

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ»**

стандарт организации

Защита от коррозии

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

**Методика оценки технического состояния станций катодной
защиты, применяемых в системах электрохимической защиты
подземных стальных сооружений от коррозии**

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-5-2022

Издание официальное

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2022

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Публичным акционерным обществом «Газпром автоматизация» (ПАО «Газпром автоматизация») и Акционерным обществом «Головной научно-исследовательский и проектный институт по распределению и использованию газа «Гипрониигаз» (АО «Гипрониигаз»)

2 ВНЕСЕН Акционерным обществом «Газпром газораспределение» (АО «Газпром газораспределение»)

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Распоряжением ООО «Газпром межрегионгаз» – Управляющей организации АО «Газпром газораспределение» от 26.05.2022 № 81-Р/45.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

АО «Газпром газораспределение», 2022

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и соблюдением правил, установленных АО «Газпром газораспределение»

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	2
3	Термины, определения и сокращения.....	4
4	Общие положения.....	5
5	Состав работ и порядок проведения оценки технического состояния станций катодной защиты	7
6	Порядок определения срока и условий дальнейшей эксплуатации станций катодной защиты.....	17
7	Меры безопасности при выполнении работ по оценке технического состояния станций катодной защиты.....	22
8	Оформление результатов оценки технического состояния станций катодной защиты.....	23
	Приложение А (рекомендуемое) Форма акта оценки технического состояния станции катодной защиты.....	24
	Библиография.....	29

СТАНДАРТ АО «ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ»

Защита от коррозии**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА****Методика оценки технического состояния станций катодной защиты, применяемых в системах электрохимической защиты подземных стальных сооружений от коррозии**

Дата введения: 2022-07-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает методику оценки технического состояния станций катодной защиты, применяемых в системах электрохимической защиты от коррозии наружной поверхности подземных стальных газопроводов и резервуаров (емкостей) сетей газораспределения (далее – подземные стальные сооружения), транспортирующих природный газ по ГОСТ 5542 с номинальным давлением газа не более 1,2 МПа и сжиженные углеводородные газы по ГОСТ 20448 и ГОСТ Р 52087 с номинальным давлением насыщенных паров не более 1,6 МПа при температурах от минус 40 °С до 40 °С.

1.2 Положения настоящего стандарта обязательны для применения структурными подразделениями ООО «Газпром межрегионгаз» – Управляющей организации АО «Газпром газораспределение» и организациями, входящими в группу лиц АО «Газпром газораспределение» (в том числе филиалы, дочерние и зависимые организации) (далее – Общество), осуществляющими деятельность, связанную с обеспечением защиты подземных стальных сооружений от коррозии.

1.3 Применение требований настоящего стандарта обязательно для сторонних организаций, выполняющих работы по обеспечению защиты подземных стальных сооружений от коррозии и разработке нормативных

документов по защите от коррозии объектов Общества. Обязательное применение требований настоящего стандарта должно предусматриваться в договорах на выполнение вышеуказанных работ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.106 Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозия металлов. Термины и определения

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 5542 Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия

ГОСТ 20448 Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия

ГОСТ 20911 Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 23592-96 Монтаж электрический радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Общие требования к объемному монтажу изделий электронной техники и электротехнических

ГОСТ 24606.3-82 Изделия коммутационные, установочные и соединители электрические. Методы измерения сопротивления контакта и динамической и статической нестабильности переходного сопротивления контакта

ГОСТ 26567-85 Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Методы испытаний

ГОСТ 26830-86 Преобразователи электроэнергии полупроводниковые силовые мощностью до 5 кВ·А включительно. Общие технические условия

ГОСТ 34741-2021 Системы газораспределительные. Требования к

эксплуатации сетей газораспределения природного газа

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р 50030.2-2010 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели

ГОСТ Р 51897 Менеджмент риска. Термины и определения

ГОСТ Р 52087 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия

ГОСТ Р 53865 Системы газораспределительные. Термины и определения

ГОСТ Р 54982-2022 Системы газораспределительные. Объекты сжиженных углеводородных газов. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация

СП 62.13330.2011 «СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002»

СП 131.13330.2020 «Строительная климатология СНиП 23-01-99»

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 8.3 Промышленная и пожарная безопасность, охрана труда, охрана окружающей среды. Технические требования к средствам индивидуальной защиты работников ОАО «Газпром газораспределение», его дочерних газораспределительных организаций

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-4 Защита от коррозии. Электрохимическая защита. Методические указания по организации и проведению пусконаладочных работ на установках электрохимической защиты

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого 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.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины в соответствии с ГОСТ 9.106, ГОСТ 20911, ГОСТ Р 27.102, ГОСТ Р 51897, ГОСТ Р 53865, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

система телемеханики электрохимической защиты; СТМ ЭХЗ:
Часть автоматизированной системы управления технологическим процессом распределения газа, представляющая собой совокупность устройств пунктов управления и контролируемых пунктов, периферийного оборудования, необходимых линий и каналов связи, предназначенных для совместного выполнения телемеханических функций.

[СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1-2021, пункт 3.1.9]

3.1.2

станция катодной защиты; СКЗ: Электротехнический комплекс, предназначенный для подачи регулируемого постоянного отрицательного напряжения на защищаемое от коррозии подземное стальное сооружение.

Примечание – Станция катодной защиты является составляющей частью установки катодной защиты.

[СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1-2021, пункт 3.1.13]

3.1.3

установка катодной защиты; УКЗ: Комплекс устройств, обеспечивающий катодную поляризацию подземного стального сооружения от внешнего источника постоянного тока.

[СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1-2021, пункт 3.1.17]

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ГРО – газораспределительная организация;

НД – нормативный документ;

ЭД – эксплуатационный документ;

ЭХЗ – электрохимическая защита.

4 Общие положения

4.1 Оценку технического состояния СКЗ (включая оборудование СТМ ЭХЗ, входящее в состав СКЗ) проводят с целью определения вида технического состояния, установления возможности, сроков и условий дальнейшей эксплуатации СКЗ, с целью исполнения требований Правил [1] (в части технического освидетельствования электрооборудования).

4.2 Оценку технического состояния СКЗ проводят электротехнические лаборатории ГРО, эксплуатационных или сторонних организаций, имеющие квалифицированный персонал, соответствующий требованиям раздела 7, и зарегистрированные в порядке, установленном Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Примечание – Допускается проведение оценки технического состояния СКЗ квалифицированным персоналом служб (отделов, групп) ГРО или эксплуатационных организаций, ответственных за эксплуатацию средств защиты от коррозии, соответствующим требованиям раздела 7.

4.3 Средства измерений, применяемые при оценке технического состояния СКЗ, должны соответствовать требованиям, установленным

законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, включая обязательные метрологические требования к измерениям, обязательные метрологические и технические требования к средствам измерений, а также обязательным требованиям, установленным законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

4.4 Проверку значений параметров и характеристик проводят с применением средств измерений, обеспечивающих необходимые диапазон и предельно допустимую погрешность измерений.

4.5 Первую плановую оценку технического состояния СКЗ проводят за 6 месяцев до достижения срока службы, указанного в ЭД на СКЗ. При отсутствии ЭД на СКЗ или информации о сроке службы СКЗ в ЭД первую плановую оценку технического состояния проводят для:

- инверторных СКЗ через 15 лет с даты ввода СКЗ в эксплуатацию;
- трансформаторных СКЗ через 10 лет с даты ввода СКЗ в эксплуатацию.

4.6 Внеплановую оценку технического состояния СКЗ проводят при возникновении одного из следующих условий (или их сочетаний):

- выявление шести отказов в работе СКЗ в течение года;
- предписание контрольных (надзорных) органов;
- решение собственника (владельца) СКЗ;
- выявление сверхнормативных воздействий на СКЗ (за счет атмосферных и прочих перенапряжений, сейсмических воздействий, подтоплений в период паводков и т.д.).

4.7 Каждую последующую плановую оценку технического состояния СКЗ проводят не позднее, чем за 6 месяцев до достижения назначенного срока службы, определенного при предыдущей оценке технического состояния СКЗ.

5 Состав работ и порядок проведения оценки технического состояния станций катодной защиты

5.1 Этапы оценки технического состояния

5.1.1 Оценка технического состояния СКЗ включает следующие этапы:

- анализ технической документации в соответствии с 5.2;
- проверка соответствия СКЗ требованиям электробезопасности в соответствии с 5.3;
- проверка функционирования СКЗ в соответствии с 5.4;
- определение срока и условий дальнейшей эксплуатации СКЗ в соответствии с разделом 6.

5.1.2 По результатам анализа технической документации формируют выводы о режиме работы СКЗ, а также факторах, оказывающих влияние на техническое состояние СКЗ.

5.1.3 По результатам проверки соответствия СКЗ требованиям электробезопасности может быть установлено:

- соответствие СКЗ требованиям электробезопасности;
- несоответствие СКЗ требованиям электробезопасности.

Примечание – Критерии соответствия/несоответствия СКЗ требованиям электробезопасности приведены в 5.3.2 – 5.3.4.

5.1.4 При соответствии СКЗ требованиям электробезопасности проводят проверку функционирования СКЗ.

5.1.5 При несоответствии СКЗ требованиям электробезопасности эксплуатация СКЗ должна быть немедленно прекращена с отключением СКЗ от источника электроснабжения. Определяют перечень мероприятий по устранению выявленных неисправностей и сроки их выполнения. После устранения выявленных неисправностей и установления соответствия СКЗ требованиям электробезопасности проводят проверку функционирования СКЗ.

5.1.6 При невозможности устранения выявленных неисправностей при условиях, указанных в 5.3.3 и 5.3.5, проверку функционирования СКЗ не

проводят. Эксплуатация СКЗ должна быть немедленно прекращена с обеспечением защитного потенциала на подземном стальном сооружении посредством замены СКЗ на исправную или перекрытия зоны защиты смежными УКЗ в соответствии с ГОСТ 34741-2021 (пункт 7.2.6) и ГОСТ Р 54982-2022 (пункт 10.11.2.6).

5.1.7 По результатам проверки функционирования СКЗ могут быть установлены следующие виды технического состояния:

- работоспособное;
- частично неработоспособное;
- неработоспособное.

Примечание – Критерии отнесения СКЗ к видам технического состояния «работоспособное», «частично неработоспособное» и «неработоспособное» приведены в 5.4.8 и 5.4.9.

5.1.8 При установлении видов технического состояния «работоспособное» и «частично неработоспособное» выполняют процедуру определения срока и условий дальнейшей эксплуатации СКЗ (в соответствии с разделом б).

5.1.9 При установлении вида технического состояния «неработоспособное» эксплуатация СКЗ должна быть немедленно прекращена с отключением СКЗ от источника электроснабжения и обеспечением защитного потенциала на подземном стальном сооружении посредством замены СКЗ на исправную или перекрытия зоны защиты смежными УКЗ в соответствии с ГОСТ 34741-2021 (пункт 7.2.6) и ГОСТ Р 54982-2022 (пункт 10.11.2.6).

5.2 Анализ технической документации

5.2.1 Анализу подлежит:

- техническая документация на УКЗ, предусмотренная ГОСТ 34741 (акт ввода в эксплуатацию, эксплуатационный паспорт, эксплуатационный журнал, акт внепланового (аварийного) ремонта и акт текущего ремонта);
- документация, оформленная по результатам пусконаладочных работ

на УКЗ, в том числе, в соответствии с СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-4;

- эксплуатационные документы на СКЗ и СТМ ЭХЗ (паспорт, руководство по эксплуатации и др.);

- проектная и исполнительная документация по ЭХЗ подземного стального сооружения от коррозии.

Допускается использование дополнительных источников информации (документации, архивных данных СТМ ЭХЗ и т.д.).

5.2.2 По результатам анализа технической документации выполняют следующее:

- назначают мероприятия по восстановлению или актуализации (при необходимости) технической документации в соответствии с требованиями НД;

- определяют технические характеристики СКЗ (номинальная мощность, выходное напряжение, ток и т.д.);

- определяют режим работы СКЗ в условиях эксплуатации (например, неавтоматический режим, режим автоматического поддержания защитного тока или потенциала);

- определяют наличие перерывов в работе СКЗ, их продолжительность и причины;

- определяют факторы, оказывающие влияние на техническое состояние СКЗ, в соответствии с 6.1.

5.3 Проверка соответствия станций катодной защиты требованиям электробезопасности

5.3.1 Проверка соответствия СКЗ требованиям электробезопасности включает следующие виды контроля СКЗ:

- визуальный контроль;
- тепловой контроль (необязательный вид контроля);
- проверка функционирования защитных и коммутационных аппаратов, состояния устройств защиты от перенапряжений;
- измерение электрического сопротивления изоляции цепей;

- измерение электрического сопротивления заземления металлических частей, доступных прикосновению;
- измерение переходного электрического сопротивления контактных соединений заземляющих проводников;
- испытание на устойчивость к воздействию внешних коротких замыканий.

5.3.2 При отсутствии неисправностей по видам контроля, приведенным в 5.3.1, делают вывод о соответствии СКЗ требованиям электробезопасности.

5.3.3 При выявлении неисправностей хотя бы по одному из видов контроля, приведенных в 5.3.1 и устранимых в эксплуатационных условиях (без демонтажа СКЗ) в срок, не превышающий 14 суток, делают вывод о несоответствии СКЗ требованиям электробезопасности и выполняют мероприятия в соответствии с 5.1.5.

5.3.4 При выявлении неисправностей хотя бы по одному из видов контроля, приведенных в 5.3.1 и неустранимых в эксплуатационных условиях (без демонтажа СКЗ) в срок, не превышающий 14 суток, делают вывод о несоответствии СКЗ требованиям электробезопасности и выполняют мероприятия в соответствии с 5.1.6.

5.3.5 В случае если на этапе анализа технической документации установлено наличие перерывов в ЭХЗ подземного стального сооружения в текущем году, сроки устранения неисправностей, указанные в 5.3.3 и 5.3.4, уменьшают на количество зафиксированных суток перерывов в ЭХЗ.

5.3.6 Визуальный контроль

Перечень мероприятий и НД, на соответствие которым выполняют визуальный контроль СКЗ, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень мероприятий и НД, на соответствие которым выполняют визуальный контроль СКЗ

Перечень мероприятий	Нормативные документы
Проверка наличия рабочей изоляции и элемента для заземления	ГОСТ 12.2.007.0-75 (пункт 2.1)
Проверка заземляющих зажимов, способа присоединения заземляющих проводников, отсутствия поверхностной окраски на контактных частях	ГОСТ 12.2.007.0-75 (пункты 3.3.2–3.3.4)
Проверка наличия электрического соединения всех доступных прикосновению металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, с элементами для заземления, отсутствия последовательных заземлений элементов СКЗ	ГОСТ 12.2.007.0-75 (пункты 3.3.7–3.3.9)
Проверка отсутствия в составе СКЗ горючих материалов (незаводского монтажа)	ГОСТ 12.1.004-91 (пункт 2.2)
Проверка отсутствия повреждений изоляции, надрезов жил и других дефектов, снижающих механическую и электрическую прочность монтажных проводов. Проверка отсутствия заусенцев на токопроводящих жилах	ГОСТ 23592-96 (пункт 4.2.2)
Проверка наличия антикоррозионного покрытия на неизолированных монтажных проводах	ГОСТ 23592-96 (пункт 4.2.3)
Проверка надежности и качества креплений монтажных проводов, жгутов и кабелей	ГОСТ 23592-96 (пункт 4.2.5)
Проверка надежности и качества соединений проводов	ГОСТ 23592-96 (пункт 4.2.6)
Проверка надежности и качества закрепления выводов элементов СКЗ и проводов с контакт-детальями	ГОСТ 23592-96 (пункты 4.3.15 и 4.3.17)
Проверка поверхностей хвостовиков контактов на отсутствие трещин, заусенцев, острых кромок, нарушений покрытий	ГОСТ 23592-96 (пункт 4.6.8)

Дополнительно СКЗ проверяют на предмет наличия/отсутствия:

- следов коротких замыканий и перегрузок в выходной цепи СКЗ;
- дефектов в системах вентиляции и охлаждения (деформации вентиляционных отверстий, радиаторов охлаждения, повреждения систем принудительного охлаждения, механические повреждения корпуса СКЗ).

Данные параметры учитывают при анализе факторов, оказывающих влияние и характеризующих техническое состояние СКЗ (в соответствии с 6.1).

5.3.7 Тепловой контроль

Тепловой контроль выполняют при текущем режиме работы СКЗ с применением бесконтактного способа измерения температуры в соответствии с РД 153-34.0-20.363-99 [2] (раздел 4).

Перечень мероприятий и НД, на соответствие которым выполняют тепловой контроль СКЗ, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень мероприятий и НД, на соответствие которым выполняют тепловой контроль СКЗ

Перечень мероприятий	Нормативные документы
Измерение температуры поверхности элементов СКЗ	РД 153-34.0-20.363-99 [2] (раздел 4); ГОСТ 26830-86 (пункт 4.3)
Определение избыточной температуры	
Определение превышений температуры поверхности элементов СКЗ над температурой окружающего воздуха	

5.3.8 Проверка функционирования защитных и коммутационных аппаратов, состояния устройств защиты от перенапряжений

Проверке подлежат защитные и коммутационные аппараты, устройства защиты от перенапряжений, предусмотренные конструкцией СКЗ.

Перечень мероприятий и НД, на соответствие которым выполняют проверку функционирования защитных и коммутационных аппаратов, состояния устройств защиты от перенапряжений, приведен в таблице 3.

5.3.9 Измерение электрического сопротивления изоляции СКЗ

выполняют в соответствии с методом 101 по ГОСТ 26567-85 (пункт 3.1.1) на соответствие требованиям ГОСТ 26830-86 (пункт 3.4.24).

5.3.10 Измерение электрического сопротивления заземления металлических частей СКЗ, доступных прикосновению, выполняют в соответствии с методом 103 по ГОСТ 26567-85 (пункт 3.1.3).

5.3.11 Измерение переходного электрического сопротивления контактных соединений заземляющих проводников СКЗ выполняют в соответствии с ГОСТ 24606.3-82 (раздел 1) на соответствие требованиям Правил [1] (Приложение 3, пункт 26.1).

Таблица 3 – Перечень мероприятий и НД, на соответствие которым выполняют проверку функционирования защитных и коммутационных аппаратов, состояния устройств защиты от перенапряжений

Перечень мероприятий	Нормативные документы
Проверка действия расцепителей автоматических выключателей на соответствие их пределов работы заводским требованиям	Правила [1] (приложение 3, пункт 28.6), ГОСТ Р 50030.2-2010 (подпункт 8.3.3.1)
Проверка устройств защитного отключения путем нажатия на кнопку «Тест» при включенной в сеть электроснабжения СКЗ	Правила [1] (приложение 3, пункт 28.7)
Измерение сопротивления ограничителей перенапряжения	По цепи электропитания – Правила [1] (приложение 3, пункт 17.1). По вторичным цепям – в соответствии с ЭД на ограничители перенапряжений

5.3.12 Испытание СКЗ на устойчивость к воздействию внешних коротких замыканий выполняют в соответствии с методом 113 по ГОСТ 26567-85 (пункт 3.1.13).

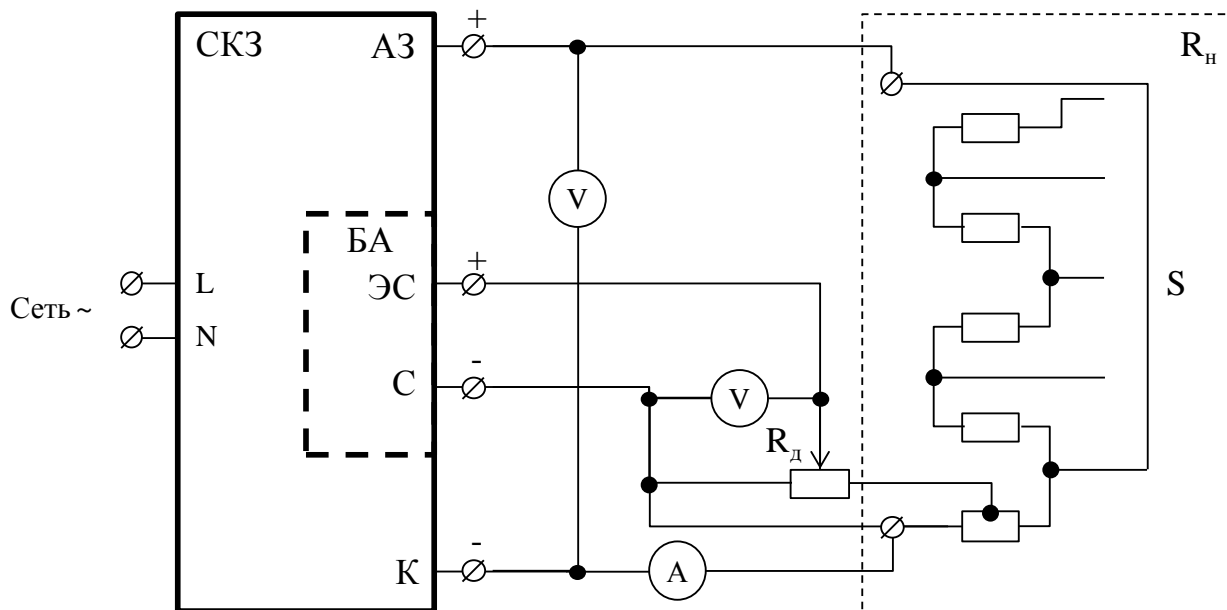
5.4 Проверка функционирования станций катодной защиты

5.4.1 Проверка функционирования заключается в оценке способности СКЗ выполнять все функции в соответствии с заданным режимом работы. Заданный режим работы СКЗ определяют по результатам анализа технической документации.

5.4.2 Проверку функционирования СКЗ проводят в эксплуатационных условиях (без демонтажа СКЗ). Перед проверкой функционирования СКЗ отключают выходную цепь от СКЗ (за исключением определения фактического коэффициента загрузки СКЗ в соответствии с 5.4.11).

5.4.3 Проверку функционирования СКЗ проводят в соответствии с ЭД на СКЗ, а при отсутствии соответствующих указаний в ЭД на СКЗ – в последовательности, указанной в 5.4.4 – 5.4.7.

5.4.4 Собирают схему для проверки функционирования СКЗ, изображенную на рисунке 1.



L – клемма для подключения фазного проводника системы электроснабжения; N – клемма для подключения рабочего нулевого проводника системы электроснабжения; АЗ – клемма для подключения анодного заземления; К – клемма для подключения подземного стального сооружения; БА – блок автоматики СКЗ; ЭС – клемма блока автоматики для подключения электрода сравнения; С – клемма блока автоматики для подключения подземного стального сооружения; V – вольтметр; А – амперметр; R_d – резистор добавочный; R_n – нагрузочное сопротивление; S – переключатель ступеней нагрузочного сопротивления

Рисунок 1 – Схема для проверки функционирования СКЗ*

В качестве нагрузочного сопротивления рекомендуется использовать специальные приборы, имитирующие различные виды электрических нагрузок (например, электронную нагрузку), или реостат.

Максимальная величина нагрузочного сопротивления R_{max} должна быть равна отношению максимального выходного напряжения к максимальному выходному току СКЗ в соответствии с ЭД на СКЗ.

5.4.5 Проверяют возможность установки номинальных выходных параметров, диапазон регулирования выходного напряжения и тока, значения которых должны изменяться в пределах, указанных в ЭД на СКЗ, а при отсутствии соответствующих данных в ЭД – в диапазоне от 5 % до 100 % от максимальных значений.

* Цепи защитного заземления на рисунке 1 не показаны.

При максимальной величине нагрузочного сопротивления R_{max} устанавливают максимальное выходное напряжение или ток (далее – режим максимальной нагрузки). Проводят трехкратное отключение и включение напряжения электропитания. После этого проверяют работоспособность СКЗ при работе в режиме максимальной нагрузки в течение 1 ч.

Для СКЗ с изменяемым значением максимального выходного напряжения (например, СКЗ, реализующих возможность удвоения выходного напряжения с 48 до 96 В при сохранении выходной мощности) проверку повторяют для всех режимов работы СКЗ по максимальному выходному напряжению с соответствующим изменением величины нагрузочного сопротивления.

5.4.6 Для СКЗ, работающих в режиме автоматического поддержания защитного тока, проводят проверку возможности поддержания выходного тока при изменении сопротивления выходной цепи. Для этого при заданной максимальной величине выходного тока фиксируют измеренное значение выходного тока при величине нагрузочного сопротивления, равной:

- R_{max} ;
- $0,5 \cdot R_{max}$;
- $0,05 \cdot R_{max}$.

Величина отклонения значения измеренного выходного тока от заданного значения не должна превышать величину в соответствии с ЭД на СКЗ, а при отсутствии данных в ЭД не должна превышать $\pm 2,5$ %.

Для СКЗ с изменяемым значением максимального выходного напряжения (например, СКЗ, реализующих возможность удвоения выходного напряжения с 48 до 96 В при сохранении выходной мощности) проверку повторяют для всех режимов работы СКЗ по максимальному выходному напряжению с соответствующим изменением величины нагрузочного сопротивления.

5.4.7 Для СКЗ, работающих в режиме автоматического поддержания защитного потенциала, проводят проверку поддержания защитного

потенциала при изменении сопротивления выходной цепи. На входные клеммы блока автоматики подают фиксированное напряжение, равное заданной величине защитного потенциала, которое получают с нагрузочного сопротивления: «плюс» подключают на клемму, предусмотренную для подключения проводника от электрода сравнения, а «минус» – на клемму для подключения проводника от подземного стального сооружения.

При заданной величине защитного потенциала (суммарного) 0,9; 1,5 и 2,5 В фиксируют его значение, измеренное на входных клеммах блока автоматики при величине нагрузочного сопротивления, равной:

- R_{max} ;
- $0,5 \cdot R_{max}$;
- $0,05 \cdot R_{max}$.

Величина отклонения значения измеренного защитного потенциала от заданного значения не должна превышать величину в соответствии с ЭД на СКЗ, а при отсутствии данных в ЭД не должна превышать ± 2 %.

Для СКЗ с изменяемым значением максимального выходного напряжения (например, СКЗ, реализующих возможность удвоения выходного напряжения с 48 до 96 В при сохранении выходной мощности) проверку повторяют для всех режимов работы СКЗ по максимальному выходному напряжению с соответствующим изменением величины нагрузочного сопротивления.

5.4.8 При получении неудовлетворительного результата испытаний хотя бы по одному из параметров в соответствии с 5.4.3 – 5.4.7 назначают вид технического состояния «неработоспособное».

5.4.9 При получении удовлетворительных результатов по всем параметрам в соответствии с 5.4.3 – 5.4.7 дополнительно выполняют проверку работоспособности СТМ ЭХЗ в соответствии с ЭД на СКЗ и СТМ ЭХЗ (при наличии). Работоспособная СТМ ЭХЗ должна обеспечивать выполнение всех телеметрических и/или телемеханических функций, предусмотренных ЭД на СКЗ и СТМ ЭХЗ. При получении

неудовлетворительных результатов проверки работоспособности СТМ ЭХЗ или при окончании назначенного срока службы СТМ ЭХЗ назначают вид технического состояния СКЗ «частично неработоспособное», при получении удовлетворительных результатов проверки работоспособности СТМ ЭХЗ – «работоспособное».

5.4.10 При проверке функционирования СКЗ дополнительно определяют (за исключением случаев выявления неработоспособного состояния СКЗ):

- напряжение электропитания СКЗ;
- фактический коэффициент загрузки СКЗ.

5.4.11 Фактический коэффициент загрузки СКЗ K_3 , %, определяют по формуле

$$K_3 = \frac{U_{\text{ВЫХ}} \cdot I_{\text{ВЫХ}}}{P_{\text{НОМ}}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное рабочее напряжение СКЗ, В;

$I_{\text{ВЫХ}}$ – выходной рабочий ток СКЗ, А;

$P_{\text{НОМ}}$ – номинальная выходная мощность СКЗ, Вт.

Измерение выходных значений рабочего тока и напряжения СКЗ проводят при подключенной к СКЗ выходной цепи.

5.4.12 Параметры, указанные в 5.4.10, учитываются при анализе факторов, оказывающих влияние и характеризующих техническое состояние СКЗ, находящихся в эксплуатации по 6.1.

6 Порядок определения срока и условий дальнейшей эксплуатации станций катодной защиты

6.1 Комплексный учет факторов, оказывающих влияние и характеризующих техническое состояние станций катодной защиты

6.1.1 Комплексный учет факторов, оказывающих влияние и характеризующих техническое состояние СКЗ (далее – факторы), выполняют с целью оценки риска возникновения отказов СКЗ.

6.1.2 Идентификацию факторов, характерных для каждой конкретной СКЗ, а также значений баллов факторов выполняют на различных этапах оценки технического состояния в соответствии с таблицей 4.

6.2 Оценка риска возникновения отказов, обусловленных техническим состоянием станций катодной защиты

6.2.1 Для каждой из групп факторов с индексами i от 1 до 5 включительно в соответствии с таблицей 4 выполняют суммирование значений баллов факторов, идентифицированных для СКЗ. Для факторов, не идентифицированных в соответствии с таблицей 4, значения баллов принимают равными нулю.

6.2.2 Для каждой из групп факторов с индексами i от 1 до 3 включительно определяют уровень риска возникновения отказов, обусловленных техническим состоянием СКЗ (далее – риск), в соответствии с таблицей 5 по шкале «низкий риск», «средний риск» или «высокий риск». Для каждой из групп факторов с индексами $i=4$ и $i=5$ определяют уровень риска в соответствии с таблицей 5 по шкале «низкий риск», «повышенный риск».

6.2.3 В случае если для СКЗ идентифицирован фактор «Размещение СКЗ на территориях с ограниченным доступом» (группа с индексом $i=6$), для него определяют уровень риска «повышенный риск», в противном случае – «низкий риск».

6.2.4 Из групп факторов с индексами i от 1 до 3 включительно определяют группу факторов с наиболее высоким уровнем риска. Уровень риска, определенный для данной группы, будет являться базовым уровнем риска.

Таблица 4 – Перечень факторов, значения баллов для каждого фактора, а также этапы оценки технического состояния, при которых выполняют их идентификацию

Наименование группы факторов риска отказа СКЗ	Индекс группы факторов/ фактора, <i>i</i>	Наименование фактора	Значение балла фактора для СКЗ		Этапы оценки технического состояния, при которых выполняют идентификацию факторов
			инверторных	трансформаторных	
Перегрев элементов СКЗ	1	Нарушения систем вентиляции и охлаждения (деформации радиаторов охлаждения, вентиляционных отверстий, повреждения систем принудительного охлаждения, механические повреждения корпуса СКЗ) за период от ввода в эксплуатацию УКЗ после строительства, капитального ремонта, технического перевооружения или реконструкции (в зависимости от того, какое событие наступило позже)	1,23	0,83	Анализ технической документации; проверка соответствия СКЗ требованиям безопасности
		Наличие перегрузок в выходной цепи СКЗ за период от ввода в эксплуатацию УКЗ после строительства, капитального ремонта, технического перевооружения или реконструкции (в зависимости от того, какое событие наступило позже)	0,80	0,98	Анализ технической документации; проверка соответствия СКЗ требованиям безопасности
		Расположение СКЗ в районах с температурой воздуха обеспеченностью 0,95 теплого периода года в соответствии с СП 131.13330.2020 более 22 °С	0,73	0,75	Анализ технической документации
		Наличие коротких замыканий в выходной цепи СКЗ за период от ввода в эксплуатацию УКЗ после строительства, капитального ремонта, технического перевооружения или реконструкции (в зависимости от того, какое событие наступило позже)	0,66	0,83	Анализ технической документации; проверка соответствия СКЗ требованиям безопасности
		Фактический коэффициент загрузки СКЗ более 70 %	0,44	0,68	Анализ технической документации; проверка функционирования СКЗ

Окончание таблицы 4

Наименование группы факторов риска отказа СКЗ	Индекс группы факторов/ фактора, <i>i</i>	Наименование фактора	Значение балла фактора для СКЗ		Этапы оценки технического состояния, при которых выполняют идентификацию факторов
			инверторных	трансформаторных	
Природные и техногенные воздействия	2	Расположение СКЗ в районах со среднегодовой продолжительностью гроз в соответствие с картой районирования территории Российской Федерации (Правила [3]) более 60 ч/год	0,73	0,75	Анализ технической документации
		Расположение СКЗ в районах со средней месячной относительной влажностью воздуха наиболее теплого месяца теплого периода года в соответствии с СП 131.13330.2020 более 72 %	0,73	0,53	Анализ технической документации
		Расположение СКЗ в районах с особыми условиями в соответствии с СП 62.13330.2011 (пункт 5.6.1*)	0,58	0,60	Анализ технической документации
Нарушения электромагнитной совместимости и качества электроэнергии	3	Напряжение электропитания менее 198 В или более 242 В	0,80	0,68	Проверка функционирования СКЗ
		Размещение СКЗ вблизи (на расстоянии до 10 м включ.) высоковольтных линий электропередачи переменного напряжения 110 кВ и выше	0,44	0,38	Анализ технической документации
		Размещение СКЗ вблизи (на расстоянии до 10 м включ.) электрифицированных железных дорог	0,29	0,38	Анализ технической документации
Случайные повреждения СКЗ	4	Размещение СКЗ вблизи (на расстоянии до 10 м включ.) дорог	0,67	0,67	Анализ технической документации
		Размещение СКЗ в местах искусственных зеленых насаждений	0,59	0,59	Анализ технической документации
Переохлаждение элементов СКЗ	5	Расположение СКЗ в районах с температурой воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 холодного периода года в соответствии с СП 131.13330.2020 менее минус 35 °С	0,73	0,60	Анализ технической документации
		Фактический коэффициент загрузки СКЗ менее 20 %	0,36	0,45	Анализ технической документации; проверка функционирования СКЗ
–	6	Размещение СКЗ на территориях с ограниченным доступом	–	–	Анализ технической документации

Таблица 5 – Определение уровня риска

Индекс группы факторов i , тип СКЗ	Границы диапазонов сумм значений баллов факторов (от минимального до максимального значения включительно) по каждой группе факторов и соответствующие им уровни риска					
	от	до включ.	от	до включ.	от	до включ.
1	низкий		средний		высокий	
Трансформаторные	0	1,66	1,67	1,79	1,80	4,07
Инверторные	0	1,67	1,68	2,00	2,01	3,86
2	низкий		средний		высокий	
Трансформаторные	0	1,28	1,29	1,38	1,39	1,88
Инверторные	0	1,31	1,32	1,41	1,42	2,04
3	низкий		средний		высокий	
Трансформаторные	0	1,06	1,07	1,16	1,17	1,44
Инверторные	0	1,09	1,10	1,31	1,32	1,53
4	низкий		повышенный		–	–
Трансформаторные	0	0,59	0,60	1,26	–	–
Инверторные	0	0,59	0,60	1,26	–	–
5	низкий		повышенный		–	–
Трансформаторные	0	0,45	0,46	1,05	–	–
Инверторные	0	0,36	0,37	1,09	–	–

6.2.5 В случае если для любых двух групп с индексами i от 4 до 6 включительно определены уровни риска «повышенный риск», базовый уровень риска изменяют на один уровень в сторону увеличения риска и принимают в качестве итогового. В противном случае в качестве итогового уровня риска принимают базовый уровень риска. В случае если базовым является уровень риска «высокий риск», то в качестве итогового уровня риска принимают базовый уровень риска.

6.3 Анализ результатов проведения оценки технического состояния станций катодной защиты

6.3.1 Назначенный срок службы СКЗ определяют в зависимости от базового срока дальнейшей эксплуатации, определяемого в соответствии с 6.3.2 с учетом уровня риска, определенного в соответствии с 6.2.5.

6.3.2 Базовый срок дальнейшей эксплуатации СКЗ T_6 , год, составляет:

- 10 лет – для СКЗ со сроком эксплуатации до 20 лет включительно;
- 5 лет – для СКЗ со сроком эксплуатации свыше 20 лет.

6.3.3 Назначенный срок службы в зависимости от уровня риска, идентифицированного для СКЗ, определяют в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Назначенный срок службы в зависимости от уровня риска, идентифицированного для СКЗ

Уровень риска	Назначенный срок службы
низкий	T_6
средний	$0,6 \cdot T_6$
высокий	$0,3 \cdot T_6$

6.3.4 Условия дальнейшей эксплуатации СКЗ – в соответствии с ГОСТ 34741 и ГОСТ Р 54982. Если по результатам проверки функционирования СКЗ установлен вид технического состояния «частично неработоспособное», продолжение эксплуатации возможно:

- с восстановлением работоспособности СТМ ЭХЗ – при проведении технического обслуживания УКЗ в сроки, установленные ГРО или эксплуатационной организацией;

- без восстановления работоспособности СТМ ЭХЗ – при проведении технического обслуживания УКЗ не реже двух раз в месяц.

7 Меры безопасности при выполнении работ по оценке технического состояния станций катодной защиты

7.1 В организации, выполняющей оценку технического состояния СКЗ, должны быть разработаны и утверждены ее техническим руководителем производственные инструкции и инструкции по охране труда.

7.2 Электротехнический персонал организации, выполняющей оценку технического состояния СКЗ (в части проверки соответствия СКЗ требованиям электробезопасности и проверки функционирования), должен пройти обучение и проверку знаний правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, а также правил по охране труда при эксплуатации электроустановок в пределах требований, предъявляемых к должности или профессии, с присвоением группы по электробезопасности не ниже III. Подготовку и допуск персонала к самостоятельной работе осуществляют в соответствии с Правилами [1], Трудовым кодексом [4] и ГОСТ 34741-2021 (пункт 5.2.2).

7.3 Все работники, выполняющие оценку технического состояния СКЗ (в части проверки соответствия СКЗ требованиям электробезопасности и проверки функционирования), должны быть обеспечены средствами защиты, соответствующими СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 8.3.

7.4 Средства защиты, используемые при работе в электроустановках, должны соответствовать Инструкции [5].

8 Оформление результатов оценки технического состояния станций катодной защиты

Результаты оценки технического состояния СКЗ оформляют актом оценки технического состояния СКЗ, форма которого приведена в Приложении А.

Приложение А

(рекомендуемое)

Форма акта оценки технического состояния станции катодной защиты

УТВЕРЖДЕНО

М.П.

подпись, инициалы, фамилия, должность
технического руководителя организации,
проводившей оценку технического состояния

СОГЛАСОВАНО

М.П.

подпись, инициалы, фамилия, должность
технического руководителя
газораспределительной/эксплуатационной
организации

АКТ № _____

оценки технического состояния станции катодной защиты (СКЗ)

заводской № _____

« _____ » _____ 20 _____ г.

Срок хранения: постоянно
до утилизации СКЗ

Сведения о виде и причинах оценки технического состояния СКЗ

Вид оценки технического состояния*

плановая/внеплановая

Дата проведения предыдущей оценки технического состояния

Информация о проведении предыдущей оценки технического состояния*

проводилась/не проводилась

Вид предыдущей оценки технического состояния (если предыдущая оценка технического состояния не проводилась, строка не заполняется)*

плановая/внеплановая

Результаты проведения предыдущей оценки технического состояния

Причина проведения внеплановой оценки технического состояния

Результаты анализа технической документации

Данные о СКЗ, УКЗ, защищаемом подземном стальном сооружении, оснащенности СКЗ системой телемеханики ЭХЗ

Инвентарный/учетный номер УКЗ

Модель СКЗ

Год ввода в эксплуатацию СКЗ

Место расположения СКЗ (адрес, другая привязка к местности)

Тип СКЗ (по типу преобразователя)

* _____
нужное подчеркнуть

Номинальная мощность СКЗ, кВт	
Номинальный (максимальный) выходной ток СКЗ, А	
Номинальное (максимальное) выходное напряжение СКЗ, В	
Наличие СТМ ЭХЗ*	да/нет
Наименование, инвентарный номер подземного стального сооружения	
Данные о режиме работы СКЗ по результатам пуско-наладочных работ	
Режим работы СКЗ*	неавтоматический/автоматический режим поддержания защитного тока/поддержания защитного потенциала
Защитный потенциал в точке дренажа, В*	суммарный/поляризационный
Выходное напряжение СКЗ, В	
Выходной ток СКЗ, А	
Данные о текущем режиме работы СКЗ	
Режим работы СКЗ*	неавтоматический/автоматический режим поддержания защитного тока/поддержания защитного потенциала
Защитный потенциал в точке дренажа, В*	суммарный/поляризационный
Выходное напряжение СКЗ, В	
Выходной ток СКЗ, А	
Годовая продолжительность перерывов в работе СКЗ, ч	
Количество отказов СКЗ в текущем году, шт.	
Результаты проверки соответствия СКЗ требованиям электробезопасности	
Вид контроля	Результаты контроля
визуальный контроль*	соответствует НД/не соответствует НД
тепловой контроль*	соответствует НД/не соответствует НД
проверка функционирования защитных и коммутационных аппаратов, состояния устройств защиты от перенапряжений*	соответствует НД/не соответствует НД
измерение электрического сопротивления изоляции цепей СКЗ*	соответствует НД/не соответствует НД
измерение электрического сопротивления заземления металлических частей СКЗ, доступных прикосновению*	соответствует НД/не соответствует НД
измерение переходного электрического сопротивления контактных соединений заземляющих проводников СКЗ*	соответствует НД/не соответствует НД
испытание СКЗ на устойчивость к воздействию внешних коротких замыканий*	соответствует НД/не соответствует НД
следы коротких замыканий и перегрузок в выходной цепи СКЗ*	выявлены/не выявлены

*
нужно подчеркнуть

дефекты в системах вентиляции и охлаждения
(деформации вентиляционных отверстий, радиаторов
охлаждения, повреждения систем принудительного
охлаждения, механические повреждения корпуса
СКЗ)*

выявлены/не выявлены

СКЗ требованиям электробезопасности*

соответствует/не соответствует

Результаты проверки функционирования СКЗ

Напряжение электропитания СКЗ, В

Выходной ток СКЗ, А

Выходное напряжение СКЗ, В

Фактический коэффициент загрузки СКЗ, %

Вид технического состояния*

работоспособное/частично
неработоспособное/неработоспособное

Определение сроков и условий дальнейшей эксплуатации СКЗ

Сумма значений баллов идентифицированных
факторов в соответствии с Приложением к Акту
оценки технического состояния станции катодной
защиты (СКЗ)

по группе i=1

по группе i=2

по группе i=3

по группе i=4

по группе i=5

Уровень риска возникновения отказа СКЗ*

по группе i=1

низкий/средний/высокий

по группе i=2

низкий/средний/высокий

по группе i=3

низкий/средний/высокий

по группе i=4

низкий/повышенный

по группе i=5

низкий/повышенный

по группе i=6

низкий/повышенный

Базовая категория риска возникновения отказа СКЗ*

низкий/средний/высокий

Итоговая категория риска возникновения отказа СКЗ*

низкий/средний/высокий

Базовый срок дальнейшей эксплуатации СКЗ

Назначенный срок службы СКЗ

Условия дальнейшей эксплуатации СКЗ

(должность)

(личная подпись)

(инициалы, фамилия)

*
нужное подчеркнуть

Таблица определения уровней рисков по группам факторов риска

Наименование группы факторов (фактора) риска отказа СКЗ	Индекс группы факторов/ фактора, <i>i</i>	Наименование фактора	Значение балла фактора (если фактор не идентифицирован – указать «0»)	Сумма баллов по группе факторов риска	Уровень риска по группе факторов риска
Перегрев элементов СКЗ	1	Нарушения систем вентиляции и охлаждения (деформации радиаторов охлаждения, вентиляционных отверстий, повреждения систем принудительного охлаждения, механические повреждения корпуса СКЗ) за период от ввода в эксплуатацию УКЗ после строительства, капитального ремонта, технического перевооружения или реконструкции (в зависимости от того, какое событие наступило позже)			Низкий/ средний/высокий
		Наличие перегрузок в выходной цепи СКЗ за период от ввода в эксплуатацию УКЗ после строительства, капитального ремонта, технического перевооружения или реконструкции (в зависимости от того, какое событие наступило позже)			
		Расположение СКЗ в районах с температурой воздуха обеспеченностью 0,95 теплого периода года в соответствии с СП 131.13330.2020 более 22 °С			
		Наличие коротких замыканий в выходной цепи СКЗ за период от ввода в эксплуатацию УКЗ после строительства, капитального ремонта, технического перевооружения или реконструкции (в зависимости от того, какое событие наступило позже)			
		Фактический коэффициент загрузки СКЗ более 70 %			
Природные и техногенные воздействия	2	Расположение СКЗ в районах со среднегодовой продолжительностью гроз в соответствии с картой районирования территории Российской Федерации (Правила [3]) более 60 ч/год			Низкий/ средний/высокий
		Расположение СКЗ в районах со средней месячной относительной влажностью воздуха наиболее теплого месяца теплого периода года в соответствии с СП 131.13330.2020 более 72 %			
		Расположение СКЗ в районах с особыми условиями в соответствии с СП 62.13330.2011 (пункт 5.6.1*)			

Наименование группы факторов (фактора) риска отказа СКЗ	Индекс группы факторов/ фактора, <i>i</i>	Наименование фактора	Значение балла фактора (если фактор не идентифицирован – указать «0»)	Сумма баллов по группе факторов риска	Уровень риска по группе факторов риска
Нарушения электромагнитной совместимости и качества электроэнергии	3	Напряжение электропитания менее 198 В или более 242 В			Низкий/ средний/высокий
		Размещение СКЗ вблизи (на расстоянии до 10 м включ.) высоковольтных линий электропередачи переменного напряжения 110 кВ и выше.			
		Размещение СКЗ вблизи (на расстоянии до 10 м включ.) электрифицированных железных дорог			
Случайные повреждения СКЗ	4	Размещение СКЗ вблизи (на расстоянии до 10 м включ.) дорог			Низкий/ повышенный
		Размещение СКЗ в местах искусственных зеленых насаждений			
Переохлаждение элементов СКЗ	5	Расположение СКЗ в районах с температурой воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 холодного периода года в соответствии с СП 131.13330.2020 менее минус 35 °С			Низкий/ повышенный
		Фактический коэффициент загрузки СКЗ менее 20 %			
–	6	Размещение СКЗ на территориях с ограниченным доступом			Низкий/ повышенный

Приложение – Результаты контроля, оформленные в соответствии с формами протоколов, отчетов и других документов, используемыми электротехнической лабораторией в производственной деятельности.

(должность)

(личная подпись)

(инициалы, фамилия)

Библиография

- [1] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго России от 13 января 2003 г. № 6)
- [2] Руководящий документ Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ РД 153-34.0-20.363-99 (утверждены Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО «ЕЭС России» 14 декабря 1999 г.)
- [3] Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание седьмое. Раздел 2. Передача электроэнергии. Главы 2.4, 2.5 (утверждены приказом Минэнерго России от 20 мая 2003 г. № 187)
- [4] Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ
- [5] Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках (утверждена приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 261)

Ключевые слова: оценка технического состояния, станция катодной защиты, электрохимическая защита, подземные стальные сооружения, коррозия
