 кг, согласно ГОСТ 12.2.007.0 должны иметь устройства для подъема, опускания и удержания на весу при монтажных и такелажных работах.

7.1.5.7 На внутренней стороне двери шкафа СКЗ должен быть предусмотрен отсек (ячейка) для размещения и хранения эксплуатационной документации.

7.1.5.8 Конструкция шкафа СКЗ категории размещения 1 при транспортировании, хранении и эксплуатации должна исключать проникновение внутрь грызунов и пресмыкающихся.

7.1.5.9 СКЗ должна обеспечивать возможность и удобство осмотра, обслуживания, демонтажа и установки модулей, ремонта и замены составных частей. Конструкция шкафа МСКЗ, МСКЗ(Х) должна соответствовать требованиям ГОСТ 28601.2.

7.1.5.10 Конструкция шкафа МСКЗ должна обеспечивать размещение в блочном каркасе не менее трех силовых модулей.

7.1.5.11 Блочный каркас должен соответствовать требованиям ГОСТ Р МЭК 60297-3-101, обеспечивать доступность и возможность демонтажа и установки модулей.

7.1.5.12 Типоразмер силовых модулей, тип соединителя, расположение соединителей в блочном каркасе, назначение контактов соединителя должны соответствовать требованиям, указанным в приложении В.

7.1.5.13 Силовые модули должны иметь естественное воздушное охлаждение.

7.1.5.14 Силовые модули должны иметь индикацию:

- наличия напряжения питания;
- работы;
- аварийного состояния.

7.1.5.15 Контактные зажимы цепей внешних соединений СКЗ должны быть доступными для обслуживания, и обеспечивать надежное присоединение одножильных и многожильных токопроводящих проводников (жил) медных и алюминиевых кабелей и проводов, в том числе без применения наконечников и других видов оконцевания жил.

Требование не распространяется на соединители преобразователей интерфейсов связи.

Контактные зажимы должны обеспечивать присоединение проводников внешних цепей с сечениями, указанными в таблице 2.

Таблица 2 — Конструктивные требования к контактным зажимам внешних цепей

Наименование электрической цепи		Диапазон площади сечения проводника, мм^2
Электропитание переменного тока		1,5—16,0
Электропитание постоянного тока		25,0—70,0
Нагрузка	Анодное заземление	2 проводника 6,0—35,0
	Сооружение	2 проводника 6,0—35,0
Контроль потенциала		1,0—6,0
Интерфейс связи с системой телемеханики		0,2—2,5
Прочие контрольные и измерительные приборы		0,2—2,5

7.1.5.16 Вводы кабелей в шкаф должны быть расположены в нижней торцевой или задней части шкафа и должны быть оснащены уплотнителями.

Внутри шкафа СКЗ должно быть достаточно места для безопасного доступа к контактам, проводникам, зажимам для осуществления ввода и разделки проводов.

Конструкция шкафа должна обеспечивать механическое крепление подводящих электрических кабелей до присоединения к контактным зажимам.

Конструкция шкафа должна обеспечивать возможность присоединения кабелей к соответствующим контактным зажимам с учетом допускаемых радиусов изгибов кабелей.

Конструкция шкафа должна обеспечивать присоединение гибких проводов к контактным зажимам цепей внешних соединений с учетом компенсации температурных изменений их длины.

7.1.5.17 Конструкция зажима для заземления шкафа и подсоединения заземляющего проводника должна быть выполнена по ГОСТ 21130. Зажим подключения должен быть расположен на передней либо задней сторонах шкафа, для визуального контроля целостности заземляющего проводника.

7.1.5.18 В конструкции СКЗ должны быть предусмотрены зажимы для заземления оболочки и брони кабелей.

7.1.5.19 Конструкция АСКЗ и АСКЗ(Х) для каждого канала должна обеспечивать возможность контроля следующих электрических параметров с использованием встроенных устройств отображения информации и внешних переносных приборов:

- значения выходного тока, А;
- значения выходного напряжения, В;
- значения потенциала с омической составляющей, В.

7.1.5.20 Конструкция СКЗ должна обеспечивать индикацию:

- наличия напряжения на входе питания;
- рабочего состояния;
- аварийного состояния.

7.1.5.21 Конструкция МСКЗ и МСКЗ(Х) должна обеспечивать возможность отображения, контроля текущих режимов работы и следующих параметров с использованием встроенных устройств отображения информации:

- значения выходного тока, А [для каждого канала МСКЗ(Х)];
- значения выходного напряжения, В [для каждого канала МСКЗ(Х)];
- значения потенциала с омической составляющей, В [для каждого канала МСКЗ(Х)];
- значения счетчика времени наработки, ч [для каждого канала МСКЗ(Х)];
- значения счетчика времени защиты сооружения, ч [для каждого канала МСКЗ(Х)];
- значения напряжения питающей сети переменного тока, В;
- значения количества потребленной электроэнергии переменного тока, кВт·ч.

Отклонение показаний встроенных устройств контроля и отображения значений выходного напряжения, выходного тока, потенциала с омической составляющей сооружения от действительных значений должно быть не более ±2,5 %.

7.1.5.22 В СКЗ должна быть обеспечена возможность подключения внешних измерительных и регистрирующих приборов для измерения выходного напряжения, выходного тока, потенциала с омической составляющей [для АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) для каждого канала]. Должна быть указана полярность подключения.

7.1.5.23 Защитные покрытия СКЗ должны обеспечивать коррозионную стойкость в условиях транспортирования, эксплуатации и хранения по ГОСТ 35094.

7.2 Требования к сырью, материалам, покупным изделиям

7.2.1 Применяемые ПКИ и материалы должны обеспечивать исправную работу СКЗ в течение ее срока службы в указанных условиях эксплуатации.

7.2.2 Применяемые ПКИ и материалы при транспортировке и хранении должны быть устойчивы к воздействию температур, соответствующих климатическому исполнению СКЗ.

7.3 Комплектность

7.3.1 В комплект поставки СКЗ должны входить:

- СКЗ;
- ключи от замка шкафа, не менее двух;
- комплект ЗИП;
- руководство по эксплуатации, паспорт или объединенный документ по ГОСТ Р 2.610;
- паспорта на измерительные приборы и счетчик электроэнергии, а также на другие устройства при их установке в СКЗ.

7.3.2 Допускается изготовителями вводить в комплект поставки другие устройства, ЗИП и документы.

7.4 Маркировка

7.4.1 Маркировка СКЗ должна соответствовать ГОСТ 18620 и сохраняться в процессе транспортирования, хранения и эксплуатации.

7.4.2 На внешней стороне двери шкафа или корпуса СКЗ должна быть размещена табличка, содержащая следующие данные:

- товарный знак изготовителя и его наименование;
- наименование изделия;
- обозначение ТУ;

- порядковый номер изделия;
- дата изготовления изделия;
- номинальное напряжение питания в вольтах;
- род питающего тока (переменный/постоянный);
- частота питающей сети в герцах при питании от сети переменного тока;
- полная потребляемая мощность;
- номинальное выходное напряжение в вольтах;
- номинальный выходной ток в амперах;
- масса в килограммах;
- степень защиты (IP);
- климатическое исполнение и категория размещения.

Допускается дополнение таблички другими маркировочными данными.

Допускается размещение аналогичной таблички на внутренней стороне двери шкафа.

Допускается нанесение маркировки непосредственно на шкаф (корпус).

В СКЗ должны быть указаны номинальные параметры измерительного шунта [для АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) для каждого канала].

7.4.3 На внешней несъемной части корпуса силовых модулей на табличке или непосредственно на корпусе должны быть нанесены следующие маркировочные данные:

- товарный знак изготовителя и его наименование;
- наименование силового модуля;
- номинальное напряжение питания в вольтах;
- частота питающей сети, в герцах (при питании силового модуля от сети переменного тока);
- номинальный выходной ток в амперах;
- номинальное выходное напряжение в вольтах;
- порядковый (серийный) номер силового модуля;
- дата изготовления силового модуля.

Допускается дополнение таблички другими маркировочными данными.

7.4.4 Устройства отображения информации, измерительные приборы и органы управления (клавиши, тумблеры, переключатели, регуляторы и т. п.), расположенные внутри шкафа (корпуса), а также все контактные зажимы для присоединения внешних устройств должны иметь маркировку в соответствии с их функциональным назначением.

7.4.5 Маркировка упаковки СКЗ должна быть выполнена по ГОСТ 14192 с указанием манипуляционных знаков:

- № 1 «ХРУПКОЕ. ОСТОРОЖНО»;
- № 3 «БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ»;
- № 11 «ВЕРХ»;
- № 18 «НЕ КАНТОВАТЬ».

Допускается нанесение других манипуляционных знаков.

7.5 Упаковка

7.5.1 Упаковка должна соответствовать требованиям ГОСТ 23216 и обеспечивать сохраняемость в условиях транспортирования и хранения, установленных изготовителем.

7.5.2 Эксплуатационная документация должна быть упакована во влагозащищенную упаковку и вложена в транспортную упаковку.

7.5.3 Ключи от замка должны размещаться внутри упаковки и обеспечивать доступность к ним после вскрытия упаковки.

8 Требования безопасности

8.1 Требования электробезопасности

8.1.1 СКЗ должна соответствовать требованиям безопасности согласно ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.11.

8.1.2 Класс защиты от поражения электрическим током — 0I по ГОСТ 12.2.007.0.

8.1.3 СКЗ на несъемной части шкафа (корпуса) должна иметь заземляющий контактный зажим согласно ГОСТ 21130 для присоединения к контуру заземления, имеющий маркировку знака защитного заземления 012 в соответствии с ГОСТ 25874.

8.1.4 Электрическое сопротивление между заземляющим контактным зажимом и его составными частями, подлежащими заземлению, не должно превышать 0,1 Ом согласно ГОСТ 12.2.007.0.

8.1.5 Номинальный диаметр резьбы для места присоединения защитного проводника СКЗ к рабочему заземлению должен быть не менее значения, указанного в ГОСТ 12.2.007.0.

8.1.6 Сопротивление изоляции электрических цепей СКЗ относительно конструкций шкафа и цепей, электрически не связанных между собой, должно быть не менее 20 МОм в нормальных климатических условиях и не менее 0,5 МОм в условиях воздействия верхнего значения относительной влажности.

8.1.7 Электрическая прочность изоляции электрических цепей СКЗ, электрически не связанных между собой, должна быть такой, чтобы изоляция выдерживала переменное испытательное напряжение частотой 50 Гц в течение 1 мин в соответствии с ГОСТ 26830 в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150, а также в течение 1 мин выдерживала воздействие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц:

- между цепями электропитания переменного тока и нагрузки — 2000 В;
- между цепями электропитания постоянного тока и нагрузки — 1000 В;
- между цепями электропитания переменного тока и корпусом — 2000 В;
- между цепями электропитания постоянного тока и корпусом — 1000 В;
- между цепями нагрузки и корпусом с номинальным выходным напряжением 48 В — 1000 В;
- между цепями нагрузки каналов АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) с номинальным выходным напряжением 48 В — 1000 В;
- между цепями нагрузки и корпусом с номинальным выходным напряжением 96 В — 1500 В;
- между цепями нагрузки каналов АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) с номинальным выходным напряжением 96 В — 1500 В;
- между цепями электропитания и цепями контроля потенциала — 2000 В;
- между цепями нагрузки и цепями контроля потенциала с номинальным выходным напряжением 48 В — 1000 В;
- между цепями нагрузки и цепями контроля потенциала с номинальным выходным напряжением 96 В — 1500 В;
- между цепями контроля потенциала и корпусом — 500 В;
- между цепями электропитания и цепями интерфейса RS4-85 — 2000 В;
- между цепями нагрузки и цепями интерфейса RS4-85 с номинальным выходным напряжением 48 В — 1000 В;
- между цепями нагрузки и цепями интерфейса RS4-85 с номинальным выходным напряжением 96 В — 1500 В;
- между цепями интерфейса RS4-85 и корпусом — 500 В.

В условиях воздействия верхнего значения относительной влажности воздуха электрическая прочность изоляции электрических цепей может снижаться на 40 % от указанных значений.

8.1.8 В конструкции СКЗ должны быть элементы, предназначенные для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям.

8.1.9 Изоляция частей СКЗ, доступных для прикосновения, должна обеспечивать защиту человека от поражения электрическим током. Оболочки должны быть объединены с основными частями СКЗ в единую конструкцию, закрывать опасную зону и для их снятия должно быть необходимо применение инструмента. Конструкция и материал контактных зажимов цепей электропитания и нагрузки должны исключать возможность случайного прикосновения к токоведущим частям, электрических перекрытий, а также замыкания проводников на корпус и накоротко.

8.1.10 Температура нагрева наружной поверхности шкафа, доступной прикосновению во время эксплуатации СКЗ при воздействии верхнего значения температуры окружающей среды, не должна превышать значений, при которых контакт между кожей и горячей поверхностью может вызвать ожог по ГОСТ Р 51337.

8.1.11 Эквивалентный уровень звука излучения $L_{pA,em}$ на расстоянии 1 м от СКЗ по ГОСТ 12.1.003 — не более 60 дБ.

8.2 Требования пожарной безопасности

8.2.1 Пожаробезопасность должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004 и обеспечиваться:
- применением негорючих и трудногорючих материалов;
- установкой автоматических выключателей.

8.2.2 Вероятность возникновения пожара — не более 10^{-6} в год в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004.

8.3 Требования к нанесению знаков безопасности

На внешней стороне двери шкафа (корпуса) СКЗ должен быть нанесен знак W08 «Опасность поражения электрическим током» согласно ГОСТ 12.4.026.

9 Требования охраны окружающей среды

СКЗ, их составные части, используемые при монтаже и техническом обслуживании материалы, должны быть не опасны в экологическом отношении (не должны являться источниками вредных излучений, не должны выделять вредных или токсичных веществ), не должны наносить вреда окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека при испытаниях, хранении, транспортировании и эксплуатации.

10 Правила приемки

10.1 Для проверки соответствия требованиям настоящего стандарта и приемки СКЗ на предприятии-изготовителе осуществляют следующие виды испытаний:
- приемочные;
- квалификационные;
- приемо-сдаточные;
- периодические;
- типовые.

10.2 СКЗ, предназначенные для электрохимической защиты от подземной коррозии наружной поверхности стальных (из малоуглеродистых низколегированных сталей класса не выше К60) магистральных трубопроводов, транспортирующих природный газ, нефть и нефтепродукты, и отводов от них, трубопроводов компрессорных, газораспределительных, перекачивающих и насосных станций, а также трубопроводов нефтебаз, головных сооружений нефтегазопромыслов (включая резервуары и обсадные колонны скважин), подземных хранилищ газа, установок комплексной подготовки газа и нефти, трубопроводов теплоэлектростанций, соединенных с магистральными трубопроводами, подземной, подводной (с заглублением в дно) и наземной (в насыпи), а также трубопроводов на территории других аналогичных промышленных площадок, должны подвергаться эксплуатационным испытаниям (в течение не менее одного года).

10.3 Допускается проводить все виды испытаний во всем объеме или отдельные виды испытаний на одном типе исполнений, кроме приемо-сдаточных, которые проводят для каждого исполнения изделия.

10.4 Приемочные и квалификационные испытания проводят в соответствии с ГОСТ Р 15.301 при разработке и постановке на производство новых типов исполнений СКЗ.

10.5 Приемо-сдаточным испытаниям по ГОСТ 15.309 подлежит каждая СКЗ. Приемо-сдаточные испытания должны быть проведены с участием представителя ОТК изготовителя.

10.6 Результаты приемо-сдаточных испытаний считают удовлетворительными, если проверенные СКЗ соответствуют требованиям настоящего стандарта и ТУ изготовителя в объеме проведенных проверок.

10.7 Объем и перечень испытаний приведен в таблице 3.

Таблица 3 — Объем и перечень испытаний

Наименование испытания	Номер структурного элемента настоящего стандарта, содержащий		Вид испытаний		
	технические требования	метод испытаний	квалификационные	приемо-сдаточные	периодические
Испытания при нормальных климатических условиях					
Проверка на соответствие требованиям к конструкции, внешнему виду и маркировке	7.1.1.1—7.1.1.4; 7.1.1.9; 7.1.3.1—7.1.3.3; 7.1.5.1, 7.1.5.2; 7.1.5.4—7.1.5.7; 7.1.5.9—7.1.5.14; 7.1.5.18— 7.1.5.23; 7.4; 7.1.5.8; 8.1.3; 8.1.8; 8.1.9; 8.3	11.1	+	+	—
Проверка взаимозаменяемости силовых модулей. Проверка электрических параметров, протокола обмена данными, соответствия требованиям к внешнему виду, конструкции, электрическому монтажу	Таблица 1, пункты 5, 8, 20, 21; 7.1.1.28; 7.1.5.12—7.1.5.14	11.2	+	—	+
Проверка размеров	8.1.5	11.3	+	—	+
Проверка материалов и ПКИ	7.2; 9	11.4	+	+	—
Проверка комплектности	7.3	11.5	+	+	—
Проверка упаковки	7.5	11.6	+	—	+
Проверка общих требований электробезопасности	8.1.1; 8.1.2	11.7	+	+	—
Измерение электрического сопротивления изоляции	8.1.6	11.8	+	+	—
Испытание электрической прочности изоляции	7.1.1.12; 8.1.7	11.9	+	+	—
Измерение электрического сопротивления заземления металлических частей, доступных прикосновению	8.1.4	11.10	+	—	+
Измерение номинального выходного напряжения и номинального выходного тока	Таблица 1, пункты 14, 15, 20, 21; 7.1.1.13	11.11	+	+	—
Измерение выходного напряжения и выходного тока в режиме удвоенного выходного напряжения	7.1.1.11	11.12	+	+	—
Испытание работы в режиме стабилизации выходного напряжения	7.1.1.5—7.1.1.8; таблица 1, пункты 12, 15, 20; 7.1.1.13; 7.1.1.21; 7.1.1.23	11.13	+	+	—
Испытание работы в режиме стабилизации выходного тока	7.1.1.5—7.1.1.8; таблица 1, пункты 11, 14, 21; 7.1.1.13; 7.1.1.21; 7.1.1.23	11.14	+	+	—
Испытание работы в режиме стабилизации потенциала с омической составляющей	7.1.1.5—7.1.1.8; таблица 1, пункты 13, 16; 7.1.1.13; 7.1.1.21; 7.1.1.23	11.15	+	+	—

Продолжение таблицы 3

Наименование испытания	Номер структурного элемента настоящего стандарта, содержащий		Вид испытаний		
	технические требования	метод испытаний	квали-фикаци-онные	приемо-сдаточ-ные	периоди-ческие
Проверка контроля (измерения) параметров	7.1.1.24; 7.1.5.21	11.16	+	+	—
Испытание работы при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений	Таблица 1, пункты 5, 8	11.17	+	+	—
Испытание устойчивости к внешним перегрузкам в цепи нагрузки	7.1.1.14	11.18	+	—	+
Испытание устойчивости к коротким замыканиям в цепи нагрузки	7.1.1.14	11.19	+	—	+
Испытание устойчивости работы к прерыванию напряжения питания	7.1.1.15	11.20	+	—	+
Испытание устойчивости работы при обрыве цепи нагрузки	7.1.1.16	11.21	+	—	+
Испытание работы в режиме прерывания защитного тока	7.1.1.17	11.22	+	—	+
Испытание работы при обрыве цепи контроля потенциала	7.1.1.7; 7.1.1.8; 7.1.1.18	11.23	+	—	+
Определение значения входного сопротивления цепи контроля потенциала	7.1.1.19	11.24	+	—	+
Испытание устойчивости к воздействию помехи на вход цепи контроля потенциала	7.1.4.1	11.25	+	—	+
Проверка работоспособности при выходе из строя одного или нескольких силовых модулей	7.1.1.20	11.26	+	—	+
Определение значения коэффициента пульсаций выходного тока	Таблица 1, пункт 17	11.27	+	+	—
Определение значения коэффициента полезного действия	Таблица 1, пункт 18	11.28	+	—	+
Определение значения коэффициента мощности	Таблица 1, пункт 19	11.29	+	—	+
Определение температуры нагрева наружной поверхности шкафа, доступной для прикосновений при эксплуатации	8.1.10	11.30	+	—	+
Испытание на нагрев	7.1.5.1	11.31	+	—	—
Проверка пожарной безопасности	8.2	11.32	+	—	—
Определение степени защиты оболочки	7.1.5.3	11.33	+	—	—
Определение устойчивости к электромагнитным помехам	7.1.4.4—7.1.4.5	11.34	+	—	+
Определение уровня электромагнитной эмиссии	7.1.3.4	11.35	+	—	+

Окончание таблицы 3

Наименование испытания	Номер структурного элемента настоящего стандарта, содержащий		Вид испытаний		
	технические требования	метод испытаний	квалификационные	приемо-сдаточные	периодические
Проверка работы счетчиков времени наработки и учета времени защиты сооружения	7.1.1.30; 7.1.1.31	11.36	+	+	—
Проверка протокола обмена данными с системами телемеханики	7.1.1.23; 7.1.1.29	11.37	+	—	+
Проверка возможности информационного обмена данными с системами телемеханики	7.1.1.22; 7.1.1.25—7.1.1.27	11.38	+	+	—
Измерение уровня звука излучения	8.1.11	11.39	+	—	+
Испытания при воздействии внешних механических и климатических факторов					
Испытание на воздействие внешних механических факторов при эксплуатации	7.1.4.3	11.40	+	—	+
Испытания на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации	7.1.4.2	11.41	+	—	+
Испытание на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации	7.1.4.2	11.42	+	—	+
Испытание на воздействие влажного воздуха при эксплуатации	7.1.4.2	11.43	+	—	+
Испытание на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении	12.1.1; 12.1.2	11.44	+	—	+
Испытание на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении	12.1.1; 12.1.2	11.45	+	—	+
Испытания на транспортирование, хранение и обеспечение сохранности в упаковке при транспортировании	12.1.3; 12.1.4	11.46	+	—	+
Испытания на надежность					
Испытания на безотказность (наработку до отказа)	7.1.2	11.47	—	—	+

10.8 Периодические испытания должны быть проведены изготовителем с целью периодического контроля соответствия СКЗ требованиям настоящего стандарта и ТУ изготовителя.

10.9 Периодические испытания проводят не реже одного раза в три года.

10.10 Квалификационные и периодические испытания должны быть проведены на образцах каждого исполнения или выбранном образце-представителе группы исполнений, имеющем наибольшую техническую сложность, функциональную насыщенность и наибольшие электрические и тепловые нагрузки, прошедших приемо-сдаточные испытания.

10.11 Результаты испытаний считают неудовлетворительными, а изделие не выдержавшим испытание, если при испытаниях будет обнаружено несоответствие хотя бы по одному параметру, установленному в требованиях настоящего стандарта и ТУ изготовителя.

10.12 Типовые испытания должны быть проведены изготовителем по ГОСТ 15.309 с целью оценки эффективности и целесообразности предлагаемых изменений в принципиальной схеме, конструкции

или технологии изготовления СКЗ, которые могут повлиять на их технические параметры и характеристики, качество или эксплуатационные свойства.

10.13 При установившемся производстве СКЗ должны быть проведены испытания на надежность согласно ГОСТ Р 27.607 и [3].

Испытания на надежность являются самостоятельным видом испытаний.

Испытания на надежность проводит изготовитель, начиная с первого года серийного выпуска СКЗ.

Соответствие СКЗ требованиям к надежности проверяют испытаниями:

- на среднюю наработку до отказа, $T_{ср}$;
- средний срок службы, $T_{ср.ср.сл}$.

10.14 Требования к условиям проведения испытаний

10.14.1 Испытания проводят в закрытом, отапливаемом в зимний период помещении, в нормальных климатических условиях согласно ГОСТ 15150, если другие условия не установлены для конкретных методов контроля.

10.14.2 Испытательная лаборатория должна быть оборудована техническими средствами, обеспечивающими требуемое электропитание средств измерений, испытательного, испытываемого и вспомогательного оборудования.

10.14.3 Перед началом испытаний СКЗ, доставленные на место проведения испытаний, выдерживают в помещении, в нормальных климатических условиях в течение не менее 24 ч.

10.14.4 Применяемое при испытаниях испытательное оборудование должно быть аттестовано согласно ГОСТ Р 8.568. Средства измерений должны быть поверены или калиброваны в установленном порядке.

10.14.5 При выполнении измерений применяют средства измерений вспомогательные устройства и материалы, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 — Типовой перечень средств измерений, вспомогательных устройств и материалов, используемых при испытаниях

Наименование средства измерений, вспомогательного устройства или материала	Документ, которому соответствует средство измерений, вспомогательное устройство или материал	Метрологические, технические характеристики средства измерений, вспомогательного устройства или материала
1 Барометр (для контроля условий проведения испытаний)		Погрешность ±0,8 мм рт. ст. Диапазон измеряемого давления от 610 до 790 мм рт. ст.
2 Измеритель температуры и влажности (для контроля условий проведения испытаний)		Погрешность: - измерения температуры ±0,5 °С; - измерения относительной влажности ±3 %. Диапазон измеряемой влажности от 15 % до 85 %. Диапазон измеряемой температуры от 0 °С до 50 °С
3 Люксметр (для контроля условий проведения испытаний)		Погрешность ±10,0 %. Диапазон измеряемой освещенности от 0 до 99 999 лк
4 Линейка измерительная	ГОСТ 427	Погрешность ±0,2 мм. Диапазон измерения от 0 до 500 мм
5 Рулетка	ГОСТ 7502	Класс 2,0. Диапазон измерения от 0 до 3 м
6 Штангенциркуль	ГОСТ 166	Погрешность ±0,05 мм. Диапазон измерения от 0 до 250 мм
7 Мегаомметр		Класс 2,5. Диапазон измерения от 0 до 20 МОм. Прикладываемое напряжение: 100 В, 500 В

Продолжение таблицы 4

Наименование средства измерений, вспомогательного устройства или материала	Документ, которому соответствует средство измерений, вспомогательное устройство или материал	Метрологические, технические характеристики средства измерений, вспомогательного устройства или материала
8 Миллиомметр		Класс 2,5. Диапазон измерения от 10 до 500 мОм
9 Прибор для испытания электрической прочности изоляции		Класс 2,5. Диапазон измерения от 500 до 2000 В
10 Комплексный измеритель показателей качества электрической энергии		Класс 0,5. Диапазоны измерения: - от 150 до 300 В; - от 0,1 до 60 А; - до 7 кВ·А. Коэффициент мощности от 0,8 до 1,0
11 Вольтметр переменного напряжения		Класс 1,0. Диапазон измерения от 0 до 300 В
12 Вольтметр постоянного напряжения		Класс 1,0. Диапазон измерения от 0 до 100 В
13 Мультиметр		Класс 0,5. Диапазоны измерения: - от 0 до 100 В; - от 0 до 100 мВ; - от 0,75 мА до 20 А
14 Осциллограф		Погрешность ±3,0 %. Измерение напряжения постоянного тока до 100 В, напряжения переменного тока — до 100 В, полоса пропускания до 10 МГц
15 Селективный микровольтметр		Погрешность ±1,5 дБ. Диапазон измерения от 150 кГц до 30 МГц
16 Эквивалент сети		Погрешность <1 дБ. Напряжение до 300 В; ток до 60 А
17 Испытательный генератор динамических изменений напряжения питающей сети		Класс 1,0. Напряжение до 250 В; ток до 32 А
18 Испытательный генератор микросекундных импульсных помех		Напряжение до 250 В; ток до 32 А
19 Испытательный генератор наносекундных импульсных помех		Напряжение до 250 В; ток до 32 А
20 Генератор сигналов синусоидальной формы низкочастотный		Погрешность ±5 %. Диапазон выходного напряжения от 0 до 15 В. Диапазон частот выходного напряжения от 50 до 100 Гц
21 Шумомер		Класс 2,0. Диапазоны измерения: - от 30 до 130 дБ; - от 60 Гц до 8 кГц. Тип АЧХ фильтра А

Продолжение таблицы 4

Наименование средства измерений, вспомогательного устройства или материала	Документ, которому соответствует средство измерений, вспомогательное устройство или материал	Метрологические, технические характеристики средства измерений, вспомогательного устройства или материала
22 Камера тепла, холода и влаги		Погрешность измерения температуры ±1 °С, влажности — ±2,5 %. Диапазон температур от минус 60 °С до плюс 60 °С; влажность до 98 %
23 Преобразователи сопротивления платиновые		Погрешность ±0,5 °С. Диапазон температур от минус 50 °С до плюс 200 °С
24 Технологический измеритель-регистратор температуры		Класс 0,5. Диапазон температур от минус 50 °С до плюс 200 °С
25 Электронные часы-секундомер		Класс 1,0. Диапазон измерения времени от 1 с до 1 ч
26 Вибрационный стенд		Погрешность ±4 %, –15 %. Диапазон частот от 10 до 35 Гц. Ускорение до 0,5g
27 Стенд ударный		Ускорение до 75g
28 Источник постоянного напряжения		Диапазон выходного напряжения от 0 до 10 В. Диапазон выходного тока от 0 до 3 А
29 Источник постоянного тока		Диапазон выходного напряжения от 0 до 80 В. Диапазон выходного тока 0 до 50 А
30 Автотрансформатор		Диапазон выходного напряжения от 0 до 264 В. Выходной ток до 60 А
31 Конденсатор неполярный		Погрешность ±10 %. Электрическая емкость 4,7 мкФ, напряжение 16 В
32 Конденсатор полярный		Погрешность ±10 %. Электрическая емкость 100 мкФ, напряжение 125 В
33 Дроссель		Погрешность ±10 %. Индуктивность 3 мГн, сила тока 100 А
34 Резистор		Погрешность ±5 %. Сопротивление 10 кОм, номинальная мощность 1 Вт
35 Резистор		Погрешность ±5 %. Сопротивление 39 кОм, номинальная мощность 1 Вт
36 Резистор		Погрешность ±5 %. Сопротивление 91 кОм, номинальная мощность 1 Вт
37 Резистор		Погрешность ±5 %. Сопротивление 180 кОм, номинальная мощность 1 Вт

Окончание таблицы 4

Наименование средства измерений, вспомогательного устройства или материала	Документ, которому соответствует средство измерений, вспомогательное устройство или материал	Метрологические, технические характеристики средства измерений, вспомогательного устройства или материала
38 Резистор		Погрешность ±1 %. Сопротивление 2 МОм, номинальная мощность 0,25 Вт
39 Шунт измерительный		Класс 0,5. Напряжение 75 мВ, сила тока 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 А
40 Резистивная нагрузка		Погрешность ±10 %. Сила тока до 100 А. Активное сопротивление по 7.1.1.13
41 Программируемая электронная нагрузка постоянного тока		Погрешность ±1 %. Диапазон входного напряжения от 0 до 100 В. Диапазон входного тока от 0 до 10 А
42 Пакетный выключатель ПВ 2-160		Сила тока до 160 А
43 Прерыватель тока		Сила тока до 100 А. Циклы прерывания 4/1 с, 8/2 с, 12/3 с
44 Камера дождя		Качающаяся труба с радиусом разбрызгивания 600 мм. Угол отклонения трубы 180°
45 Щуп-предмет диаметром 12,5 мм	ГОСТ 14254	
46 Щуп-предмет диаметром 2,5 мм	ГОСТ 14254	
47 Испытательный шарнирный палец диаметром 12 мм, длиной 80 мм	ГОСТ 14254	
48 Щуп доступности диаметром 2,5 мм	ГОСТ 14254	
49 ПК с предустановленным ПО		
50 Преобразователь интерфейса RS-485 ↔ USB		
Примечание — Допускается применение средств измерений, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с заданной точностью, испытательного и вспомогательного оборудования, обеспечивающего возможность проведения испытаний.		

10.14.6 Не допускается проводить испытания при одновременном воздействии предельных значений нескольких внешних факторов, если это не оговорено особо для конкретного метода контроля.

10.14.7 Проверки и испытания, не предусмотренные настоящим стандартом, но указанные изготовителем в ТУ на конкретный тип СКЗ, необходимо проводить согласно методикам, указанным в ТУ.

10.14.8 Определения выходных параметров АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят для каждого канала поочередно, если в методе испытания не указано иное.

10.15 Требования безопасности при подготовке и проведении испытаний.

При проведении испытаний должны быть соблюдены требования, указанные в [4] и [5].

11 Методы контроля

11.1 Соответствие СКЗ требованиям к конструкции, внешнему виду и маркировке (7.1.1.1—7.1.1.4, 7.1.1.9, 7.1.3.1—7.1.3.3, 7.1.1.4—7.1.5.2, 7.1.5.4—7.1.5.7, 7.1.5.9—7.1.5.14, 7.1.5.18—7.1.5.23, 7.4, 7.1.5.8, 8.1.3, 8.1.8, 8.1.9, 8.3) проверяют визуально по ГОСТ Р ЕН 13018.

При внешнем осмотре проверяют соответствие конструкции и внешнего вида СКЗ действующей КД изготовителя, качество сварки, внешней окраски, состояние защитных и декоративных покрытий, чистоту поверхности, расположение органов управления, средств контроля (измерения) параметров и сигнализации, а также их маркировку.

11.2 Проверка взаимозаменяемости силовых модулей. Проверка электрических параметров, протокола обмена данными, соответствия требованиям к внешнему виду, конструкции, электрическому монтажу требованиям — см. таблицу 1, пункты 5, 8, 20, 21; 7.1.1.28, 7.1.5.12—7.1.5.14.

При внешнем осмотре визуально проверяют требования таблицы 1 (пункты 5, 8, 20, 21) по табличке модуля; 7.1.5.13; 7.1.5.14 на соответствие конструкции и внешнего вида силовых модулей действующей КД изготовителя, вид охлаждения, расположение органов управления, средств контроля (измерения) и индикации (сигнализации) параметров и их маркировку.

Размеры силовых модулей и блочных каркасов на соответствие 7.1.5.12 проверяют при помощи измерительного инструмента (линейки, штангенциркуля), обеспечивающего требуемую точность измерений, и сличением измеренных размеров со значениями, приведенными в КД изготовителя, приложении В и ГОСТ Р МЭК 60297-3-101.

Доступность и возможность демонтажа установки силовых модулей в количестве не менее трех штук проверяют путем их перестановки между собой в блочном каркасе.

Путем сличения результатов визуального контроля с данными, приведенными в КД изготовителя, проверяют тип соединителя и соответствие электрических цепей, подводимых к контактам соединителя силовых модулей (см. также приложение В).

Реализацию протокола информационного обмена силовых модулей с модулем управления на соответствие 7.1.1.28 проверяют с помощью стандартных программных продуктов, поддерживающих функции протокола Modbus RTU, согласно приложению А.

11.3 Диаметр резьбы на соответствие требованию 8.1.5 проверяют при помощи измерительного инструмента (штангенциркуля), обеспечивающего требуемую погрешность измерений, и сличением измеренных размеров с указанными в КД изготовителя.

11.4 Для проверки материалов и ПКИ на соответствие требованиям 7.2 и раздела 9 устанавливают наличие сопроводительных документов, подтверждающих соответствие типа и качества материалов и/или приемку материалов и ПКИ ОТК предприятия-изготовителя.

11.5 Комплектность СКЗ на соответствие требованиям 7.3 проверяют сличением фактического комплекта поставки с комплектностью, указанной в действующей КД.

11.6 Проверку упаковки СКЗ проводят визуально на соответствие требованиям 7.5 и действующей КД.

11.7 Проверку СКЗ на соответствие общим требованиям электробезопасности, приведенным в 8.1.1 и 8.1.2, проводят визуально согласно ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.2.007.11.

11.8 Определение электрического сопротивления изоляции

11.8.1 Испытание электрического сопротивления изоляции СКЗ на соответствие требованиям 8.1.6 проводят методом 101 согласно ГОСТ 26567.

11.8.2 При подготовке к испытаниям проводят следующие действия:

- УЗИП и фильтры ЭМС отсоединяют от корпуса;
- проводят другие действия согласно ГОСТ 26567, направленные на предотвращение случайного выхода из строя радиоэлементов.

11.8.3 Для измерения электрического сопротивления изоляции используют мегаомметр с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 7).

11.8.4 При напряжении в цепи электропитания 500 В измерение электрического сопротивления проводят поочередно:

- между контактными зажимами цепи электропитания переменного тока и корпусом;
- контактными зажимами цепи нагрузки и корпусом;
- контактными зажимами цепи электропитания переменного или постоянного тока и контактными зажимами цепи нагрузки;

- контактными зажимами контроля потенциала и контактными зажимами цепи электропитания переменного тока;
- контактными зажимами цепи контроля потенциала и контактными зажимами цепи нагрузки;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и контактными зажимами цепи электропитания переменного тока;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и контактными зажимами цепи нагрузки.

11.8.5 При напряжении в цепи электропитания постоянного тока 100 В измерение электрического сопротивления проводят поочередно:
- между контактными зажимами цепи электропитания постоянного тока и корпусом;
- контактными зажимами контроля потенциала и контактными зажимами цепи электропитания постоянного тока;
- контактными зажимами цепи контроля потенциала и корпусом;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и контактными зажимами цепи электропитания постоянного тока;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и корпусом.

11.8.6 СКЗ считают выдержавшей проверку, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции составляют не менее 20 МОм.

11.9 Проверка электрической прочности изоляции

11.9.1 Испытание электрической прочности изоляции на соответствие требованиям 7.1.1.12 и 8.1.7 проводят методом 102 согласно ГОСТ 26567.

11.9.2 СКЗ подготавливают к проверке по 11.8.2.

11.9.3 Испытательное напряжение должно соответствовать ГОСТ 26830. При испытании в условиях воздействия верхнего значения относительной влажности испытательное напряжение принимают равным $0{,}6U_{исп}$ в соответствии с ГОСТ 26830.

11.9.4 Следующие испытательные напряжения переменного тока частотой 50 Гц должны быть приложены поочередно:
- между корпусом и контактными зажимами цепи электропитания СКЗ при питании от сети переменного тока — 2000 В, при питании СКЗ от сети постоянного тока — 1000 В;
- контактными зажимами цепи нагрузки и контактными зажимами цепи электропитания СКЗ при питании от сети переменного тока — 2000 В, при питании СКЗ от сети постоянного тока — 1000 В;
- корпусом и контактными зажимами цепи нагрузки с номинальным выходным напряжением СКЗ 48 В — 1000 В, с номинальным выходным напряжением СКЗ 96 В — 1500 В;
- контактными зажимами цепи нагрузки различных каналов АСКЗ(Х) или МСКЗ(Х) с номинальным выходным напряжением СКЗ 48 В — 1000 В, с номинальным выходным напряжением СКЗ 96 В — 1500 В;
- контактными зажимами цепи контроля потенциала и корпусом — 500 В;
- контактными зажимами цепи контроля потенциала и контактными зажимами цепи электропитания СКЗ от сети переменного тока — 2000 В, при питании СКЗ от сети постоянного тока — 1000 В;
- контактными зажимами цепи контроля потенциала и контактными зажимами цепи нагрузки с номинальным выходным напряжением 48 В — 1000 В, с номинальным выходным напряжением СКЗ 96 В — 1500 В;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и контактными зажимами цепи электропитания от сети переменного тока — 2000 В, от сети постоянного тока — 1000 В;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и контактными зажимами цепи нагрузки с номинальным выходным напряжением СКЗ 48 В — 1000 В, с номинальным выходным напряжением СКЗ 96 В — 1500 В;
- контактными зажимами цепи интерфейса связи с системой телемеханики и корпусом — 500 В.

11.9.5 Испытательное напряжение с выхода установки для испытаний электрической прочности изоляции плавно повышают до указанных в 11.9.4 значений, выдерживают в течение 1 мин и снижают до минимального значения. Изоляция между указанными цепями должна выдерживать без пробоя и поверхностного перекрытия воздействие испытательного напряжения.

11.9.6 После испытания электрической прочности изоляции проводят измерение электрического сопротивления изоляции по 11.8.

11.9.7 СКЗ считают выдержавшей проверку, если во время воздействия испытательного напряжения не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции, значение электрического сопротивления изоляции составляет не менее 20 МОм, а при испытании в условиях воздействия верхнего значения относительной влажности электрическое сопротивление изоляции составляет не менее 0,5 МОм.

11.10 Определение электрического сопротивления заземления металлических частей, доступных прикосновению

11.10.1 Измерение электрического сопротивления заземления металлических частей, доступных прикосновению, для проверки соответствия требованиям 8.1.4 проводят методом 103-1 согласно ГОСТ 26567.

11.10.2 СКЗ должна быть отсоединена от питающей сети.

11.10.3 Для измерения электрического сопротивления используют миллиомметр с характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 8).

11.10.4 Измерения проводят между контактным зажимом, предназначенным для присоединения СКЗ к контуру заземления, и наружными металлическими поверхностями шкафа, доступными прикосновению персонала при эксплуатации.

11.10.5 СКЗ считают выдержавшей проверку, если электрическое сопротивление заземления металлических частей шкафа не превышает 0,1 Ом при токе измерения 5 А.

11.11 Измерение номинального выходного напряжения и номинального выходного тока

11.11.1 Измерение номинального выходного напряжения $U_{ном}$ и номинального выходного тока $I_{ном}$ для проверки соответствия требованиям таблицы 1 (пункты 14, 15, 20, 21) и 7.1.1.13 проводят методом 201-1 согласно ГОСТ 26567. Измерения проводят в диапазоне напряжений питающей сети, при которых обеспечиваются номинальные выходные параметры при номинальном значении комплексной нагрузки $R_{ном}$, Ом, рассчитанном по формуле (1).

11.11.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.11.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.11.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В (см. таблицу 4, пункт 13).

11.11.5 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.11.6 СКЗ считают выдержавшей проверку, если значения установившихся отклонений выходного тока и выходного напряжения от номинальных значений, указанных в таблице 1 (пункты 20, 21), не превышают 2,5 %.

11.12 Измерение выходного напряжения и выходного тока в режиме удвоенного выходного напряжения

11.12.1 Для измерения выходных параметров СКЗ в режиме удвоенного выходного напряжения, если такой режим работы предусмотрен, с целью проверки соответствия требованиям 7.1.1.11 переключают СКЗ в режим работы с удвоенным выходным напряжением. Сопротивление нагрузки для режима удвоенного выходного напряжения $R_{ном2}$, Ом, вычисляют по формуле

$$R_{ном2} = \frac{2U_{ном}}{0{,}5I_{ном}}. \quad (2)$$

11.12.2 Измерения проводят по 11.11.

11.12.3 СКЗ считают выдержавшей проверку, если отклонения установившихся значений выходного напряжения и выходного тока от номинальных значений удвоенного выходного напряжения и половинного выходного тока, указанных в таблице 1 (пункты 20 и 21), не превышают 2,5 %.

11.13 Испытание в режиме стабилизации выходного напряжения

11.13.1 Испытание МСКЗ и МСКЗ(Х), работающих в режиме стабилизации заданного выходного напряжения, на соответствие требованиям 7.1.1.7, 7.1.1.8, 7.1.1.13, 7.1.1.22, 7.1.1.23, параметрам таблицы 1 (пункты 12, 15, 20) проводят методом 201-1 согласно ГОСТ 26567.

11.13.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.13.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.13.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В (см. таблицу 4, пункт 13).

11.13.5 Подключают к МСКЗ или МСКЗ(Х) активную нагрузку, имеющую номинальное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1).

11.13.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети по таблице 1 (пункты 1, 2, 6).

11.13.7 Включают МСКЗ или МСКЗ(Х).

11.13.8 Задают режим стабилизации выходного напряжения.

11.13.9 Проверяют дискретность установки установленного значения выходного напряжения с помощью встроенных органов управления и телеуправления на соответствие требованиям 7.1.1.23.

11.13.10 Задают значение установленного выходного напряжения, равное номинальному значению $U_{ном}$ в соответствии с таблицей 1 (пункт 20).

11.13.11 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают напряжение питающей сети, равное верхнему значению диапазона напряжений, в котором обеспечивается работоспособное состояние, в соответствии с таблицей 1 (пункты 4, 7).

11.13.12 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают напряжение питающей сети, равное нижнему значению диапазона напряжений, в котором обеспечивается работоспособное состояние, в соответствии с таблицей 1 (пункты 4, 7).

11.13.13 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного напряжения $\delta U_{у.ном}$, %, по формуле

$$\delta U_{у.ном} = \frac{U_{наиб} - U_{наим}}{2U_{ном}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $U_{наиб}$ и $U_{наим}$ — наибольшее и наименьшее значения выходного напряжения, измеренные при изменении напряжения питающей сети, В.

11.13.14 Задают значение установленного выходного напряжения МСКЗ и МСКЗ(Х), равное $0{,}1U_{ном}$.

11.13.15 Повторяют действия, указанные в 11.13.11 и 11.13.12.

11.13.16 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного напряжения МСКЗ и МСКЗ(Х) $\delta U_{у.10}$, %, по формуле

$$\delta U_{у.10} = \frac{U_{наиб} - U_{наим}}{0{,}2U_{ном}} \cdot 100. \quad (4)$$

11.13.17 МСКЗ и МСКЗ(Х) считают выдержавшими проверку, если дискретность задания установленного значения выходного напряжения соответствует 7.1.1.23 и в диапазоне регулирования установившиеся отклонения выходного напряжения, указанные в таблице 1 (пункты 12 и 20), при изменении напряжения питания не превышают 2,5 %.

11.13.18 Подключают к МСКЗ или МСКЗ(Х) активную нагрузку сопротивлением $0{,}05R_{ном}$.

11.13.19 Задают установленное значение выходного напряжения, равное $I_{ном} \cdot 0{,}05R_{ном}$.

11.13.20 Повторяют процедуры по 11.13.11—11.13.13.

11.13.21 СКЗ считают выдержавшей проверку, если при минимальном сопротивлении нагрузки, указанном в 7.1.1.13, установившиеся отклонения выходного напряжения, указанные в таблице 1 (пункт 20), при изменении напряжения питания не превышают 2,5 %.

11.13.22 Подключают к СКЗ активную нагрузку сопротивлением $4R_{ном}$.

11.13.23 Задают установленное значение выходного напряжения, равное $U_{ном}$.

11.13.24 Повторяют действия, указанные в 11.13.11—11.13.13.

11.13.25 СКЗ считают выдержавшей проверку, если при максимальном сопротивлении нагрузки, указанном в 7.1.1.13, установившиеся отклонения выходного напряжения, указанные в таблице 1 (пункты 12 и 20), при изменении напряжения питания не превышают 2,5 %.

11.14 Испытание в режиме стабилизации выходного тока

11.14.1 Испытание СКЗ, работающей в режиме стабилизации выходного тока, на соответствие требованиям 7.1.1.5—7.1.1.8, 7.1.1.13, 7.1.1.21—7.1.1.23, параметрам таблицы 1 (пункты 11, 14, 21) проводят методом 201-1 согласно ГОСТ 26567.

11.14.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 1 (пункт 11).

11.14.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 1 (пункт 12).

11.14.4 Измерение выходного тока проводят, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ (см. таблицу 4, пункт 13), на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, или с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.14.5 При измерении выходного тока путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте с использованием милливольтметра постоянного напряжения значение выходного тока $I_{вых}$, А, вычисляют по формуле

$$I_{вых} = \frac{U_{изм.ш} \cdot I_{н.ш}}{U_{н.ш}}, \quad (5)$$

где $U_{изм.ш}$ — напряжение, измеренное милливольтметром постоянного тока на измерительном шунте, мВ;

$I_{н.ш}$ — номинальный ток измерительного шунта, А;

$U_{н.ш}$ — номинальное напряжение измерительного шунта, мВ.

11.14.6 Подключают к СКЗ активную нагрузку, имеющую сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1).

11.14.7 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.14.8 Включают СКЗ.

11.14.9 Задают режим стабилизации выходного тока.

11.14.10 Проверяют дискретность задания установленного значения выходного тока с помощью встроенных органов управления и телеуправления на соответствие требованиям 7.1.1.23.

11.14.11 Задают значение установленного значения выходного тока, равное номинальному значению в соответствии с таблицей 1 (пункт 21).

11.14.12 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают верхнее значение напряжения питающей сети из диапазона напряжений, в котором обеспечивается работоспособное состояние, в соответствии с таблицей 1 (пункты 4, 7).

11.14.13 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают нижнее значение напряжения питающей сети из диапазона напряжений, в котором обеспечивается работоспособное состояние, в соответствии с таблицей 1 (пункты 4, 7).

11.14.14 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного тока $\delta I_{у.ном}$, %, по формуле

$$\delta I_{у.ном} = \frac{I_{наиб} - I_{наим}}{2I_{ном}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $I_{наиб}$ и $I_{наим}$ — наибольшее и наименьшее значения выходного тока при изменении напряжения питающей сети, А;

$I_{ном}$ — значение номинального выходного тока, заданное по 11.14.13, А.

11.14.15 Задают установленное значение выходного тока СКЗ равное 0,1 $I_{ном}$.

11.14.16 Повторяют действия, указанные в 11.14.12, 11.14.13.

11.14.17 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного тока СКЗ $\delta I_{у.10}$, %, по формуле

$$\delta I_{у.10} = \frac{I_{наиб} - I_{наим}}{0{,}2 I_{ном}} \cdot 100. \quad (7)$$

11.14.18 СКЗ считают выдержавшей проверку, если в диапазоне регулирования установившиеся отклонения выходного тока от номинальных значений, указанных в таблице 1 (пункт 21), при изменении напряжения питания не превышают 2,5 %.

11.14.19 Подключают к АСКЗ или АСКЗ(Х) активную нагрузку сопротивлением $0{,}1R_{ном}$. Подключают к МСКЗ или МСКЗ(Х) активную нагрузку сопротивлением $0{,}05R_{ном}$.

11.14.20 Повторяют процедуры по 11.14.11—11.14.14.

11.14.21 СКЗ считают выдержавшей проверку, если при минимальном сопротивлении нагрузки, указанном в 7.1.1.13, установившиеся отклонения выходного тока от номинальных значений, указанных в таблице 1 (пункт 21), при изменении напряжения питания не превышают 2,5 %.

11.14.22 Подключают к СКЗ активную нагрузку сопротивлением $4R_{ном}$.

11.14.23 Задают установленное значение выходного тока, равное $0{,}25I_{ном}$.

11.14.24 Повторяют действия, указанные в 11.14.5, 11.14.6.

11.14.25 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного тока $\delta I_{у.25}$, %, по формуле

$$\delta I_{у.25} = \frac{I_{наиб} - I_{наим}}{0{,}5 I_{ном}} \cdot 100. \quad (8)$$

11.14.26 СКЗ считают выдержавшей проверку, если дискретность задания установленного значения выходного тока соответствует 7.1.1.23 и если при максимальном сопротивлении нагрузки, указанном в 7.1.1.13, установившиеся отклонения выходного тока от номинального значения, указанного в таблице 1 (пункты 11, 21), при изменении напряжения питания не превышают 2,5 %.

11.15 Испытание в режиме стабилизации потенциала с омической составляющей

11.15.1 Испытание СКЗ, работающей в режиме стабилизации потенциала с омической составляющей, проводят на соответствие требованиям 7.1.1.5—7.1.1.8, 7.1.1.13, 7.1.1.21—7.1.1.23, параметрам таблицы 1 (пункты 13, 16).

11.15.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания с использованием вольтметра переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.15.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания с использованием вольтметра постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.15.4 Измерение потенциала с омической составляющей проводят на контактных зажимах цепи контроля потенциала, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 10 В.

11.15.5 Подключают к СКЗ делитель напряжения и активную нагрузку, имеющую номинальное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1), согласно схеме, приведенной на рисунке 5. Сопротивления $R1$ и $R2$ делителя напряжения выбирают по таблице 5.

Таблица 5 — Сопротивления делителя напряжения

Номинальное выходное напряжение, В	$R1$, кОм	$R2$, кОм
12	10	10
24	39	
48	91	
96	180	

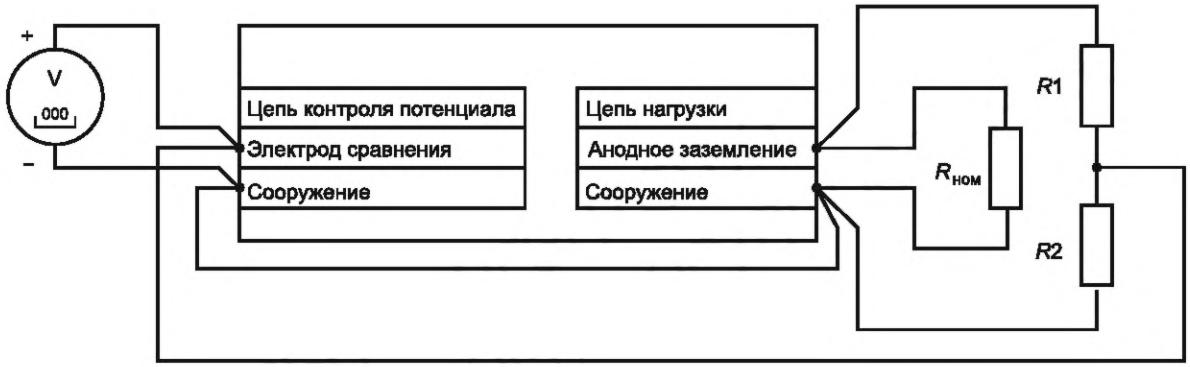

Рисунок 5 — Схема проверки стабилизации установленного значения потенциала с омической составляющей

11.15.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.15.7 Включают СКЗ.

11.15.8 Задают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.15.9 Проверяют дискретность задания установленного значения потенциала с омической составляющей с помощью встроенных органов управления и телеуправления на соответствие 7.1.1.23.

11.15.10 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 3,5 В согласно таблице 1 (пункт 13).

11.15.11 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают верхнее значение напряжения питающей сети из диапазона напряжений, в котором обеспечивается работоспособное состояние, указанное в таблице 1 (пункты 4, 7).

11.15.12 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают нижнее значение напряжения питающей сети из диапазона напряжений, в котором обеспечивается работоспособное состояние, указанное в таблице 1 (пункты 4, 7).

11.15.13 Вычисляют значение установившегося отклонения потенциала с омической составляющей $\delta\Phi_{у.сос-3,5}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{у.сос-3,5} = \frac{|\Phi_{наиб} - \Phi_{наим}|}{7} \cdot 100, \quad (9)$$

где $\Phi_{наиб}$ и $\Phi_{наим}$ — наибольшее и наименьшее значения потенциала с омической составляющей при изменении напряжения питающей сети, В.

11.15.14 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 2,0 В.

11.15.15 Повторяют действия, указанные в 11.15.11, 11.15.12.

11.15.16 Вычисляют значение установившегося отклонения потенциала с омической составляющей $\delta\Phi_{у.сос-2,0}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{у.сос-2,0} = \frac{|\Phi_{наиб} - \Phi_{наим}|}{4} \cdot 100. \quad (10)$$

11.15.17 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 0,9 В согласно таблице 1 (пункт 13).

11.15.18 Повторяют действия, указанные в 11.15.11, 11.15.12.

11.15.19 Вычисляют значение установившегося отклонения потенциала с омической составляющей $\delta\Phi_{у.сос-0,9}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{у.сос-0,9} = \frac{|\Phi_{наиб} - \Phi_{наим}|}{1,8} \cdot 100. \quad (11)$$

11.15.20 Подключают к МСКЗ или МСКЗ(Х) делитель напряжения и комплексную нагрузку, имеющую активное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1), с емкостной составляющей 100 мкФ и индуктивной составляющей 3 мГн, по схеме, приведенной на рисунке 5. Сопротивления $R1$ и $R2$ делителя напряжения выбирают по таблице 5.

11.15.21 Повторяют действия, указанные в 11.15.10—11.15.19.

11.15.22 СКЗ считают выдержавшей проверку, если дискретность задания установленного значения потенциала с омической составляющей соответствует 7.1.1.23 и если в диапазоне регулирования установившиеся отклонения потенциала с омической составляющей от значений, указанных в таблице 1 (пункт 13), при изменении напряжения питания и комплексной нагрузке не превышают 2,5 %.

11.16 Проверка работы систем контроля (измерения) параметров

11.16.1 Проверку работы систем контроля (измерения) параметров СКЗ проводят на соответствие требованиям 7.1.1.24, 7.1.5.21.

11.16.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.16.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания с использованием вольтметра постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.16.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.16.5 Измерение выходного тока проводят милливольтметром постоянного тока класса точности не ниже 0,5 с пределом измерения от 0 до 100 мВ на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, или амперметром постоянного тока, включенном последовательно в цепь нагрузки.

11.16.6 Измерение потенциала с омической составляющей проводят на контактных зажимах цепи контроля потенциала, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 10 В.

11.16.7 Подключают к СКЗ активную нагрузку, имеющую номинальное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1).

11.16.8 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.16.9 Включают СКЗ.

11.16.10 Устанавливают режим стабилизации выходного напряжения.

11.16.11 Задают установленное значение выходного напряжения, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 20).

11.16.12 Считывают показания выходного напряжения со встроенного средства измерения и по данным телеметрии.

11.16.13 Вычисляют отклонение выходного напряжения, значение которого получено со встроенного средства измерения $\delta U_{пок.ном}$, %, по формуле

$$\delta U_{пок.ном} = \frac{|U_{пок.ном} - U_{изм}|}{U_{изм}} \cdot 100, \quad (12)$$

где $U_{пок.ном}$ — значение выходного напряжения, считанное со встроенного средства измерения, В;

$U_{изм}$ — значение выходного напряжения, измеренное внешним прибором, В.

11.16.14 Вычисляют отклонение выходного напряжения, значение которого получено по данным телеметрии $\delta U_{тм.ном}$, %, по формуле

$$\delta U_{тм.ном} = \frac{|U_{тм.ном} - U_{изм}|}{U_{изм}} \cdot 100, \quad (13)$$

где $U_{тм.ном}$ — значение выходного напряжения, полученное по данным телеметрии, В.

11.16.15 Задают установленное значение выходного напряжения, равное минимальному значению в соответствии с таблицей 1 (пункты 10, 20).

11.16.16 Считывают показания выходного напряжения со встроенного средства измерения и по данным телеметрии.

11.16.17 Вычисляют отклонение выходного напряжения, значение которого получено со встроенного средства измерения $\delta U_{пок.мин}$, %, по формуле

$$\delta U_{\text{пок.мин}} = \frac{|U_{\text{пок.мин}} - U_{\text{изм}}|}{U_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (14)$$

где $U_{\text{пок.мин}}$ — значение выходного напряжения, считанное со встроенного средства измерения, В.

11.16.18 Вычисляют отклонение выходного напряжения, значение которого получено по данным телеметрии $\delta U_{\text{тм.мин}}$, %, по формуле

$$\delta U_{\text{тм.мин}} = \frac{|U_{\text{тм.мин}} - U_{\text{изм}}|}{U_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (15)$$

где $U_{\text{тм.мин}}$ — значение выходного напряжения, полученное по данным телеметрии, В.

11.16.19 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.16.20 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 21).

11.16.21 Считывают показания выходного тока со встроенного средства измерения и по данным телеметрии.

11.16.22 Вычисляют отклонение выходного тока, значение которого получено со встроенного средства измерения $\delta I_{\text{пок.ном}}$, %, по формуле

$$\delta I_{\text{пок.ном}} = \frac{|I_{\text{пок.ном}} - I_{\text{изм}}|}{I_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $I_{\text{пок.ном}}$ — значение выходного тока, считанное со встроенного средства измерения, А;

$I_{\text{изм}}$ — значение выходного тока, измеренное внешним прибором, А.

11.16.23 Вычисляют отклонение выходного тока, значение которого получено по данным телеметрии $\delta I_{\text{тм.ном}}$, %, по формуле

$$\delta I_{\text{тм.ном}} = \frac{|I_{\text{тм.ном}} - I_{\text{изм}}|}{IU_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (17)$$

где $I_{\text{тм.ном}}$ — значение выходного тока, полученное по данным телеметрии, А.

11.16.24 Задают установленное значение выходного тока, равное минимальному значению в соответствии с таблицей 1 (пункты 9, 21).

11.16.25 Считывают показания выходного тока со встроенного средства измерения и по данным телеметрии.

11.16.26 Вычисляют отклонение выходного тока, значение которого получено со встроенного средства измерения $\delta I_{\text{пок.мин}}$, %, по формуле

$$\delta I_{\text{пок.мин}} = \frac{|I_{\text{пок.мин}} - I_{\text{изм}}|}{I_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (18)$$

где $I_{\text{пок.мин}}$ — значение выходного тока, считанное со встроенного средства измерения, А.

11.16.27 Вычисляют отклонение выходного тока, значение которого получено по данным телеметрии $\delta I_{\text{тм.мин}}$, %, по формуле

$$\delta I_{\text{тм.мин}} = \frac{|I_{\text{тм.мин}} - I_{\text{изм}}|}{I_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (19)$$

где $I_{\text{тм.мин}}$ — значение выходного тока, полученное по данным телеметрии, А.

11.16.28 Устанавливают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.16.29 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 3,5 В, в соответствии с таблицей 1 (пункт 13).

11.16.30 Считывают показания потенциала с омической составляющей со встроенного средства измерения и по данным телеметрии.

11.16.31 Вычисляют отклонение потенциала с омической составляющей, значение которого получено со встроенного средства измерения $\delta\Phi_{\text{пок.сос–3,5}}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{\text{пок.сос–3,5}} = \frac{|\Phi_{\text{пок.сос–3,5}} - \Phi_{\text{изм.сос}}|}{\Phi_{\text{изм.сос}}} \cdot 100, \quad (20)$$

где $\Phi_{пок.сос-3,5}$ — значение потенциала с омической составляющей, считанное со встроенного средства измерения, В;

$\Phi_{изм.сос}$ — значение потенциала с омической составляющей, измеренное внешним прибором, В.

11.16.32 Вычисляют отклонение потенциала с омической составляющей, значение которого получено по данным телеметрии $\delta\Phi_{тм.сос-3,5}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{тм.сос-3,5} = \frac{|\Phi_{тм.сос-3,5} - \Phi_{изм.сос}|}{\Phi_{изм.сос}} \cdot 100, \quad (21)$$

где $\Phi_{тм.сос-3,5}$ — значение потенциала с омической составляющей, полученное по данным телеметрии, В.

11.16.33 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 0,9 В, в соответствии с таблицей 1 (пункт 13).

11.16.34 Считывают показания потенциала с омической составляющей со встроенного средства измерения и по данным телеметрии.

11.16.35 Вычисляют отклонение потенциала с омической составляющей, значение которого получено со встроенного средства измерения $\delta\Phi_{пок.сос-0,9}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{пок.сос-0,9} = \frac{|\Phi_{пок.сос-0,9} - \Phi_{изм.сос}|}{\Phi_{изм.сос}} \cdot 100, \quad (22)$$

где $\Phi_{пок.сос-0,9}$ — значение потенциала с омической составляющей, считанное со встроенного средства измерения, В.

11.16.36 Вычисляют отклонение потенциала с омической составляющей, значение которого получено по данным телеметрии $\delta\Phi_{тм.сос-0,9}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{тм.сос-0,9} = \frac{|\Phi_{тм.сос-0,9} - \Phi_{изм.сос}|}{\Phi_{изм.сос}} \cdot 100, \quad (23)$$

где $\Phi_{тм.сос-0,9}$ — значение потенциала с омической составляющей, считанное по телеметрии, В.

11.16.37 СКЗ считают выдержавшей проверку, если отклонения показаний выходного напряжения, выходного тока, потенциала с омической составляющей со встроенных устройств контроля и телеметрии от действительных значений не превышают 2,5 %.

11.17 Проверка работы после кратковременного выхода напряжения питающей сети за пределы рабочих значений

11.17.1 Испытание СКЗ при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений проводят на соответствие параметрам, указанным в таблице 1 (пункты 5, 8).

11.17.2 Присоединяют к цепи питания СКЗ питающую сеть.

11.17.3 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, соответствующими таблице 4 (пункт 11).

11.17.4 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, соответствующими таблице 4 (пункт 12).

11.17.5 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.17.6 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.17.7 Подключают к СКЗ активную нагрузку, имеющую сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1).

11.17.8 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети, соответствующее таблице 1 (пункты 1, 2, 6).

11.17.9 Включают СКЗ.

11.17.10 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.17.11 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 21).

11.17.12 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают верхнее значение напряжения питающей сети, при котором обеспечивается безаварийное функционирование без гарантированного сохранения основных электрических параметров, приведенное в таблице 1 (пункты 5, 8).

11.17.13 Проверяют наличие выходного тока и выходного напряжения.

11.17.14 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают нижнее значение напряжения питающей сети, при котором обеспечивается безаварийное функционирование без гарантированного сохранения основных электрических параметров, приведенное в таблице 1 (пункты 5, 8).

11.17.15 Проверяют наличие выходного тока и выходного напряжения.

11.17.16 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети, соответствующее таблице 1 (пункты 1, 2, 6).

11.17.17 Измеряют выходной ток.

11.17.18 СКЗ считают выдержавшей проверку, если отклонение измеренного выходного тока от номинального значения не превышает 2,5 %.

11.18 Испытание на устойчивость к внешним перегрузкам в цепи нагрузки

11.18.1 Испытание на устойчивость к внешним перегрузкам в цепи нагрузки проводят на соответствие требованиям 7.1.1.14 методом 111 согласно ГОСТ 26567 при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1).

11.18.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.18.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.18.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.18.5 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.18.6 Включают СКЗ.

11.18.7 Устанавливают режим стабилизации выходного напряжения.

11.18.8 Задают установленное значение выходного напряжения, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 20).

11.18.9 Изменяют сопротивление нагрузки до значения $0{,}5R_{ном}$.

11.18.10 Выдерживают СКЗ в режиме внешней перегрузки в цепи нагрузки в течение 30 мин.

11.18.11 Изменяют сопротивление нагрузки до значения $R_{ном}$.

11.18.12 СКЗ считают выдержавшей испытание, если значение выходного напряжения после устранения режима внешней перегрузки в цепи нагрузки отличается от указанного в таблице 1 (пункт 20) не более чем на 2,5 %.

11.19 Испытание на устойчивость к коротким замыканиям в цепи нагрузки

11.19.1 Испытание на устойчивость к коротким замыканиям в цепи нагрузки и соответствие требованиям 7.1.1.14 проводят методом 113 согласно ГОСТ 26567 при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1).

11.19.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.19.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.19.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.19.5 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.19.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.19.7 Включают СКЗ.

11.19.8 Устанавливают режим стабилизации выходного напряжения.

11.19.9 Задают установленное значение выходного напряжения, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 20).

11.19.10 Замыкают пакетным выключателем контактные зажимы цепи нагрузки.

11.19.11 Измеряют выходной ток МСКЗ, МСКЗ(Х) в режиме короткого замыкания в цепи нагрузки.

11.19.12 Выдерживают СКЗ в режиме короткого замыкания в цепи нагрузки в течение 30 мин.

11.19.13 Заменяют сгоревший предохранитель или включают автоматический выключатель СКЗ при необходимости.

11.19.14 Проводят внешний осмотр элементов силовых цепей СКЗ.

11.19.15 Размыкают пакетным выключателем контактные зажимы цепи нагрузки.

11.19.16 АСКЗ и АСКЗ(Х) считают выдержавшими испытание, если:

- значение выходного напряжения после устранения режима короткого замыкания в цепи нагрузки и замены сгоревшего предохранителя или включения автоматического выключателя отличается от указанного в таблице 1 (пункт 20) не более чем на 2,5 %;
- при внешнем осмотре не обнаружено нарушения нормированных требований в части деформации элементов силовых цепей;
- действия систем защиты и сигнализации соответствуют требованиям, установленным ТУ изготовителя.

11.19.17 МСКЗ и МСКЗ(Х) считают выдержавшими испытание, если:

- значение выходного напряжения после устранения режима короткого замыкания в цепи нагрузки отличается от указанного в таблице 1 (пункт 20) не более чем на 2,5 %;
- выходной ток в режиме короткого замыкания в цепи нагрузки не превышает значение, указанное в ТУ от изготовителя;
- при внешнем осмотре не обнаружено нарушения нормированных требований в части деформации элементов силовых цепей;
- действия систем защиты и сигнализации соответствуют требованиям, установленным ТУ изготовителя.

11.20 Испытание на устойчивость работы в режиме прерывания напряжения питания

11.20.1 Проверку работы СКЗ в режиме прерывания напряжения питания проводят на соответствие требованиям 7.1.1.15.

11.20.2 Подключают нагрузку номинальным сопротивлением $R_{ном}$, рассчитанным по формуле (1).

11.20.3 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.20.4 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.20.5 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до

100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.20.6 Измерение времени пропадания напряжения питания проводят, используя часы-секундомер класса точности не ниже 1,0.

11.20.7 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.20.8 Включают СКЗ.

11.20.9 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.20.10 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.20.11 Отключают напряжение питания и менее чем через 1 с вновь включают напряжение питания. После установления режима работы измеряют значение выходного тока.

11.20.12 Повторяют 11.20.11 с продолжительностью отключения напряжения питания 30 с.

11.20.13 СКЗ считают выдержавшей испытание, если значение выходного тока после прерывания напряжения питания отличается от указанного в таблице 1 (пункт 21) не более чем на 2,5 %.

11.21 Испытание на устойчивость работы при обрыве цепи нагрузки

11.21.1 Испытание на устойчивость работы при обрыве цепи нагрузки проводят на соответствие требованиям 7.1.1.16 при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), подключенной последовательно с пакетным выключателем.

11.21.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.21.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.21.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.21.5 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.21.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.21.7 Включают СКЗ.

11.21.8 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.21.9 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.21.10 Размыкают пакетным выключателем цепь нагрузки.

11.21.11 Измеряют выходное напряжение СКЗ в режиме обрыва цепи нагрузки.

11.21.12 Выдерживают СКЗ в режиме обрыва цепи нагрузки в течение 30 мин. Контролируют отсутствие признаков аварийной работы.

11.21.13 Замыкают пакетным выключателем цепь нагрузки.

11.21.14 СКЗ считают выдержавшей испытание, если:

- после устранения режима обрыва цепи нагрузки значение выходного тока отличается от указанного в таблице 1 (пункт 21) не более чем на 2,5 %;
- в режиме обрыва цепи нагрузки выходное напряжение не превышает значения, указанного в ТУ от изготовителя;
- в режиме обрыва цепи нагрузки отсутствуют признаки аварийной работы.

11.22 Проверка работы в режиме прерывания защитного тока

11.22.1 Проверку работы в режиме прерывания защитного тока проводят на соответствие требованиям 7.1.1.17 при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), с последовательно подключенным прерывателем тока.

11.22.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.22.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.22.4 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.22.5 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.22.6 Включают СКЗ.

11.22.7 Устанавливают режим стабилизации выходного напряжения.

11.22.8 Задают установленное значение выходного напряжения, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 20).

11.22.9 Включают прерыватель тока в режиме прерывания защитного тока с периодом времени протекания/прерывания защитного тока 4/1 с.

11.22.10 Выдерживают СКЗ при работающем прерывателе защитного тока в течение 24 ч. Контролируют отсутствие признаков аварийной работы.

11.22.11 Выключают режим прерывания защитного тока.

11.22.12 СКЗ считают выдержавшей испытание, если:

- после прекращения режима прерывания защитного тока значение выходного напряжения отличается от указанного в таблице 1 (пункт 20) не более чем на 2,5 %;
- в режиме прерывания защитного тока выходное напряжение не превышает значения, указанного в ТУ от изготовителя;
- в режиме прерывания защитного тока отсутствуют признаки аварийной работы.

11.23 Проверка работы при обрыве цепи контроля потенциала

11.23.1 Проверку работы СКЗ при обрыве цепи контроля потенциала проводят на соответствие требованиям 7.1.1.7, 7.1.1.8 и 7.1.1.18 при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), по схеме, приведенной на рисунке 5. Сопротивления $R1$ и $R2$ делителя напряжения выбирают по таблице 5.

11.23.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.23.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.23.4 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.23.5 Измерение потенциала с омической составляющей проводят на контактных зажимах цепи контроля потенциала, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 10 В.

11.23.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети по таблице 1 (пункты 1, 2, 6).

11.23.7 Включают СКЗ.

11.23.8 Устанавливают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.23.9 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 2,0 В.

11.23.10 Измеряют выходной ток.

11.23.11 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.23.12 Задают установленное значение выходного тока, измеренное по 11.23.10.

11.23.13 Устанавливают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.23.14 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 2,0 В.

11.23.15 Отключают электрическую цепь контроля потенциала.

11.23.16 Убеждаются по встроенным средствам индикации, что СКЗ переключилась из режима стабилизации потенциала с омической составляющей в режим стабилизации выходного тока при обрыве цепей контроля потенциала. Допускается временная задержка 5 мин для исключения ложных переключений режимов.

11.23.17 Измеряют выходной ток.

11.23.18 Вычисляют значение отклонения выходного тока при обрыве цепи контроля потенциала $\delta I_{обр}$, %, по формуле

$$\delta I_{обр} = \frac{|I_{изм.обр} - I_{зад}|}{I_{зад}} \cdot 100, \quad (24)$$

где $I_{изм.обр}$ — значение выходного тока, измеренного в режиме обрыва цепей контроля потенциала по 11.23.17, А;

$I_{зад}$ — значение выходного тока, измеренного до переключения из режима стабилизации потенциала с омической составляющей в режим стабилизации выходного тока при обрыве цепей контроля потенциала по 11.23.10, А.

11.23.19 Подключают электрическую цепь контроля потенциала.

11.23.20 Убеждаются по встроенным средствам индикации, что СКЗ переключилась из режима стабилизации выходного тока при обрыве цепей контроля потенциала в режим стабилизации потенциала с омической составляющей. Допускается временная задержка 5 мин для исключения ложных переключений режимов.

11.23.21 Измеряют значение текущего потенциала с омической составляющей.

11.23.22 Вычисляют значение отклонения потенциала с омической составляющей $\delta\Phi_{вос}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{вос} = \frac{|\Phi_{изм.сос} - \Phi_{зад.сос}|}{\Phi_{зад.сос}} \cdot 100, \quad (25)$$

где $\Phi_{изм.сос}$ — значение потенциала с омической составляющей, измеренное после восстановления цепи контроля потенциала по 11.23.21, В;

$\Phi_{зад.сос}$ — значение заданного по 11.23.14 потенциала с омической составляющей, В.

11.23.23 СКЗ считают выдержавшей проверку, если:

- в режиме стабилизации предыдущего значения выходного тока при обрыве цепей контроля потенциала отклонение выходного тока, рассчитанное по формуле (24), не превышает 2,5 %;
- в режиме стабилизации потенциала с омической составляющей после восстановления цепи контроля потенциала отклонение потенциала с омической составляющей, рассчитанное по формуле (25), не превышает 2,5 %.

11.24 Определение значения входного сопротивления цепи контроля потенциала

11.24.1 Определение значения входного сопротивления цепи контроля потенциала проводят на соответствие требованиям 7.1.1.19 при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1).

11.24.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.24.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.24.4 В цепь контроля потенциала подключают последовательно измерительный резистор $R_{изм}$ номинальным сопротивлением 2 МОм с отклонением от номинального значения не более ±1 % и источник постоянного напряжения, обеспечивающий возможность установки напряжения до 5 В, по схеме, приведенной на рисунке 6.

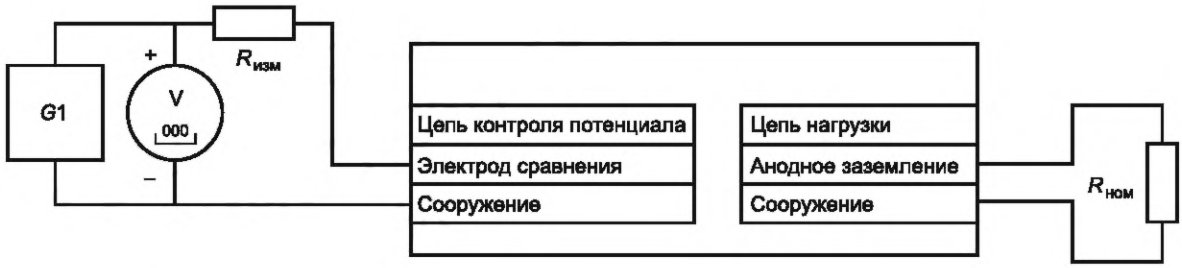

Рисунок 6 — Схема проверки входного сопротивления цепи контроля потенциала

11.24.5 К выходу источника постоянного напряжения присоединяют вольтметр постоянного тока, обеспечивающий измерение напряжения в пределах до 5 В.

11.24.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.24.7 Включают СКЗ.

11.24.8 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.24.9 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.24.10 На выходе источника постоянного напряжения устанавливают напряжение $U_{пн}$, равное 3 В.

11.24.11 Входное сопротивление цепи контроля потенциала $R_{вх}$, МОм, вычисляют по формуле

$$R_{вх} = \frac{\Phi_{сос}}{U_{пн} - \Phi_{сос}} \cdot R_{изм}, \quad (26)$$

где $\Phi_{сос}$ — значения потенциала с омической составляющей, считанное со встроенного средства измерения, В.

11.24.12 СКЗ считают выдержавшей проверку, если входное сопротивление цепи контроля потенциала составляет не менее 10 МОм.

11.25 Испытание на устойчивость к воздействию помехи на вход цепи контроля потенциала

11.25.1 Испытание СКЗ на устойчивость к воздействию помехи на вход цепи контроля потенциала проводят на соответствие требованиям 7.1.4.1.

Подключают к СКЗ делитель напряжения и активную нагрузку, имеющую номинальное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1), по схеме, приведенной на рисунке 5. Сопротивления $R1$ и $R2$ делителя напряжения выбирают по таблице 5.

11.25.2 К цепи контроля потенциала через неполярный конденсатор емкостью 4,7 мкФ присоединяют низкочастотный генератор сигналов, обеспечивающий возможность плавной установки выходного синусоидального напряжения амплитудой до 15 В, частотой 50 Гц и 100 Гц.

К цепи контроля потенциала присоединяют осциллограф, обеспечивающий измерение переменного напряжения в пределах до 10 В.

11.25.3 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.25.4 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.25.5 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.25.6 Измерение напряжения помехи проводят на контактных зажимах цепи контроля потенциала, используя осциллограф с закрытым входом, полосой пропускания не менее 100 кГц и диапазоном измерения от 0 до 50 В. Измерение напряжения помехи проводят с погрешностью не более ±3 %.

11.25.7 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.25.8 Включают СКЗ.

11.25.9 Устанавливают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.25.10 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 1,0 В.

11.25.11 Измеряют выходное напряжение $U_{вых}$, В.

11.25.12 Включают низкочастотный генератор сигналов, устанавливают на его выходе сигнал частотой 50 Гц и увеличивают напряжение на его выходе до амплитудного значения 10 В на входе цепи контроля потенциала, осуществляя контроль с помощью осциллографа.

11.25.13 Измеряют выходное напряжение $U_{вых.50\ Гц}$, В, при наличии сигнала помехи частотой 50 Гц.

11.25.14 Вычисляют отклонение выходного напряжения при наличии сигнала помехи частотой 50 Гц $\delta U_{вых.50\ Гц}$, %, по формуле

$$\delta U_{вых.50\ Гц} = \frac{|U_{вых.50\ Гц} - U_{вых}|}{U_{вых}} \cdot 100. \quad (27)$$

11.25.15 На выходе низкочастотного генератора устанавливают сигнал помехи частотой 100 Гц, повторяя действия по 11.25.12.

11.25.16 Измеряют выходное напряжение $U_{вых.100\ Гц}$, В, при наличии сигнала помехи частотой 100 Гц.

11.25.17 Вычисляют отклонение выходного напряжения при наличии сигнала помехи частотой 100 Гц $\delta U_{вых.100\ Гц}$, %, по формуле

$$\delta U_{вых.100\ Гц} = \frac{|U_{вых.100\ Гц} - U_{вых}|}{U_{вых}} \cdot 100. \quad (28)$$

11.25.18 При испытаниях АСКЗ(Х) или МСКЗ(Х) испытание повторяют для каждого канала.

11.25.19 СКЗ считают выдержавшей проверку, если отклонения выходного напряжения при воздействии сигналов помехи частотой 50 и 100 Гц не превышают 2,5 %.

11.26 Испытание в режиме параллельной работы силовых модулей

11.26.1 Работоспособность МСКЗ и МСКЗ(Х), имеющих два или более силовых модулей, одновременно работающих на общую нагрузку номинальным сопротивлением $R_{ном}$, рассчитанным по формуле (1), при выходе из строя одного или нескольких силовых модулей проверяют на соответствие требованиям 7.1.1.20.

11.26.2 Измерение напряжения питания сети переменного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр переменного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 11).

11.26.3 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения с техническими характеристиками, указанными в таблице 4 (пункт 12).

11.26.4 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.26.5 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.26.6 Включают МСКЗ или МСКЗ(Х).

11.26.7 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.26.8 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 21).

11.26.9 Измеряют выходной ток $I_{изм.n}$, А.

11.26.10 Отключают питание одного из силовых модулей в соответствии с руководством по эксплуатации от изготовителя.

11.26.11 Измеряют значение выходного тока $I_{изм.n-1}$, А, при одном отключенном силовом модуле.

11.26.12 Изменение выходного тока при отключенном одном силовом модуле ΔI_{n-1}, А, вычисляют по формуле

$$\Delta I_{n-1} = I_{изм.n} - I_{изм.n-1}. \quad (29)$$

11.26.13 МСКЗ или МСКЗ(Х) считают выдержавшей проверку, если:

- при выключении одного силового модуля не происходит нарушения работоспособности МСКЗ и МСКЗ(Х);
- изменение выходного тока, рассчитанное по формуле (29), не превышает номинального значения выходного тока силового модуля.

11.27 Определение коэффициента пульсаций выходного тока

11.27.1 Определение значения коэффициента пульсаций выходного тока при номинальном сопротивлении активной нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), проводят для проверки его соответствия требованиям таблицы 1 (пункт 17) методом 204-1 согласно ГОСТ 26567.

11.27.2 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.27.3 Включают СКЗ.

11.27.4 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.27.5 Определяют коэффициент пульсации выходного напряжения методом 204-1 ГОСТ 26567.

11.27.6 Коэффициент пульсации выходного тока принимают равным коэффициенту пульсации выходного напряжения, поскольку используют активную нагрузку.

11.27.7 СКЗ считают выдержавшей проверку, если коэффициент пульсации выходного тока и коэффициент пульсации выходного напряжения не превышают значений, приведенных в таблице 1 (пункт 17).

11.28 Определение коэффициента полезного действия

11.28.1 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.28.2 Определение коэффициента полезного действия проводят при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), на соответствие требованиям таблицы 1 (пункт 18).

11.28.3 Измерение выходного напряжения проводят на выходных контактных зажимах цепи нагрузки, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.28.4 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.28.5 Измерение напряжения и потребляемой мощности сети переменного тока проводят с использованием комплексного измерителя показателей качества электрической энергии класса точности не ниже 0,5.

11.28.6 Измерение напряжения питания сети постоянного тока проводят на контактных зажимах цепи электропитания, используя вольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В.

11.28.7 Контроль тока питания сети постоянного тока осуществляют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь

электропитания, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ.

11.28.8 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.28.9 Вспомогательные устройства (подогреватель шкафа, освещение шкафа, зарядные устройства источников бесперебойного питания, радиомодемы, охранные системы и др.) СКЗ при проведении измерений должны быть отключены.

11.28.10 Включают СКЗ.

11.28.11 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.28.12 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 21).

11.28.13 Выдерживают СКЗ в режиме стабилизации номинального выходного тока в течение одного часа.

11.28.14 Определяют коэффициент полезного действия методом 108 согласно ГОСТ 26567. Для АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) выходную мощность принимают равной сумме выходных мощностей всех каналов.

11.28.15 СКЗ считают выдержавшей проверку, если полученное при испытании значение коэффициента полезного действия не менее значения, указанного в таблице 1 (пункт 18).

11.29 Определение коэффициента мощности

11.29.1 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.29.2 Определение значения коэффициента мощности проводят при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), на соответствие требованиям таблицы 1 (пункт 19).

11.29.3 Измерение напряжения сети переменного тока и коэффициента мощности проводят, используя комплексный измеритель показателей качества электрической энергии класса точности не ниже 0,5.

11.29.4 Выходной ток контролируют путем измерения напряжения на внешнем измерительном шунте класса точности не ниже 0,5, включенном последовательно в цепь нагрузки, используя милливольтметр постоянного напряжения класса точности не ниже 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 мВ, или путем непосредственного измерения с использованием амперметра постоянного тока, включенного последовательно в цепь нагрузки.

11.29.5 Автотрансформатором устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.29.6 Включают СКЗ.

11.29.7 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.29.8 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.29.9 Определяют коэффициент мощности по показаниям комплексного измерителя показателей качества электрической энергии.

11.29.10 СКЗ считают выдержавшей проверку, если измеренное значение коэффициента мощности не менее указанного в таблице 1 (пункт 19).

11.30 Определение температуры нагрева наружной поверхности шкафа, доступной прикосновению при эксплуатации

11.30.1 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.30.2 Определение температуры нагрева наружной поверхности шкафа, доступной прикосновению при эксплуатации СКЗ, проводят при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), при температуре окружающего воздуха 45 °С на соответствие требованиям 8.1.10.

11.30.3 Для измерения температур используют комплект платиновых преобразователей сопротивления (термопреобразователи) с погрешностью преобразования не более ±0,5 °С, охватывающих диапазон температур от минус 50 °С до плюс 200 °С, и измеритель-регистратор температуры (милливольтметр) класса точности не ниже 0,5.

11.30.4 Термопреобразователи устанавливают в местах, доступных для прикосновения при эксплуатации СКЗ и имеющих наибольшую температуру нагрева.

11.30.5 Испытание проводят в камере тепла без принудительной циркуляции воздуха. Допускается проводить испытание в нормальных условиях с применением метода пересчета температур нагрева,

полученных при испытаниях, на температуры нагрева при нормированном верхнем значении температуры окружающей среды в процессе эксплуатации $T_{изм.п}$, °С, по формуле

$$T_{изм.п} = T_{изм} + (45 - T_{окр}), \quad (30)$$

где $T_{изм}$ — температура, измеренная при испытании в нормальных условиях, °С;

$T_{окр}$ — температура окружающего воздуха при испытании, °С;

45 — нормированное верхнее значение температуры окружающей среды при эксплуатации, °С.

11.30.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.30.7 Включают СКЗ.

11.30.8 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.30.9 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.30.10 Выдерживают СКЗ в режиме стабилизации номинального выходного тока в течение 10 мин после достижения теплового равновесия.

11.30.11 СКЗ считают выдержавшей проверку, если наибольшая измеренная [или пересчитанная по формуле (30)] температура не превышает температуру, способную вызвать ожог в соответствии с ГОСТ Р 51337.

11.31 Испытание на нагрев

11.31.1 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.31.2 Испытание на нагрев в процессе эксплуатации проводят при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), и температуре окружающего воздуха 45 °С на соответствие требованиям 7.1.5.1 методом 107 по ГОСТ 26567.

11.31.3 Для измерения температур используют комплект платиновых преобразователей сопротивления (термопреобразователи) с погрешностью преобразования не более ±0,5 °С, охватывающих диапазон температур от минус 50 °С до плюс 200 °С, и измеритель-регистратор температуры (милливольтметр) класса точности не ниже 0,5.

11.31.4 Термопреобразователи устанавливают на металлических частях СКЗ, соприкасающихся с изоляцией, и на изоляции обмоток силового трансформатора и дросселя СКЗ.

11.31.5 Испытание проводят в камере тепла без принудительной циркуляции воздуха. Допускается проводить испытание в нормальных условиях с применением метода пересчета температур нагрева, полученных при испытаниях, на температуры нагрева при нормированном верхнем значении температуры окружающей среды в процессе эксплуатации по формуле (30).

11.31.6 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.31.7 Включают СКЗ.

11.31.8 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.31.9 Выдерживают СКЗ в режиме стабилизации номинального выходного тока в течение 10 мин после достижения теплового равновесия.

11.31.10 Выполняют испытание методом 107 по ГОСТ 26567.

11.31.11 СКЗ считают выдержавшей проверку, если температура нагрева контролируемых элементов не превышает нормируемых значений 7.1.5.1.

11.32 Проверка пожарной безопасности

11.32.1 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.32.2 Проверку пожарной безопасности на соответствие требованиям 8.2 проводят при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), и температуре окружающего воздуха 45 °С методом 409-2 по ГОСТ 20.57.406.

11.32.3 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают нижнее значение напряжения питающей сети, при котором обеспечивается безаварийное функционирование без гарантированного сохранения основных электрических параметров, в соответствии с таблицей 1 (пункты 5, 8).

11.32.4 Включают СКЗ.

11.32.5 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.32.6 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 21).

11.32.7 Создают характерный пожароопасный режим путем ухудшения условий охлаждения (полного или частичного закрытия вентиляционных отверстий в шкафу или корпусе).

11.32.8 Выдерживают СКЗ в созданном пожароопасном режиме в течение не менее 8 ч.

11.32.9 Расчет вероятности возникновения пожара проводят по методике экспериментального определения вероятности возникновения пожара в электрических изделиях по ГОСТ 12.1.004.

11.32.10 СКЗ считают выдержавшей проверку, если:

- в результате испытания не обнаружены признаки возникновения пожароопасного состояния, при этом допускается выход из строя элементов или срабатывание защиты от внешних или внутренних коротких замыканий;
- расчетная вероятность возникновения пожара не превышает 10^{-6} в год.

11.33 Определение степени защиты оболочки

Определение степени защиты оболочки проводят в выключенном состоянии и в эксплуатируемом состоянии СКЗ методами по ГОСТ 14254.

11.34 Испытание на устойчивость к электромагнитным помехам

11.34.1 Испытание на устойчивость к магнитному и радиочастотному электромагнитному полям, электростатическим разрядам, кондуктивным, импульсным помехам, провалам и прерываниям напряжения электропитания проводят по ГОСТ 30804.6.2.

11.34.2 Выполняют действия, указанные в 11.15.5.

11.34.3 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.34.4 Включают СКЗ.

11.34.5 Устанавливают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.34.6 Задают установленное значение потенциала с омической составляющей, равное минус 2,0 В.

11.34.7 Выполняют испытания по ГОСТ 30804.6.2.

11.34.8 СКЗ считают выдержавшей проверку, если в условиях воздействия:

- магнитного поля промышленной частоты;
- радиочастотного электромагнитного поля;
- электростатического разряда;
- кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями;
- электрических быстрых переходных процессов;
- выброса напряжения;
- провалов напряжения электропитания;
- прерываний напряжения электропитания

по портам электропитания, выхода постоянного тока и сигнальным портам (контроля потенциала, интерфейса связи с системой телемеханики и прочим контрольным и измерительным портам) СКЗ соответствует критериям качества функционирования, приведенным в ГОСТ 30804.6.2.

11.35 Определение уровня электромагнитной эмиссии

11.35.1 Испытание по обеспечению электромагнитной эмиссии проводят по ГОСТ IEC 61000-6-4 и ГОСТ IEC 61000-3-2 или ГОСТ IEC 61000-3-12.

11.35.2 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.35.3 Подключают нагрузку с номинальным значением сопротивления $R_{ном}$, рассчитанным по формуле (1).

11.35.4 С помощью автотрансформатора устанавливают напряжение питающей сети переменного тока, равное номинальному значению в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2).

11.35.5 Включают СКЗ.

11.35.6 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.35.7 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, приведенному в таблице 1 (пункт 21).

11.35.8 Выполняют испытание по ГОСТ IEC 61000-6-4.

11.35.9 СКЗ считают выдержавшей испытание, если электромагнитная эмиссия от портов:

- корпуса;
- электропитания переменного тока;
- связи с системой телемеханики

соответствует нормам ГОСТ IEC 61000-6-4.

11.35.10 Выполняют испытание по ГОСТ IEC 61000-3-2 или ГОСТ IEC 61000-3-12.

11.35.11 СКЗ считают выдержавшей испытание, если соответствует нормам ГОСТ IEC 61000-3-2 для оборудования класса А или ГОСТ IEC 61000-3-12.

11.36 Проверка работы счетчиков учета времени наработки и времени защиты сооружения

11.36.1 Проверку работы счетчиков учета времени наработки и времени защиты сооружения проводят при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{ном}$, рассчитанном по формуле (1), на соответствие требованиям 7.1.1.31 и 7.1.1.30 соответственно.

11.36.2 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.36.3 Включают СКЗ.

11.36.4 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.36.5 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.36.6 По работе встроенных средств индикации убеждаются, что счетчики учета времени наработки и учета времени защиты сооружения увеличивают свои показания с течением времени.

11.36.7 Увеличивают сопротивление нагрузки до значения $2R_{ном}$. Убеждаются, что текущее значение выходного тока отличается от заданного значения более чем на 20 %.

11.36.8 По работе встроенных средств индикации убеждаются, что счетчик учета времени наработки увеличивает показания, а счетчик учета времени защиты сооружения не изменяет свое показание с течением времени.

11.36.9 Уменьшают сопротивление нагрузки до значения $R_{ном}$. Убеждаются, что счетчики учета времени наработки и времени защиты сооружения увеличивают свои показания с течением времени.

11.36.10 Устанавливают режим стабилизации потенциала с омической составляющей.

11.36.11 Задают установленное значение изменяемых уставок потенциала счетчика учета времени защиты сооружения нижнее минус 3,5 В, верхнее минус 0,9 В.

11.36.12 Подключают в цепь контроля потенциала с омической составляющей источник постоянного напряжения. Подают на вход цепи контроля потенциала напряжение минус 1,0 В.

11.36.13 По работе встроенных средств индикации убеждаются, что счетчики учета времени наработки и учета времени защиты сооружения увеличивают свои показания с течением времени.

11.36.14 Подают на вход цепи контроля потенциала с омической составляющей напряжение минус 0,8 В.

11.36.15 По работе встроенных средств индикации убеждаются, что счетчик времени наработки увеличивает показания, а счетчик учета времени защиты сооружения не изменяет свое показание с течением времени.

11.36.16 Подают на вход цепи контроля потенциала с омической составляющей напряжение минус 3,4 В.

11.36.17 По работе встроенных средств индикации убеждаются, что счетчики учета времени наработки и времени защиты сооружения увеличивают свои показания с течением времени.

11.36.18 Подают на вход цепи контроля потенциала с омической составляющей напряжение минус 3,6 В.

11.36.19 По работе встроенных средств индикации убеждаются, что счетчик времени наработки увеличивает показания, а счетчик учета времени защиты сооружения не изменяет свое показание с течением времени.

11.36.20 Устанавливают режим стабилизации выходного напряжения.

11.36.21 Повторяют действия, указанные в 11.36.11—11.36.19.

11.36.22 Устанавливают ждущий режим МСКЗ или МСКЗ(Х).

11.36.23 Повторяют действия, указанные в 11.36.11—11.36.19.

11.36.24 СКЗ считают выдержавшей проверку, если алгоритм работы счетчиков учета времени наработки и учета времени защиты сооружения соответствует 7.1.1.31 и 7.1.1.30 соответственно.

11.37 Проверка протокола обмена данными с системами телемеханики

11.37.1 Проверку реализации протокола обмена данными с системами телемеханики на соответствие требованиям 7.1.1.24, 7.1.1.29 проводят с помощью ПК с предустановленным программным продуктом, поддерживающим функции протокола Modbus RTU.

11.37.2 Цепь интерфейса связи с системой телемеханики СКЗ подключают к входу USB ПК через преобразователь интерфейса RS-485↔USB.

11.37.3 Подключают к СКЗ делитель напряжения и активную нагрузку, имеющую номинальное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1), по схеме, приведенной на рисунке 5. Сопротивления $R1$ и $R2$ делителя напряжения выбирают по таблице 5.

11.37.4 Включают СКЗ.

11.37.5 Осуществляют конфигурацию СКЗ и ПК для обеспечения обмена данными по протоколу Modbus RTU.

11.37.6 Считывают регистры, доступные для чтения в соответствии с приложением Б или эксплуатационной документацией изготовителя.

11.37.7 Проводят сличение считанных данных с данными, отображаемыми на встроенных средствах индикации и сигнализации. Убеждаются в их идентичности.

11.37.8 Изменяют данные в регистрах путем изменения текущего состояния и режимов СКЗ.

11.37.9 Повторно считывают регистры, доступные для чтения, и проводят сличение считанных данных с данными, отображаемыми на встроенных средствах индикации и сигнализации. Убеждаются в их идентичности.

11.37.10 Считывают регистры, доступные для записи в соответствии с приложением Б и эксплуатационной документацией изготовителя.

11.37.11 Записывают в регистр, доступный для записи, новое значение в пределах разрешенных значений.

11.37.12 Считывают регистр, доступный для записи, и убеждаются в соответствии считанного значения записанному.

11.37.13 Повторяют действия, указанные в 11.37.11, 11.37.12 для всех регистров, доступных для записи.

11.37.14 СКЗ считают выдержавшей проверку, если реализация регистров соответствует приложению Б и эксплуатационной документации изготовителя.

11.38 Проверка возможности информационного обмена данными с системами телемеханики

11.38.1 Проверку возможности информационного обмена данными с системами телемеханики на соответствие требованиям 7.1.1.22, 7.1.1.25—7.1.1.27 проводят с помощью ПК с предустановленным специальным сервисным ПО изготовителя.

11.38.2 Цепь интерфейса связи с системой телемеханики СКЗ подключают к входу USB ПК через преобразователь интерфейса RS-485↔USB.

11.38.3 Подключают к СКЗ делитель напряжения и активную нагрузку, имеющую номинальное сопротивление $R_{ном}$, рассчитанное по формуле (1), по схеме, приведенной на рисунке 5. Сопротивления $R1$ и $R2$ делителя напряжения выбирают по таблице 5.

11.38.4 Включают СКЗ.

11.38.5 Осуществляют конфигурацию СКЗ и ПК для обеспечения обмена данными.

11.38.6 Убеждаются в наличии соединения и обмена данными ПК и СКЗ.

11.38.7 Проводят сличение данных, отображаемых на встроенных средствах индикации и сигнализации, с данными ПК.

11.38.8 Изменяют данные в регистрах путем изменения текущего состояния и режимов СКЗ.

11.38.9 С помощью сервисного ПО изменяют режим работы в соответствии с 7.1.1.5—7.1.1.8 и значение задаваемого стабилизируемого параметра.

11.38.10 Убеждаются в изменении режима работы и значения стабилизируемого параметра на встроенных средствах индикации и сигнализации.

11.38.11 СКЗ считают выдержавшей проверку, если осуществляется информационный обмен данными со специальным сервисным ПО изготовителя в соответствии с эксплуатационной документацией изготовителя.

11.39 Измерение уровня звука излучения

11.39.1 Измерение эквивалентного уровня звука излучения на соответствие 8.1.11 проводят согласно ГОСТ ISO 3744.

11.39.2 Подключают нагрузку номинальным сопротивлением $R_{ном}$, рассчитанным по формуле (1).

11.39.3 Автотрансформатором или источником постоянного тока устанавливают номинальное значение напряжения питающей сети в соответствии с таблицей 1 (пункты 1, 2, 6).

11.39.4 Включают СКЗ.

11.39.5 Устанавливают режим стабилизации выходного тока.

11.39.6 Задают установленное значение выходного тока, равное номинальному значению, указанному в таблице 1 (пункт 21).

11.39.7 Вычисляют значение эквивалентного уровня звука излучения $L_{pA,em}$, создаваемого при работе СКЗ, на расстоянии 1 м от СКЗ, учитывая при этом уровень фонового шума в помещении.

11.39.8 Задают установленное значение выходного тока, равное минимальному значению в соответствии с таблицей 1 (пункты 9, 21).

11.39.9 Повторяют действие, указанное в 11.39.7.

11.39.10 СКЗ считают выдержавшей проверку, если вычисленные значения эквивалентного уровня звука излучения не превышают 60 дБ.

11.40 Испытание на воздействие внешних механических факторов при эксплуатации

11.40.1 Испытание на воздействие внешних механических факторов при эксплуатации проводят на соответствие требованиям 7.1.4.3 методом 102-1 по ГОСТ 30630.1.2, используя вибрационную установку.

11.40.2 СКЗ испытывают на воздействие синусоидальной вибрации в вертикальном направлении, отвечающей следующим требованиям согласно ГОСТ 30631:

- степень жесткости — 1;
- диапазон частот — от 10 до 35 Гц;
- максимальная амплитуда ускорения — 0,5 g.

11.40.3 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.40.4 Выполняют действия, указанные в 11.15.1 — 11.15.8.

11.40.5 Устанавливают задание потенциала с омической составляющей, равное минус 1,0 В.

11.40.6 Включают вибрационную установку.

11.40.7 Выполняют испытание методом 102-1 по ГОСТ 30630.1.2.

11.40.8 Вычисляют отклонение потенциала с омической составляющей при воздействии вибрации $\delta\Phi_{виб.сос-1,0}$, %, по формуле

$$\delta\Phi_{виб.сос-1,0} = \left| \frac{\Phi_{виб.сос-1,0} - \Phi_{сос}}{\Phi_{сос}} \right| \cdot 100, \quad (31)$$

где $\Phi_{виб.сос-1,0}$ — значение потенциала с омической составляющей при воздействии вибрации, В;

$\Phi_{сос}$ — значение потенциала с омической составляющей без воздействия вибрации, В.

11.40.9 СКЗ считают выдержавшей проверку, если в процессе испытаний ее работоспособность не нарушалась, отклонение потенциала с омической составляющей при воздействии вибрации не превысило 2,5 % [см. таблицу 1 (пункт 16)] и при внешнем осмотре не обнаружено механических повреждений конструкции и ослабления креплений.

11.41 Испытание на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации

11.41.1 Испытание СКЗ на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации проводят на соответствие требованиям 7.1.4.2 методом 201-2.1.1 по ГОСТ 30630.2.1.

11.41.2 Испытание проводят в специализированной камере тепла или в помещении, где обеспечен управляемый нагрев до верхнего значения рабочей температуры.

11.41.3 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.41.4 Выполняют действия, указанные в 11.14.1—11.14.9 и 11.14.11.

11.41.5 Выполняют испытание методом 201-2.1.1 по ГОСТ 30630.2.1.

11.41.6 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного тока $\delta I_{вт.ном}$, %, по формуле

$$\delta I_{вт.ном} = \frac{I_{вт.вых} - I_{вых}}{I_{вых}} \cdot 100, \quad (32)$$

где $I_{вт.вых}$ — значение выходного тока при воздействии верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации, А;

$I_{вых}$ — значения выходного тока, при нормальных климатических условиях, А.

11.41.7 СКЗ считают выдержавшей проверку, если в процессе испытаний ее работоспособность не нарушалась, отклонение выходного тока при воздействии верхнего значения температуры окружающей среды от значений, указанных в таблице 1 (пункт 21), не превысило 2,5 %, при внешнем осмотре не обнаружено нарушений защитных покрытий, видимых существенных повреждений окраски и изменения ее цвета.

11.42 Испытание на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации

11.42.1 Испытание СКЗ на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации проводят на соответствие требованиям 7.1.4.2 методом 203-2.2 по ГОСТ 30630.2.1.

11.42.2 Испытание проводят в специализированной камере холода, обеспечивающей испытательный режим с нижним значением рабочей температуры.

11.42.3 Испытания АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) проводят при одновременной работе всех каналов.

11.42.4 Выполняют действия, указанные в 11.14.1—11.14.9 и 11.14.11.

11.42.5 Выдерживают СКЗ в течение 10 мин после достижения теплового равновесия.

11.42.6 Считывают показания выходного тока при нормальных климатических условиях $I_{вых}$, А.

11.42.7 Выключают СКЗ.

11.42.8 Выполняют испытания методом 203-2.2 по ГОСТ 30630.2.1.

11.42.9 Вычисляют значение установившегося отклонения выходного тока $\delta I_{нт.ном}$, %, по формуле

$$\delta I_{нт.ном} = \frac{I_{нт.вых} - I_{вых}}{I_{вых}} \cdot 100, \quad (33)$$

где $I_{нт.вых}$ — значение выходного тока при воздействии нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации, А.

11.42.10 СКЗ считают выдержавшей проверку, если в процессе испытаний ее работоспособность не нарушалась, отклонение выходного тока при воздействии нижнего значения температуры окружающей среды от значений, указанных в таблице 1 (пункт 21), не превысило 2,5 %, при внешнем осмотре не обнаружено нарушений защитных покрытий, видимых существенных повреждений окраски и изменения ее цвета.

11.43 Испытание на воздействие влажного воздуха при эксплуатации

11.43.1 Испытание на воздействие влажного воздуха при эксплуатации проводят для проверки соответствия требованиям 7.1.4.2 методом 207-2 по ГОСТ Р 51369.

11.43.2 Испытание проводят в специализированной камере влажности, обеспечивающей поддержание верхнего значения относительной влажности воздуха.

11.43.3 Подготовку СКЗ к испытанию проводят в соответствии с методом 102 по ГОСТ 26567.

11.43.4 Выполняют испытания методом 207-2 по ГОСТ Р 51369.

11.43.5 Испытание электрической прочности изоляции проводят по 11.9.

11.43.6 Проверку работоспособности проводят по 11.11.

11.43.7 СКЗ считают выдержавшей испытание, если после воздействия влажного воздуха при эксплуатации:

- электрическая прочность изоляции соответствует требованиям 11.9;
- сохранилась работоспособность;
- при визуальном осмотре состояния лакокрасочных покрытий не наблюдаются их растрескивание или размягчение и другие недопустимые изменения внешнего вида покрытий;

- при визуальном осмотре металлических деталей (в том числе с металлическими или неметаллическими органическими покрытиями), не подлежащих защите лакокрасочными покрытиями, не наблюдаются коррозия или другие недопустимые изменения внешнего вида. Допускаются отдельные очаги коррозии или незначительная коррозия на поверхности, если это не влияет на работоспособность и не нарушает товарного вида. Допускается потемнение отдельных металлических деталей, произошедшее вследствие испытаний на работоспособность;
- отсутствует коррозия на поверхностях, где осуществляется электрический контакт;
- при визуальном осмотре пластмассовых деталей не наблюдается их коробление более допустимого уровня согласно нормам, указанным в ТУ от изготовителя или документации на ПКИ.

11.44 Испытание на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении

11.44.1 Испытание на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении на соответствие требованиям 12.1.1 и 12.1.2 проводят методом 202-1 по ГОСТ 30630.2.1.

11.44.2 Проверку работоспособности после воздействия верхнего значения температуры проводят по 11.11.

11.44.3 СКЗ считают выдержавшей испытание, если после воздействия верхнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении:

- выполнены требования 11.11;
- при визуальном осмотре состояния лакокрасочных покрытий не наблюдаются их растрескивание или размягчение и другие недопустимые изменения внешнего вида;
- при визуальном осмотре пластмассовых деталей не наблюдается их коробление более допустимого уровня согласно нормам, указанным в ТУ от изготовителя или документации на ПКИ.

11.45 Испытание на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении

11.45.1 Испытание на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении на соответствие требованиям 12.1.1 и 12.1.2 проводят методом 204-1 по ГОСТ 30630.2.1.

11.45.2 Проверку работоспособности СКЗ, подвергнутой воздействию нижнего значения температуры окружающей среды, проводят по 11.11 после выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч.

11.45.3 СКЗ считают выдержавшей испытание, если после воздействия нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении:

- выполнены требования 11.11;
- при визуальном осмотре состояния лакокрасочных покрытий не наблюдаются их растрескивание или размягчение и другие недопустимые изменения внешнего вида;
- при визуальном осмотре пластмассовых деталей не наблюдается их коробление более допустимого уровня согласно нормам, указанным в ТУ от изготовителя или документации на ПКИ.

11.46 Испытания на влияние транспортирования, хранения и обеспечение сохранности в упаковке при транспортировании

11.46.1 Испытания на влияние транспортирования, хранения и обеспечение сохранности в упаковке при транспортировании на соответствие требованиям 12.1.3 и 12.1.4 проводят по ГОСТ 23216 и ГОСТ Р 51909.

11.46.2 После испытаний проводят визуальный контроль упаковки, изделия и проверку работоспособности по 11.11.

11.46.3 СКЗ считают выдержавшей проверку, если после испытаний:

- при внешнем осмотре упаковки не обнаружены механические повреждения;
- при внешнем осмотре изделия не обнаружены механические повреждения;
- выполнены требования 11.11.

11.47 Испытания на безотказность

11.47.1 Испытания на соответствие безотказности требованиям 7.1.2 проводят статистическим методом согласно [3] путем обработки данных о безотказности, полученных с мест эксплуатации в результате наблюдений, в том числе с мест опытно-промышленной эксплуатации.

11.47.2 Параметры плана контроля при испытании на безотказность выбирают согласно [3], исходя из планируемой продолжительности испытаний и вероятности безотказной работы 0,9.

11.47.3 Расчет результатов испытаний на безотказность проводят согласно [3].

11.47.4 СКЗ считают выдержавшей испытание, если рассчитанное значение средней наработки до отказа не менее значений, указанных в 7.1.2.

12 Указания по монтажу, эксплуатации, в том числе требования к хранению, транспортированию и утилизации

12.1 Монтаж и эксплуатация

12.1.1 При монтаже и вводе в эксплуатацию СКЗ необходимо руководствоваться инструкциями предприятия-изготовителя и требованиями СП 245.1325800 и СП 424.1325800.

12.1.2 Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и утилизация СКЗ должны быть проведены в соответствии с технической и эксплуатационной документацией.

Применение СКЗ в режимах и условиях, не предусмотренных технической документацией, запрещается.

12.1.3 СКЗ должны быть защищены от механических повреждений и попадания на них жидких и газообразных сред, вызывающих коррозию.

12.1.4 СКЗ должен обслуживать персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже III.

12.1.5 СКЗ следует размещать в местах, отвечающих требованиям условий эксплуатации. В зависимости от категории размещения СКЗ могут быть размещены на открытом воздухе, под навесами, в укрытиях различных типов, обеспечивающих эффективное конвекционное охлаждение.

12.1.6 СКЗ должны обеспечивать работоспособное состояние с периодическим техническим обслуживанием, которое следует проводить с периодичностью, указанной изготовителем.

12.2 Хранение и транспортирование

12.2.1 СКЗ должны допускать хранение в упаковке изготовителя в условиях 5 (ОЖ4) согласно ГОСТ 15150, при температуре окружающей среды от минус 50 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре окружающей среды 25 °С.

12.2.2 СКЗ должны допускать транспортирование в условиях 5 (ОЖ4) согласно ГОСТ 15150 при температуре окружающей среды от минус 50 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре окружающей среды 25 °С в упаковке изготовителя.

12.2.3 СКЗ в упаковке должны допускать транспортирование следующими видами транспорта: воздушный, водный, железнодорожный, автомобильный; в транспортных средствах: трюмы судов, крытые вагоны, закрытые автомашины.

12.2.4 Условия транспортирования СКЗ в части воздействия механических факторов должны быть группы С или Ж согласно ГОСТ 23216 и С(2) или Ж в соответствии с ГОСТ Р 51908 в зависимости от вида транспорта, планируемого расстояния, вида покрытия автомобильных дорог и предполагаемого числа погрузок.

12.2.5 Крепление транспортной тары в транспортных средствах должно быть проведено согласно правилам перевозки грузов, действующим на соответствующих видах транспорта.

12.2.6 Допустимый срок хранения СКЗ в упаковке изготовителя должен быть не менее трех лет.

12.2.7 Допускается указывать другие условия хранения, если в составе изделия присутствуют химические источники тока, требующие отдельных условий хранения.

12.3 Утилизация изделий

12.3.1 По окончании срока службы СКЗ подлежат утилизации. Сбор, хранение, транспортирование и разборку отработавших СКЗ следует осуществлять в соответствии с ГОСТ Р 55102.

12.3.2 Отработавшие срок службы СКЗ должны быть переданы на утилизацию в специализированные предприятия, имеющие лицензию по обезвреживанию и размещению отходов I—IV классов опасности.

13 Гарантии изготовителя

13.1 Гарантийный срок эксплуатации АСКЗ и АСКЗ(Х) должен составлять не менее двух лет со дня ввода в эксплуатацию, но не более четырех лет со дня отгрузки изготовителем.

13.2 Гарантийный срок эксплуатации МСКЗ и МСКЗ(Х) должен составлять не менее трех лет со дня ввода в эксплуатацию, но не более пяти лет со дня отгрузки изготовителем.

13.3 Гарантийный срок хранения с даты изготовления должен составлять не менее двух лет.

13.4 Гарантийный срок службы аккумуляторных батарей должен составлять не менее одного года со дня отгрузки изготовителем СКЗ.

13.5 Срабатывание или выход из строя УЗИП при воздействии импульсных перенапряжений не является гарантийным случаем.

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол информационного обмена силовых модулей с модулем управления МСКЗ и МСКЗ(Х)

А.1 Общие сведения

А.1.1 Протокол логического обмена — Modbus.
А.1.2 Режим функционирования — slave (подчиненный).
А.1.3 Режим передачи информации — RTU (бинарный режим).
А.1.4 Скорость обмена — 9600 бит/с.
А.1.5 Количество информационных бит — 8.
А.1.6 Количество стоповых бит — 1.
А.1.7 Бит четности — отсутствует.
А.1.8 Используемые функции (команды) обмена информацией:
- код 03 (чтение значений из нескольких регистров хранения);
- код 06 (запись значений в один регистр хранения);
- код 17 (чтение информации об адресуемом силовом модуле).

А.1.9 Представление информации — беззнаковое 16-битовое число.
А.1.10 Протокол физического стыка — тип EIA/TIA-485-A (см. [6]), двухпроводный, с гальванической развязкой.
А.1.11 Максимальное время обработки запроса и начала передачи ответа силовым модулем не должно превышать 6 мс (рисунок А.1). Соответственно, для модуля управления время ожидания ответа на запрос (таймаут) должно составлять не менее 10 мс.

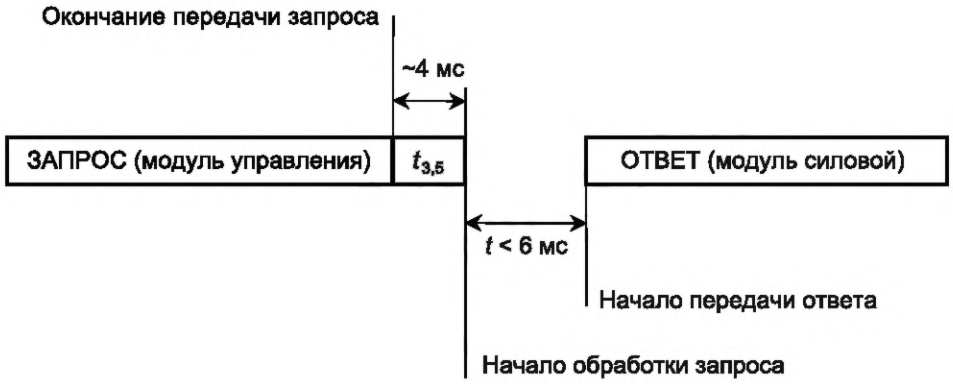

Рисунок А.1 — Интервалы времени

А.1.12 Силовые модули должны принимать и обрабатывать широковещательные запросы на запись в регистры (команда 06). Признаком широковещательного запроса является нулевое значение в поле адреса. При этом силовой модуль ответ не возвращает.

А.2 Рабочие регистры

А.2.1 Силовой модуль должен иметь следующие рабочие регистры:
1000 — РТС;
1001 — $U_{вых}$;
1002 — $I_{вых}$;
1003 — СТР I;
1004 — СТР U;
1005 — РТУ.

А.2.2 Описание рабочих регистров силового модуля

А.2.2.1 Регистр 1000
РТС — регистр текущего состояния (регистр ввода, Input Registers, чтение).
Распределение сигналов в регистре РТС:
бит 0 — текущий режим работы силового модуля — «ВКЛ/ВЫКЛ»:
- 0 — выключен;
- 1 — включен;

бит 1—0 — резервный;

бит 2 — текущий режим стабилизации — «*I*/*U*»:
- 0 — стабилизация выходного тока — *I*;
- 1 — стабилизация выходного напряжения — *U*.

Флаги состояния:

бит 3—1 — ограничение выходного тока/напряжения;

бит 4—1 — ограничение выходной мощности;

бит 5—1 — недопустимое значение напряжения питающей сети;

биты 6—0 и 7—0 — резервные.

Флаги неисправностей:

бит 8—1 — перегрев силового модуля;

бит 9—1 — неисправность силового модуля;

биты 10—0 ÷ 14—0 — резервные;

бит 15—1 — системная ошибка.

Если силовой модуль не поддерживает возможность контроля конкретных видов состояний и неисправностей (биты 3 ÷ 15), в соответствующих битах должны быть записаны нулевые значения.

Использование резервных битов регистра РТС допускается.

А.2.2.2 Регистр 1001

$U_{вых}$ — регистр выходного напряжения (регистр ввода, Input Registers, чтение).

Уровням $U_{вых}$ в диапазоне значений от 0 до 100 В соответствуют коды от 0 до 10 000 (дискретность — 0,01 В).

А.2.2.3 Регистр 1002

$I_{вых}$ — регистр выходного тока (регистр ввода, Input Registers, чтение).

Уровням $I_{вых}$ в диапазоне значений от 0 до 100 А соответствуют коды от 0 до 10 000 (дискретность — 0,01 А).

А.2.2.4 Регистр 1003

СТР *I* — регистр сигнала регулирования выходным током (регистр хранения, Holding Registers, запись).

Уровням СТР *I* в диапазоне значений от 0 до 100 А соответствуют коды от 0 до 10 000 (дискретность установки — 0,01 А).

А.2.2.5 Регистр 1004

СТР *U* — регистр сигнала регулирования выходным напряжением (регистр хранения, Holding Registers, запись).

Уровням СТР *U* в диапазоне значений от 0 до 100 В соответствуют коды от 0 до 10 000 (дискретность установки — 0,01 В).

А.2.2.6 Регистр 1005

РТУ — регистр текущего управления (регистр флага, Coils, запись).

Распределение сигналов в регистре РТУ:

бит 0 — включение / выключение силового модуля — «ВКЛ/ВЫКЛ»:
- 0 — выключен;
- 1 — включен;

бит 1 — вид стабилизируемого параметра — «*U*/*I*»:
- 0 — стабилизация выходного напряжения — *U*;
- 1 — стабилизация выходного тока — *I*;

бит 2—0 — резервный;

бит 3 — программный сброс силового модуля:
- 1 — сброс;
- 0 — работа;

биты 4—0 ÷ 15—0 — резервные.

А.3 Команды

А.3.1 Силовой модуль должен обеспечивать обмен информацией с модулем управления с использованием функций (команд) 03, 06, 17 протокола Modbus.

Примеры команд приведены в А.3.2—А.3.5.

А.3.2 Команда 03 на считывание четырех регистров (1001 ÷ 1004), начиная с регистра 1001

Пример запроса от модуля управления к силовому модулю (от master):

Сетевой адрес силового модуля (1 байт)	0x03	0x03	0xE9	0x00	0x04	CRC (2 байта)

где 03 — команда;

$03E9_{16}$ — адрес начального регистра: 1001_{10};

0004_{16} — количество запрашиваемых регистров: 4.

Ответ от силового модуля в модуль управления (от slave):

Сетевой адрес силового модуля (1 байт)	0x03	0x08	0x02	0xAA	0x02	0x16	0x02	0x12	0x02	0xA8	CRC (2 байта)

где 03 — команда;

08_{16} — объем данных в байтах — 8;

$02AA_{16}$ — действительное значение $U_{вых}$ (6,82 В) в регистре 1001;

0216_{16} — действительное значение $I_{вых}$ (5,34 А) в регистре 1002;

0212_{16} — заданное значение СТР *I* (5,30 А) в регистре 1003;

$02A8_{16}$ — заданное значение СТР *U* (6,80 В) в регистре 1004.

А.3.3 Команда 06 на запись кода СТР *I* в регистр 1003

Пример запроса от модуля управления к силовому модулю (от master):

Сетевой адрес модуля силового (1 байт)	0x06	0x03	0xEB	0x02	0x12	CRC (2 байта)

где 06 — команда;

$03EB_{16}$ — адрес регистра (100310);

021216 — заданное значение тока — 5,30 А.

Ответ от силового модуля в модуль управления (от slave): повторяет запрос.

А.3.4 Команда 06 на запись сигналов управления в регистр 1005

Пример запроса от модуля управления к модулю силовому (от master):

Сетевой адрес модуля силового (1 байт)	0x06	0x03	0xED	0x00	0x03	CRC (2 байта)

где 06 — команда;

$03ED_{16}$ — адрес регистра (1005_{10});

0003_{16} — силовой модуль включен, в режим стабилизации выходного тока.

Ответ от силового модуля в модуль управления (от slave): повторяет запрос.

А.3.5 Команда 17 на чтение информации об адресуемом силовом модуле

Пример запроса от модуля управления к силовому модулю (от master):

Адрес	Функция	CRC
Сетевой адрес модуля силового (1 байт)	0x11	XXXX

Ответ от силового модуля в модуль управления (от slave):

Адрес	Функция	Число байт в поле данных	Поле данных	CRC
Сетевой адрес модуля силового (1 байт)	0x11	0x13	XX…XX	XXXX

А.3.6 В поле данных помещается идентификационная карта силового модуля (см. раздел А.4).

А.4 Идентификационная карта

А.4.1 Идентификационная карта представляет собой минимальный набор сведений о силовом модуле, необходимый для организации обмена информацией с ним. Эти сведения помещаются в постоянное запоминающее устройство силового модуля на этапе его изготовления и могут считываться оттуда по запросу (команде 17) от модуля управления (см. А.3.5).

А.4.2 Идентификационная карта силового модуля имеет вид:

Наименование типа устройства [содержит 16 байт, общий вид — $(MSXXXXXXXYYZvA.B)_{ASCII}$]

Заводской номер [содержит 3 байта, общий вид — $(ГГ\ NN\ NN)_{16}$]

А.4.2.1 Номер типа — цифровое обозначение группы однотипных устройств, работающих с определенным набором команд (функций) по одинаковому алгоритму.

А.4.2.2 Наименование типа силового модуля, состоящее из 16 байтов (в кодах основной таблицы ASCII, коды 0—127) включает наименование силового модуля и версию ПО:

- байты 1, 2 — условное наименование типа силового модуля: MS (модуль силовой);
- байт 3 — шифр (код) модификации силового модуля (по системе обозначения предприятия-изготовителя);

- байты 4, 5 — нормированная выходная мощность: 50 — 50 Вт, 01 — 100 Вт, 02 — 200 Вт, 04 — 400 Вт, 06 — 600 Вт, 08 — 800 Вт, 10 — 1000 Вт, 12 — 1200 Вт, 15 — 1500 Вт, 20 — 2000 Вт;
- байты 6, 7 — номинальное выходное напряжение, В (например, 48);
- байты 8, 9 — номинальный выходной ток, А (например, 12);
- байты 10, 11 — условное наименование (код) предприятия-изготовителя, состоящее из двух латинских букв (в примере ниже — XX);
- байт 12 — тип силового модуля по виду стабилизируемого параметра: I — силовой модуль со стабилизацией выходного тока, L — силовой модуль со стабилизацией выходного напряжения/выходного тока, D — силовой модуль со стабилизацией выходного напряжения/выходного тока при питании силового модуля от источника постоянного тока;
- байты 13—16 — версия ПО (например, v1.1).

Пример кодирования наименования типа силового модуля:

MSP064825XXIv1.1

А.4.2.3 Заводской номер, являющийся индивидуальным заводским номером силового модуля, представляют в шестнадцатеричной системе кодирования в формате: ГГ NN NN, содержащем 3 байта.

Пример кодирования заводского номера:

$0A\ 00\ 0F_{16}$ (100015_{10}),

где $0A_{16}$ (10_{10}) — год выпуска силового модуля;

$00\ 0F_{16}$ (0015_{10}) — порядковый номер силового модуля по системе нумерации изготовителя.

А.5 Вспомогательные регистры

А.5.1 Вспомогательные регистры предназначены для вывода технологических параметров в процессе производства и диагностики силовых модулей, при ремонте и техническом обслуживании.

А.5.2 Вспомогательные регистры должны иметь адреса от 512 до 999 и могут использоваться изготовителями произвольно.

А.5.3 Информация об используемых дополнительных регистрах должна быть указана в технической документации на силовые модули.

А.6 Исключительные ситуации и сообщения об ошибках

А.6.1 Если силовой модуль принял запрос без коммуникационных ошибок и может нормально распознать запрос, то он возвращает нормальный ответ.

А.6.2 Если силовой модуль не принял запрос, то ответ не возвращается. Модуль управления ожидает ответ на запрос в течение времени, указанного в А.1.11.

А.6.3 Если силовой модуль принял запрос, но обнаружил коммуникационную ошибку (паритет, ошибка контрольной суммы), то ответ не возвращается. Модуль управления ожидает ответ на запрос в течение времени, указанного в А.1.11.

А.6.4 Если силовой модуль принял запрос без коммуникационной ошибки, но не может выполнить команду (например, чтение несуществующих регистров), то он возвращает ответ с сообщением об ошибке и ее причинах.

А.6.5 Сообщение об ошибке имеет два поля, которые отличаются от полей нормального ответа:

1) Поле кода функции. При нормальном ответе силовой модуль повторяет код функции (команды), содержащийся в поле кода функции запроса. Во всех кодах функций старший значащий бит установлен как 0. При возврате сообщения об ошибке силовой модуль устанавливает этот бит как 1.

По установленному старшему биту в коде функции master (модуль управления) распознает сообщение об ошибке и может проанализировать поле данных сообщения.

2) Поле данных. При нормальном ответе силовой модуль возвращает данные в поле данных. В сообщении об ошибке силовой модуль возвращает в поле данных код ошибки. Коды ошибок приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Коды ошибок

Код	Наименование	Причина ошибки
01	Неверная команда	Силовой модуль не поддерживает принятую команду
02	Неверный адрес	Адрес регистра, указанный в поле данных, является недопустимым для данного силового модуля
03	Неверные данные	Значения в поле данных недопустимы для данного силового модуля

Окончание таблицы А.1

Код	Наименование	Причина ошибки
04	Отказ	Силовой модуль не может ответить на запрос или произошел отказ силового модуля
05	—	Не используется
06	Занят	Сообщение было принято без ошибок, но силовой модуль в данный момент выполняет долговременную операцию. Запрос необходимо повторить позднее
07	—	Не используется

А.6.6 В таблице А.2 представлен пример некорректного запроса.

Таблица А.2 — Некорректный запрос

Адрес SL	Функция	Старший байт адреса	Младший байт адреса	Старший байт кол. регистров	Младший байт числа ячеек	Контрольная сумма
0x02	0x03	0x03	0xEE	0x00	0x01	CRC

Этот запрос требует состояние регистра с номером 1006 ($03EE_{16}$), которого в силовом модуле не существует. Силовой модуль выдает ответ с сообщением об ошибке (таблица А.3).

Таблица А.3 — Сообщение об ошибке

Адрес SL	Функция	Код ошибки	Контрольная сумма
0x02	0x83	0x02	CRC

Приложение Б
(обязательное)

Протокол информационного обмена с системами телемеханики

Б.1 Общие сведения

Б.1.1 Протокол логического обмена — Modbus.

Б.1.2 Режим функционирования — slave (подчиненный).

Б 1.3 Режим передачи информации — RTU (бинарный режим).

Б.1.4 Количество бит данных — 8.

Б.1.5 Количество стоповых бит — 1.

Б.1.6 Бит четности — отсутствует.

Б.1.7 Используемые функции (команды) обмена информацией:

- код функции 01 (чтение значений из нескольких регистров флагов Coil);
- код функции 02 (чтение значений из нескольких дискретных регистров входов Discrete Inputs);
- код функции 03 (чтение значений из нескольких регистров хранения Holding Registers);
- код функции 04 (чтение значений из нескольких регистров ввода Input Registers);
- код функции 05 (запись значений в один регистр флагов Coil);
- код функции 06 (запись значений в один регистр хранения Holding Registers);
- код функции 08 (тестирование интерфейса связи — функция необязательна к реализации);
- код функции 17 (чтение информации — функция необязательна к реализации).

Б.1.8 Протокол физического стыка — EIA/TIA-485-A (см. [6]), двухпроводный, полудуплексный с гальванической развязкой.

Б.1.9 Для информационных сигналов обмена выделены следующие адресные области (в шестнадцатеричном исчислении):

- для сигналов телесигнализации — 0x0001—0x0080 (MEM1);
- для сигналов телеуправления — 0x0081—0x00FF (MEM2);
- для сигналов телеизмерения — 0x0001—0x0080 (MEM3);
- для сигналов телерегулирования — 0x0081—0x00FF (MEM4).

Адресные пространства (MEM1—4) включают в себя две области памяти: первая половина адресного пространства (0x0001—0x0040, 0x0081—0x00C0) закреплена за данным протоколом, вторая половина адресного пространства (0x0041—0x0080, 0x00C1—0x00FF) свободна для использования производителями СКЗ в своих целях. При использовании памяти, выделенной для целей производителей СКЗ, рекомендуется информировать других пользователей протоколом об используемых регистрах памяти.

Б.1.10 Скорость передачи данных — 9600 бит/с.

Б.1.11 Адреса — согласно протоколу Modbus. По умолчанию все СКЗ будут иметь адрес 1. Адрес каждой СКЗ следует устанавливать через меню СКЗ. При этом должны быть использованы способы ограничения прав доступа обслуживающего персонала на изменение данного параметра.

Б.1.12 Для АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) каждому каналу необходимо выделять отдельный независимый сетевой адрес. Для АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) с несколькими модулями управления каждый модуль управления должен иметь отдельный адрес. Для АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) с единым (общим) модулем управления каждый имеющийся канал должен иметь независимый сетевой адрес, соответствующий конкретному каналу нагрузки.

При этом, в обоих вариантах исполнений каждый канал может иметь как основные, так и резервные модули силовые, управляемые одним (общим) модулем управления.

В обоих вариантах исполнений одна АСКЗ(Х) и МСКЗ(Х) имеет общую шину информационного обмена и отвечает на несколько сетевых адресов.

Б.1.13 Поддержка функций (команд) обеспечивается в полном соответствии с алгоритмом (синтаксисом) запроса и ответа определенным в документе [1].

Б.1.14 Установку в СКЗ начального значения потребляемой электроэнергии, равной показаниям счетчика электрической энергии (в том числе имеющего телеметрический импульсный выход), и задание коэффициента пересчета счетчика, при необходимости осуществляют через меню СКЗ. При этом должны быть использованы способы ограничения прав доступа обслуживающего персонала на изменение данного параметра.

Б.1.15 СКЗ должны обеспечивать значение таймаута перед передачей ответа согласно протоколу Modbus RTU. Допускается увеличивать значение таймаута для конкретных СКЗ. При этом максимальное время обработки СКЗ запроса от системы телемеханики и начала передачи ответа в систему телемеханики не должно превышать 1000 мс. Значение таймаута должно быть указано в эксплуатационной документации на СКЗ.

Б.1.16 Для параметров, не поддерживаемых исполнением СКЗ, должно передаваться минимальное отрицательное значение 0x8000 для Int16 и нулевое значение 0x0000 для UInt16, 0x80000000 для Int32.

Б.1.17 Для измеряемых параметров, значения которых выходят за пределы нормируемого диапазона, должно передаваться соответствующее крайнее (нижнее или верхнее) значение диапазона измеряемого параметра.

Б.1.18 В случае, если задаваемое значение входит в допустимый диапазон, но превышает максимально возможное значение, которое может выдать СКЗ, СКЗ должна принимать это значение и поддерживать его на уровне максимально возможной величины.

Б.2 Информационные сигналы (параметры) и регистры

Б.2.1 Телеизмерение выходных параметров СКЗ (аналоговые сигналы — Input Registers, чтение, код функции — 04) приведено в таблице Б.1.

Б.2.2 Телесигнализация текущего состояния СКЗ (дискретные сигналы — Input Discrete, чтение, код функции — 02) приведена в таблице Б.2.

Б.2.3 Телерегулирование выходных параметров СКЗ и потенциалов [аналоговые сигналы — Holding Register, запись (код функции — 06), чтение (код функции — 03)] приведено в таблице Б.3.

Б.2.4 Телеуправление СКЗ [дискретные сигналы — Coil, запись (код функции — 05), чтение (код функции — 01)] приведено в таблице Б.4.

Б.2.5 Диагностика последовательного интерфейса RS-485 — см. [6] (необязательна к реализации). Функция предназначена для тестирования канала связи между ведущим и ведомым устройствами по интерфейсу RS-485 (см. [6]).

Для тестирования канала связи используется функция 0x08 протокола Modbus.

Б.2.5.1 Возврат запрошенных данных — подфункция 0x00.

Б.2.5.2 Очистка счетчиков ошибок Modbus — подфункция 0x0A.

Б.2.5.3 Возврат количества всех сообщений по интерфейсу — подфункция 0x0B.

Б.2.5.4 Возврат количества всех ошибок по интерфейсу — подфункция 0x0C.

Б.2.5.5 Возврат количества ошибок, связанных с неправильными запросами Modbus, — подфункция 0x0D.

Б.2.5.6 Возврат количества сообщений к нашему устройству — подфункция 0x0E.

Б.2.5.7 Возврат количества сообщений без ответа — подфункция 0x0F.

Б.2.6 Чтение идентификаторов устройства (при необходимости). Идентификационная карта сведений об СКЗ определяется изготовителем и реализуется командой 0x17.

Таблица Б.1 — Телеизмерение выходных параметров

Адрес (hex)	Наименование сигнала (параметра)	Обозначение параметра	Диапазон значений	Диапазон передаваемых значений	Дискретность	Тип данных
0x0001	Напряжение питающей сети 1 (основное)	$U_{С1}$	От 0 до 300 В	0—3000	0,1 В	Int16
0x0002	Значение счетчика электроэнергии сети 1 (основное)	Сч.ЭЭ.1	От 0 до 999999,9 кВт·ч	0—999999,9·К[1)]	1 импульс	Int32
				0—9999999	0,1 кВт·ч	
0x0004	Напряжение питающей сети 2 (резервное)[2)]	$U_{С2}$	От 0 до 300 В	0—3000	0,1 В	Int16
0x0005	Значение счетчика электроэнергии сети 2 (резервное)[2)]	Сч.ЭЭ.2	От 0 до 999999,9 кВт·ч	0—999999,9·К[1)]	1 импульс	Int32
				0—9999999	0,1 кВт·ч	
0x0007	Температура в шкафу СКЗ	$T°$	От минус 50 °С до плюс 100 °С	Минус 50 — плюс 100	1 °С	Int16
0x0008	Время наработки	*СВН*	От 0 до 999999 ч	0—999999	1 ч	Int32
0x000A	Время защиты сооружения	*СВЗ*	От 0 до 999999 ч	0—999999	1 ч	Int32
0x000C	Выходной ток	$I_{вых}$	От 0 до 300 А	0—30000	0,01 А	Int16
0x000D	Выходное напряжение	$U_{вых}$	От 0 до 100 В	0—10000	0,01 В	Int16
0x000E	Потенциал с омической составляющей	$Ф_{сос}$	От минус 10 до плюс 10 В	Минус 1000 — плюс 1000	0,01 В	Int16
0x000F	Поляризационный потенциал[3)]	$Ф_{пп}$	От минус 10 до плюс 10 В	Минус 1000 — плюс 1000	0,01 В	Int16
0x0010	Режим работы СКЗ	РУ	00 — стабилизация выходного тока; 01 — стабилизация потенциала с омической составляющей; 02 — стабилизация поляризационного потенциала[3)]; 03 — стабилизация выходного напряжения; 04 — прерывания тока[4)]	0—4	—	Int16
0x0011	Состояние силового модуля № 1	ССМ1	00 — включен; 01 — выключен; 02 — отсутствует; 03 — авария	0—3	—	Int16

Окончание таблицы Б.1

Адрес (hex)	Наименование сигнала (параметра)	Обозначение параметра	Диапазон значений	Диапазон передаваемых значений	Дискретность	Тип данных
0x00XX	Состояние силового модуля № N+1[5)]	ССМ(N+1)	00 — включен; 01 — выключен; 02 — отсутствует; 03 — авария	0—3	—	Int16
0x001C	Состояние силового модуля № 12[5)]	ССМ12	00 — включен; 01 — выключен; 02 — отсутствует; 03 — авария	0—3	—	Int16
0x001D	Скорость коррозии индикатора скорости коррозии 1[6)]	СК_ИКП1	От 0 до 65,535 мм в год	0—65535	1 мкм	UInt16
0x001E	Глубина коррозии индикатора скорости коррозии 1[6)]	ГК_ИКП1	От 0 до 65,535 мм	0—65535	1 мкм	UInt16
0x00XX	Скорость коррозии индикатора скорости коррозии М[6)]	СК_ИКПМ	От 0 до 65,535 мм в год	0—65535	1 мкм	UInt16
0x00XX	Глубина коррозии индикатора скорости коррозии М[6)]	ГК_ИКПМ	От 0 до 65,535 мм	0—65535	1 мкм	UInt16
0x002B	Скорость коррозии индикатора скорости коррозии 8[6)]	СК_ИКП8	От 0 до 65,535 мм в год	0—65535	1 мкм	UInt16
0x002C	Глубина коррозии индикатора скорости коррозии 8[6)]	ГК_ИКП8	От 0 до 65,535 мм	0—65535	1 мкм	UInt16
0x002D	Потенциал включения[4)]	$Ф_{вкл}$	От минус 10 до плюс 10 В	Минус 1000 — плюс 1000	0,01 В	Int16
0x002E	Потенциал отключения[4)]	$Ф_{откл}$	От минус 10 до плюс 10 В	Минус 1000 — плюс 1000	0,01 В	Int16
0x0048	Ток поляризации вспомогательного электрода[7)]	$I_{пол}$	От минус 10 до плюс 10 мА	Минус 100 — плюс 100	0,1 мА	Int16

[1)] Используется для СКЗ, оснащенных счетчиком с телеметрическим импульсным выходом. Коэффициент К определяется типом счетчика электрической энергии.

[2)] Используется для СКЗ с резервным питанием, без резервного питания — резерв.

[3)] Используется для СКЗ, контролирующих поляризационный потенциал. Без возможности контроля — резерв.

[4)] Используется для СКЗ, реализующих режим прерывания тока. Без реализации режима прерывания тока — резерв.

[5)] Количество модулей силовых определяется техническими характеристиками СКЗ.

[6)] Используется для СКЗ с возможностью подключения внешних устройств мониторинга коррозионных процессов. Без возможности подключения — резерв.

[7)] Используется для СКЗ, контролирующих ток поляризации вспомогательного электрода. Без возможности контроля — резерв.

Примечание — Для параметров, не поддерживаемых исполнением СКЗ, передается минимальное отрицательное значение (0x8000 для Int16, 0x0000 для UInt16, 0x80000000 для Int32). Для измеренных параметров, значения которых выходят за границы диапазона, передается крайнее значение из диапазона измеряемого параметра.

Таблица Б.2 — Телесигнализация текущего состояния СКЗ

Адрес (hex)	Наименование сигнала (параметра)	Условное обозначение	Тип данных	Код состояния
0x0001	Несанкционированный доступ в шкаф СКЗ	ТС1	bool	0 — дверь закрыта, 1 — дверь открыта
0x0002	Режим управления СКЗ: местный/ дистанционный	ТС2	bool	0 — местный, 1 — дистанционный
0x0003	Неисправность СКЗ	ТС3	bool	0 — исправна (работа), 1 — неисправна (авария)
0x0004	Обрыв измерительных цепей от защищаемого сооружения или от электрода сравнения	ТС4	bool	0 — норма (нет обрыва), 1 — неисправна (авария)
0x0005	Включение группы основных или резервных силовых модулей	ТС5	bool	0 — основные, 1 — резервные
0x0006	Индикатор скорости коррозии, пластина 1[1)]	ТС6-1	bool	0 — разомкнут, 1 — замкнут
0x0007	Индикатор скорости коррозии, пластина 2[1)]	ТС6-2	bool	0 — разомкнут, 1 — замкнут
0x0008	Индикатор скорости коррозии, пластина 3[1)]	ТС6-3	bool	0 — разомкнут, 1 — замкнут
0x0009	Тип телеметрического выхода счетчика электроэнергии	Т_Сч.ЭЭ	bool	0 — импульсный, 1 — интерфейсный

[1)] Используется для СКЗ с возможностью подключения индикаторов скорости коррозии. Без возможности подключения индикаторов скорости коррозии — резерв.

Таблица Б.3 — Телерегулирование выходными параметрами СКЗ и потенциалом

Адрес (hex)	Наименование сигнала (параметра)	Обозначение параметра	Диапазон значений	Диапазон передаваемых значений	Дискретность	Тип данных
0x0081	Задание выходного тока[1)]	$I_{уст}$	От 0 до 300 А	0 — 30 000	0,01 А	Int16
0x0082	Задание потенциала с омической составляющей[1)]	$Ф_{сос.уст}$	От минус 10 до 0 В	Минус 1000—0	0,01 В	Int16
0x0083	Задание поляризационного потенциала[1), 2)]	$Ф_{пп.уст}$	От минус 10 до 0 В	Минус 1000—0	0,01 В	Int16
0x0084	Управление режимами работы СКЗ	Упр.	00 — стабилизация выходного тока; 01 — стабилизация потенциала с омической составляющей; 02 — стабилизация поляризационного потенциала;[2)] 03 — стабилизация выходного напряжения; 04 — прерывания тока[3)]			Int16
0x0085	Задание выходного напряжения	$U_{уст}$	От 0 до 100 В	0—10 000	0,01 В	Int16

[1)] Если задаваемое значение параметра входит в допустимый диапазон, но превышает максимально возможное значение, СКЗ принимает значение, но поддерживает на уровне максимально возможного (исходя из возможностей объекта).

[2)] Используется для СКЗ, контролирующих поляризационный потенциал. Без возможности контроля — резерв.

[3)] Используется для СКЗ, реализующих режим прерывания тока. Без возможности контроля — резерв.

Таблица Б.4 — Телеуправление СКЗ

Адрес (hex)	Наименование сигнала (параметра)	Условное обозначение	Тип данных	Код состояния
0x0081	Дистанционное отключение и включение силовых модулей	ТУ1	bool	0 — выключить, 1 — включить

Приложение В
(рекомендуемое)

Типоразмеры силовых модулей, размещение силовых модулей в блочном каркасе СКЗ, типы соединителей, назначение их контактов и расположение соединителей в блочном каркасе силовых модулей

В.1 Типоразмеры силовых модулей

Силовые модули изготавливают в виде вдвижных каркасов. Основные размеры силовых модулей различных исполнений приведены на рисунке В.1 и в таблице В.1.

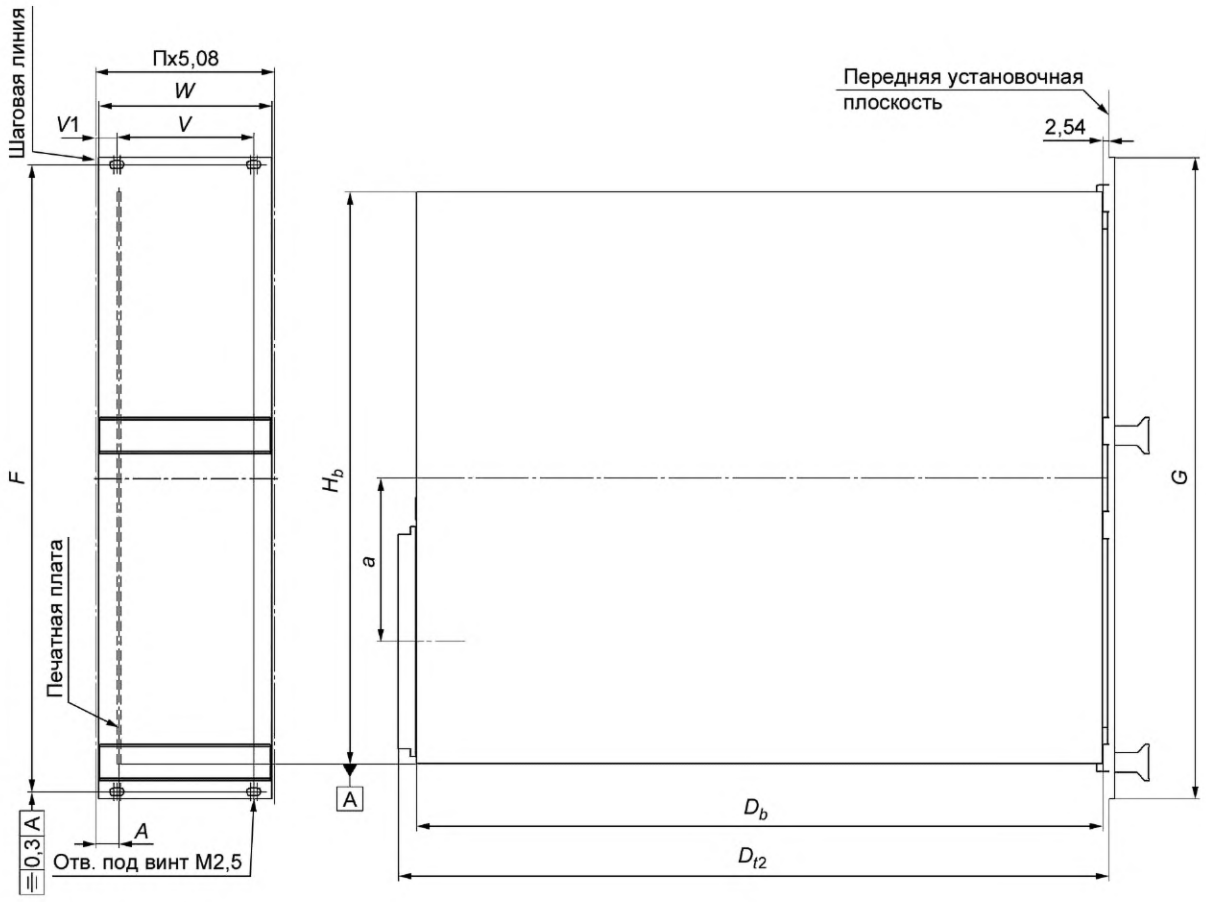

Рисунок В.1 — Основные размеры силовых модулей

Таблица В.1 — Основные размеры силовых модулей

Размер	Тип 1 (6АС21)	Тип 2 (6АС14)	Тип 3 (3АС14, 3DC14)	Тип 4 (3АС7, 3DC7)
	6U, 21HP	6U, 14HP	3U, 14HP	3U, 7HP
G, мм	$262{,}05_{-0{,}30}$	$262{,}05_{-0{,}30}$	$128{,}4_{-0{,}30}$	$128{,}4_{-0{,}30}$
F, мм	255,85 ± 0,20	255,85 ± 0,20	122,4 ± 0,20	122,4 ± 0,20
H_b, мм	$233{,}35_{-0{,}30}$	$233{,}35_{-0{,}30}$	$100_{-0{,}30}$	$100_{-0{,}30}$
D_b, мм	$340{,}0_{-0{,}3}$	$282{,}0_{-0{,}3}$	$282{,}0_{-0{,}3}$	$220{,}0_{-0{,}3}$
D_{t2}, мм	$350{,}2_{-0{,}9}$	$292{,}2_{-0{,}9}$	$292{,}2_{-0{,}9}$	$230_{-0{,}9}$

Окончание таблицы В.1

Размер	Тип 1 (6AC21)	Тип 2 (6AC14)	Тип 3 (3AC14, 3DC14)	Тип 4 (3AC7, 3DC7)
	6U, 21HP	6U, 14HP	3U, 14HP	3U, 7HP
A, мм	13,43 (3,27 + 2·5,08)	13,43 (3,27 + 2·5,08)	13,43 (3,27 + 2·5,08)	8,35 (3,27 + 5,08)
W, мм	$106{,}68_{-0{,}3}$	$70{,}8_{-0{,}3}$	$70{,}8_{-0{,}3}$	$35{,}22_{-0{,}3}$
V, мм	91,44 ± 0,20	55,88 ± 0,20	55,88 ± 0,20	—
a, мм	66,68 ± 0,25	66,68 ± 0,25	0	0
n	21	14	14	7
*V*1, мм	7,45	7,45	7,45	12,53

Примечания
1 Размер 6U, 21HP рекомендуется для силовых модулей мощностью от 200 до 2000 Вт.
2 Размер 6U, 14HP рекомендуется для силовых модулей мощностью от 200 до 1000 Вт.
3 Размер 3U, 14HP рекомендуется для силовых модулей мощностью от 200 до 500 Вт.
4 Размер 3U, 7HP рекомендуется для силовых модулей мощностью до 200 Вт.

В.2 Размещение соединителей в блочном каркасе силовых модулей

Присоединение силовых модулей должно осуществляться с помощью соединителей, установленных в самих модулях (вилка) и их блочных каркасах (розетка). Расстояния (шаг) для установки соединителей приведены в таблице В.2. Расположение соединителей в блочном каркасе (крейте) приведено на рисунках В.2, В.3.

Таблица В.2 — Расстояние между соединителями (шаг установки) на кросс-плате для силовых модулей разных типоразмеров

Ширина каркаса силового модуля	Шаг установки соединителей, мм, для силовых модулей типоразмеров		
	1 (6U, 21HP)	2 (6U, 14HP), 3 (3U, 14HP)	4 (3U, 7HP)
n 5,08	106,68	71,12	35,56

Примечания
1 Значение размера *n* приведено в таблице В.1.
2 Для силовых модулей типа 4 допускается увеличение шага.

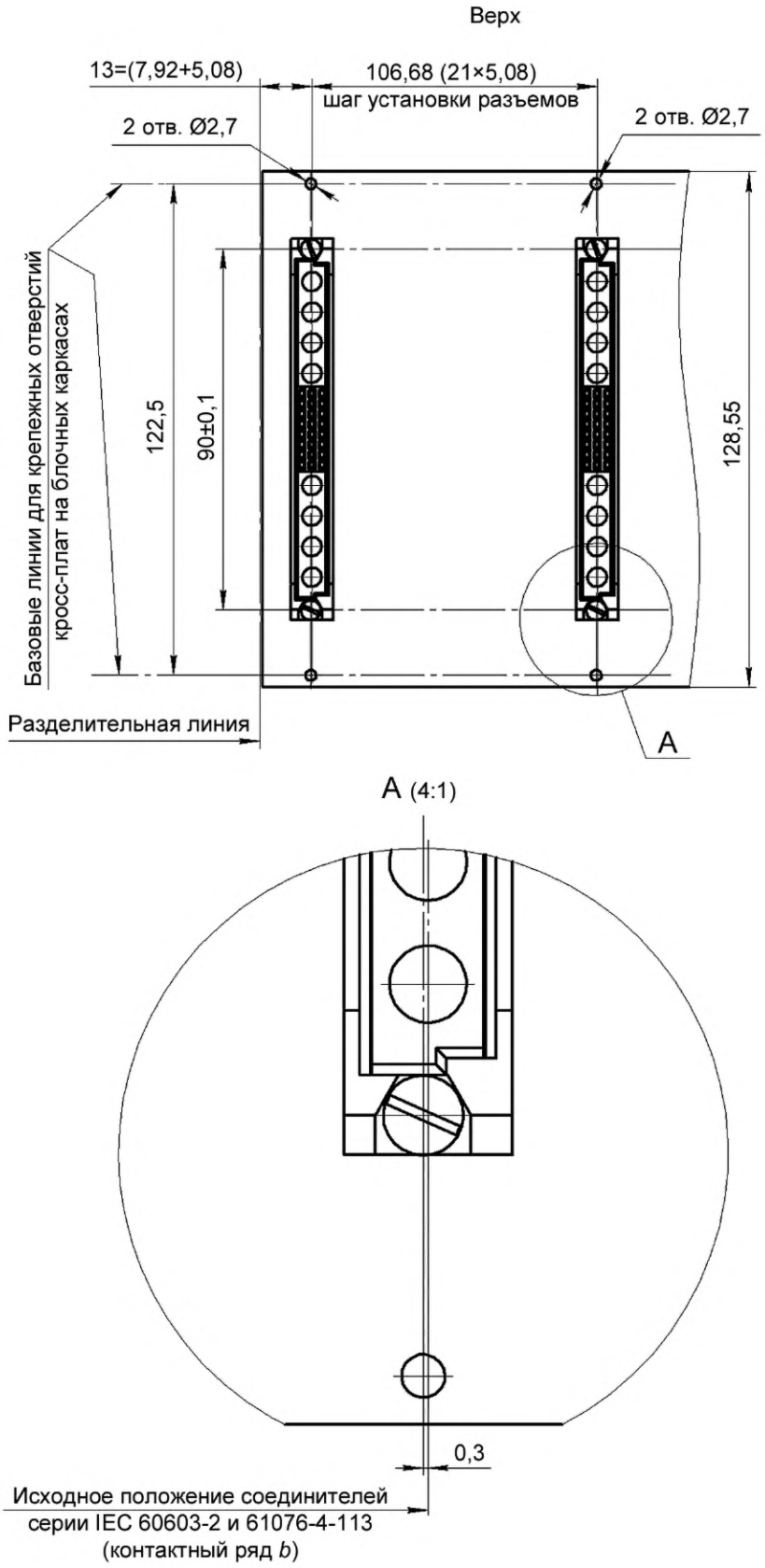

Рисунок В.2 — Установка соединителя DIN 41612 Type M, 24+8 на кросс-плату

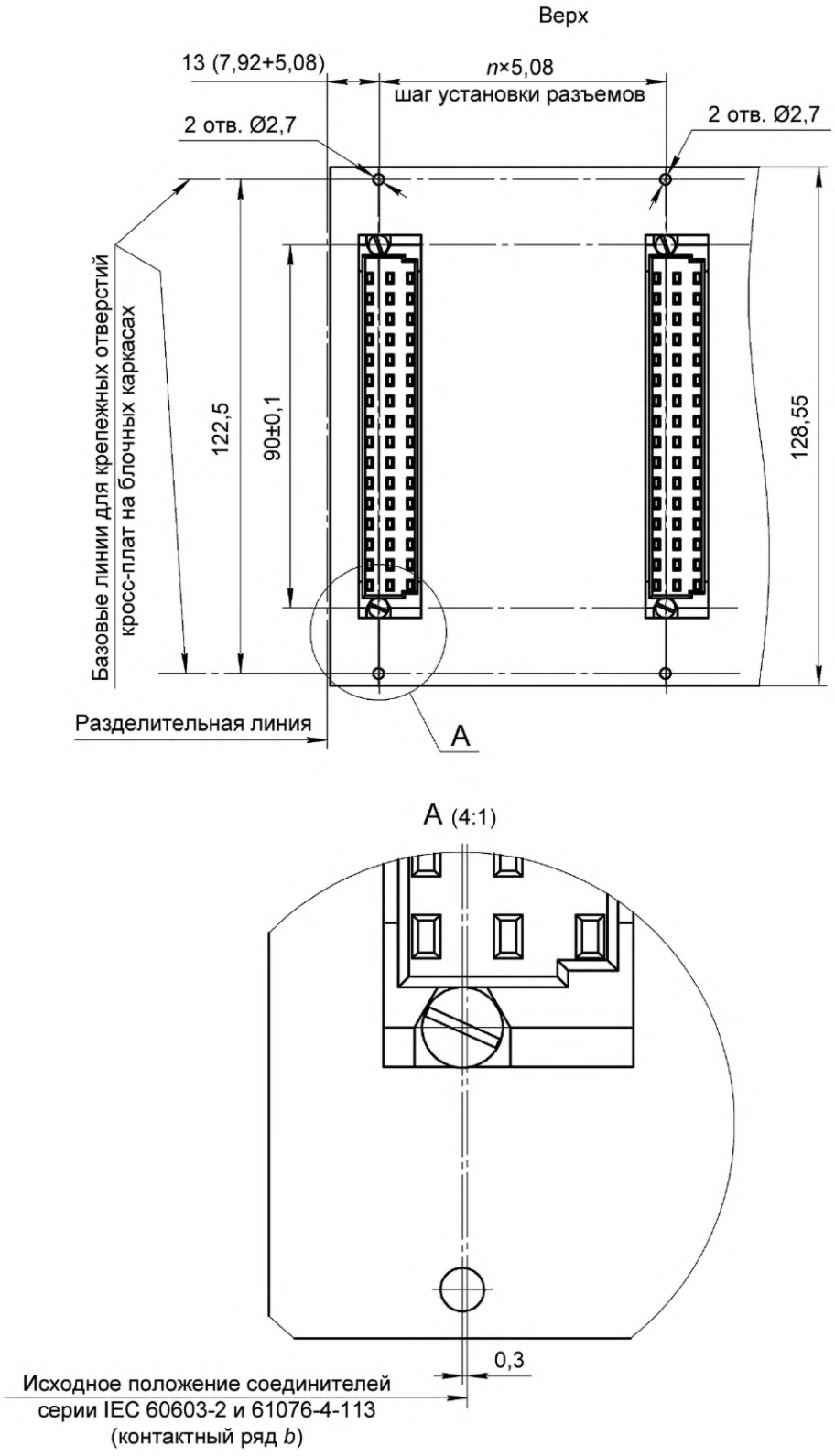

Рисунок В.3 — Установка соединителя DIN 41612 Type E, F 48 на кросс-плату

В.3 Типы соединителей

Типы соединителей силовых модулей и блочных каркасов должны быть выбраны в соответствии с таблицей В.3.

Таблица В.3 — Типы соединителей силовых модулей разных типоразмеров

Характеристика	Типоразмер 1 (6AC21)	Типоразмер 2 (6AC14)		Типоразмер 3 (3AC14, 3DC14)		Типоразмер 4 (3AC7, 3DC7)	
Род тока	Переменный				Постоянный	Переменный	Постоянный
Выходное напряжение, В	—	До 50	Св. 50	До 50	—	До 50	—
Тип соединителя DIN 41612	Type M, 24+8	Type E, 48	Type F, 48	Type E, 48	Type F, 48	Type E, 48	Type F, 48
Примечание — Для силовых модулей с выходным током более 25 А допускается применение других типов соединителей.							

В.4 Назначение контактов соединителей

Электрические цепи, подводимые к контактам соединителя силового модуля, указаны в таблицах В.4—В.8.

Расположение цепей со стороны розетки указано для вертикального расположения соединителя на кросс-плате в блочном каркасе (крейте).

Таблица В.4 — Электрические цепи соединителя DIN 41612 Type M, 24+8 для силовых модулей габарита 6U, 21HP, работающих от сети переменного тока

Электрическая цепь	Номер контакта	A	B	C
Сетевая	2	—	Сеть (L)	—
	5		Не используется	
	8		Сеть (N)	
	11		Не используется	
Сигнальная	13	Дистанционное отключение +	Данные —	
	14	Дистанционное отключение —	Данные +	
	15	Диагностика	Общий RS-485	
	16	Диагностика	Адрес A0	
	17	Не используется	Адрес A1	
	18	Не используется	Адрес A2	
	19	Не используется	Адрес A3	
	20	Выравнивание токов	Адрес общий	20
Силовая	22		Выход —	
	25		Выход +	
	28		Не используется	

Окончание таблицы В.4

Электрическая цепь	Номер контакта	A	B	C
Корпус	31		Корпус (PE)	

Примечания

1 Цепи питающего напряжения Сеть (L) и Сеть (N) максимально удалены от сигнальных цепей и друг от друга для обеспечения электрической прочности изоляции между указанными электрическими цепями.

2 Цепь «Корпус» находится на удалении от цепи Выход + для обеспечения электрической прочности изоляции между выходными цепями и корпусом.

3 Сигнальные цепи к контактам 13—20 ряда С являются для всех изготовителей модулей обязательными и вынесены на одну сторону соединителя для удобства одностороннего подвода печатных проводников на плате силового модуля. Для обеспечения надежности контактных соединений контакты 13—20 ряда С соединяются с одноименными контактами ряда В.

4 Контакты А13, А14 используют для дистанционного отключения каждого силового модуля. При подаче управляющего потенциала на данные контакты происходит отключение силового модуля.

5 Контакты А15, А16 используют для оперативной диагностики силовых модулей.

6 Контакт А20 используют для выравнивания выходных токов в силовых модулях. Контакт А20 служит для соединения между всеми силовыми модулями в блочном каркасе. Данный сигнал является аналоговым и работает относительно контактов В20, С20.

7 Поддержка функций, реализуемых с помощью контактов ряда А, определяется изготовителями силовых модулей индивидуально.

8 Контакты (штырь и гнездо) Сеть (L), Сеть (N) и Корпус — из номенклатуры соединителя DIN 41612, Type M. 24 + 8, на номинальный ток 20 А.

9 Контакты (штырь и гнездо) Выход — и Выход + должны быть из номенклатуры соединителя DIN 41612, Type M. 24 + 8, на номинальный ток 40 А.

Таблица В.5 — Электрические цепи соединителя DIN 41612 Type E, 48 для силовых модулей габарита 6U, 14HP с выходным напряжением не более 50 В, работающих от сети переменного тока

Электрическая цепь	Номер контакта	A	C	E
Сетевая	2	Сеть (L)		
Корпус	4	Корпус (PE)		
Сетевая	6	Сеть (N)		
	8	Не используется	Не используется	Не используется
Силовая	10	Выход +		
	12			
	14			
	16			
	18	Выход —		
	20			
	22			
	24			
	26	Не используется	Не используется	Не используется
Сигнальная	28	Адрес А1	Адрес А3	Адрес А0
	30	Адрес общий	Выравнивание токов	Адрес А2
	32	Данные —	Данные +	Общий RS-485

Примечание — Контакт С30 используется для выравнивания выходных токов силовых модулей в режиме стабилизации выходного напряжения. Контакт С30 служит для соединения между всеми силовыми модулями в блочном каркасе. Данный сигнал является аналоговым и работает относительно контактов А30.

Таблица В.6 — Электрические цепи соединителя DIN 41612 Type E, 48 для силовых модулей габарита 3U, 7HP и 3U, 14HP с выходным напряжением не более 50 В, работающих от сети переменного тока

Электрическая цепь	Номер контакта	A	C	E
Силовая	2	Сеть (L)		
	4	Не используется	Не используется	Не используется
	6	Сеть (N)		
	8	Не используется	Не используется	Не используется
Сигнальная	10	Адрес A1	Адрес A3	Адрес A0
	12	Общий	Выравнивание токов	Адрес A2
	14	Данные —	Данные +	Общий RS-485
	16	Не используется	Не используется	Не используется
Силовая	18	Выход —		
	20			
	22			
	24	Выход +		
	26			
	28			
	30	Не используется	Не используется	Не используется
Корпус	32	Корпус (PE)		
Примечание — Контакт C12 используется для выравнивания выходных токов силовых модулей в режиме стабилизации выходного напряжения. Контакт C12 служит для соединения между всеми силовыми модулями в блочном каркасе. Данный сигнал является аналоговым и работает относительно контактов A12.				

Таблица В.7 — Электрические цепи соединителя DIN 41612 Type F, 48 для силовых модулей габарита 6U, 14HP с выходным напряжением более 50 В, работающих от сети переменного тока

Электрическая цепь	Номер контакта	Z	B	D
Силовая	2	Сеть (L)		
	4	Не используется	Не используется	Не используется
	6	Сеть (N)		
	8	Не используется	Не используется	Не используется
Сигнальная	10	Адрес A1	Адрес A3	Адрес A0
	12	Общий	Выравнивание токов	Адрес A2
	14	Данные —	Данные +	Общий RS-485
	16	Не используется	Не используется	Не используется

Окончание таблицы В.7

Электрическая цепь	Номер контакта	Z	B	D
Силовая	18	Выход —		
	20			
	22			
	24	Выход +		
	26			
	28			
	30	Не используется	Не используется	Не используется
Корпус	32	Корпус (PE)		
Примечание — Контакт B12 используется для выравнивания выходных токов силовых модулей в режиме стабилизации выходного напряжения. Контакт B12 служит для соединения между всеми силовыми модулями в блочном каркасе. Данный сигнал является аналоговым и работает относительно контактов Z12.				

Таблица В.8 — Электрические цепи соединителя DIN 41612 Type F, 48 для силовых модулей габарита 3U, 7HP и 3U, 14HP, работающих от источника постоянного тока

Электрическая цепь	Номер контакта	Z	B	D
Сетевая	2	Сеть ($U_{вх}$ +)		
	4			
	6			
	8	Сеть ($U_{вх}$ —)		
	10			
	12			
Сигнальная	14	Адрес A1	Адрес A3	Адрес A0
	16	Общий	Выравнивание токов	Адрес A2
	18	Данные —	Данные +	Общий RS-485
Силовая	20	Выход —		
	22			
	24			
	26	Выход +		
	28			
	30			
Корпус	32	Корпус (PE)		
Примечание — Контакт B16 используется для выравнивания выходных токов силовых модулей в режиме стабилизации выходного напряжения. Контакт B16 служит для соединения между всеми силовыми модулями в блочном каркасе. Данный сигнал является аналоговым и работает относительно контактов Z16.				

В.5 Адреса силовых модулей, используемые в протоколе информационного обмена

Адрес силового модуля, используемый в протоколе информационного обмена (см. приложение А), должен определяться комбинацией адресов силовых модулей, приведенных таблице В.9.

Если силовой модуль считывает одну из запрещенных адресных комбинаций, он не должен принимать участия в информационном обмене.

Таблица В.9 — Комбинации адресов силовых модулей

Адрес силового модуля (в десятичной системе исчисления)	Адрес A3	Адрес A2	Адрес A1	Адрес A0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
Запрещен	1	1	1	1
Запрещен	0	0	0	0
Примечание — Значению 0 соответствует соединение, а значению 1 — отсутствие соединения адресных цепей A0—A3 с общей для адресов цепью в соединителе.				

В.6 Размещение силовых модулей в блочных каркасах СКЗ

Общий вид расположения нижних направляющих в блочном каркасе МСКЗ и МСКЗ(Х) показан на рисунке В.4. Верхние основные направляющие должны располагаться в одной вертикальной плоскости с нижними основными направляющими. Блочный каркас МСКЗ и МСКЗ(Х) для установки модулей шириной 14HP и 21HP должен иметь как минимум одну дополнительную нижнюю направляющую для надежной установки силовых модулей. При этом конструкция блочного каркаса должна обеспечивать возможность оперативного перемещения дополнительной направляющей с шагом 5,08 мм от основной направляющей.

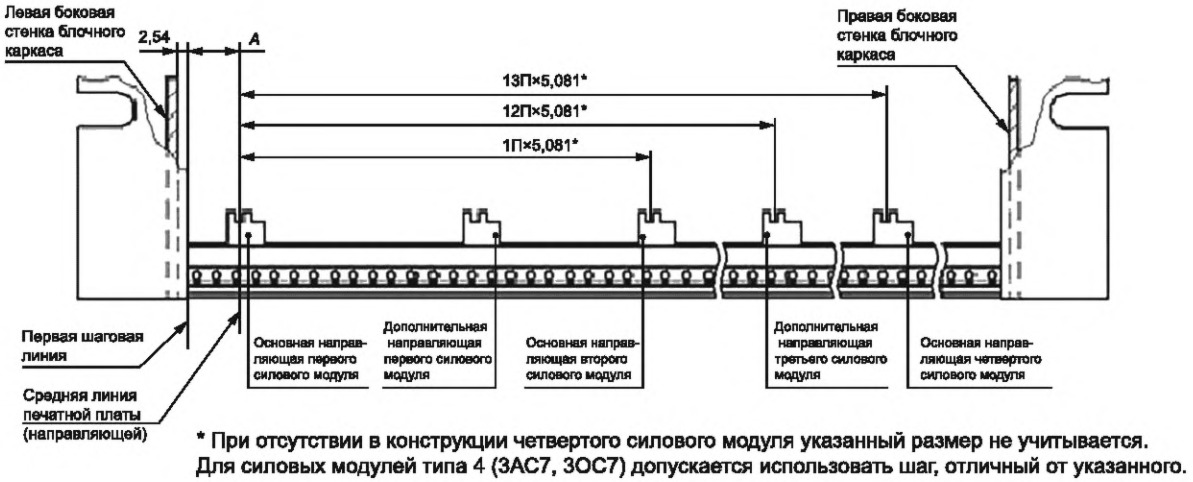

Рисунок В.4 — Общий вид расположения нижних направляющих в блочном каркасе

Библиография

[1] Modbus application protocol V1.1b3, Modbus Organization, Inc. gost.e-ecolog.ru

[2] Modbus Serial Line Protocol and Implementation Guide V1.02, Modbus Organization, Inc. gost.e-ecolog.ru

[3] РД 50—690—89 Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным

[4] Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утверждены приказом от 15 декабря 2020 г. № 903н Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации

[5] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии. Утверждены приказом от 12 августа 2022 г. № 811 Министерства энергетики Российской Федерации

[6] EIA RS-485:1993 Стандарт электрических характеристик генераторов и приемников для использования в балансных цифровых многоточечных системах

УДК 669.1:66.5:006.354

ОКС 75.180.20
77.060

Ключевые слова: электрохимическая защита, станция катодной защиты, общие технические условия, методы испытаний

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректоры *О.В. Лазарева, Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 20.10.2025. Подписано в печать 05.11.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 9,30. Уч.-изд. л. 7,44.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru