

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОБЪЕДИНЁННАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ»

РЕГЛАМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ

ОАО «ОЭК»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель технического директора
ОАО «ОЭК» по высоковольтным сетям

_____ Н.Н. Нечипоренко
« ____ » _____ 2014г.

РЕГЛАМЕНТ

по способам подключения, обслуживанию и ремонту
устройств заземления нейтрали электрических сетей 20 кВ ОАО «ОЭК»

Дата введения - ____ " ____ " 2014

Редакция ____

Директор организации-разработчика
ООО «Болид»

Руководитель разработки
Начальник научно-исследовательского отдела



Л.И.Сарин

М.В.Ильиных

Москва 2014

Предисловие

Задачи, основные принципы функционирования электроэнергетики установлены Федеральными законами от 26.03.2003 №35-ФЗ «Об электроэнергетике», от 27.12.2002 №184-ФЗ «О техническом регулировании». Общие требования к электрооборудованию электроустановок определены «Правилами устройства электроустановок», основные организационные и технические требования к эксплуатации электрических сетей установлены «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

Настоящий Регламент ОАО «ОЭК» (далее Регламент) содержит основные требования по способам подключения устройств заземления нейтрали электрических сетей 20 кВ ОАО «ОЭК», их приёмке, обслуживанию и ремонту.

Порядок и правила применения Регламента организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организации. Общие положения» и внутренними нормативными документами Общества.

Сведения о регламенте

- 1 РАЗРАБОТАН ООО «Болид»
- 2 ВНЕСЁН Департаментом перспективных проектов
- 3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ приказом ОАО «ОЭК» от ____ ____ 2014г. № ____
- 4 ВВЕДЁН Впервые

Настоящий регламент не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения ОАО «ОЭК».

Содержание

1	ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	3
2	ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	6
3	ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВАМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 20 кВ	7
4	СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ РЕЗИСТОРНЫХ УСТАНОВОК ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 20 кВ	11
5	ПРИЁМКА УСТРОЙСТВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	12
6	ПОРЯДОК ЭКСПЛУАТАЦИИ, ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	13
7	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ РЕЗИСТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ СЕТЕЙ 20 кВ.....	16
8	ТРЕБОВАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ, ХРАНЕНИЮ И УТИЛИЗАЦИИ.....	18
9	РАСЧЁТ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТОРНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОПУСТИМОГО ТОКА ОДНОФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТИ 20 кВ	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (справочное) Термины и определения.....	23
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (справочное) Условные обозначения и сокращения	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное) Определение мощности нейтралеобразующего трансформатора для подключения резистора в сети 20 кВ.....	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (рекомендованное) Рекомендуемый образец формы графика обслуживания.....	30
	Лист регистрации изменений	32
	Лист согласования и рассылки.....	32
	Лист ознакомления.....	33

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение

Настоящий Регламент определяет технические требования к резистивным устройствам заземления нейтрали электрических сетей 20 кВ, способам их подключения, порядку проведения технического обслуживания и ремонта.

1.2 Цель документа

Регламент направлен на достижение следующих целей:

1. Осуществление безопасной и надёжной эксплуатации электрических сетей 20 кВ г.Москвы при резистивном режиме заземления нейтрали силовых трансформаторов 20 кВ.

2. Контроль технического состояния устройств заземления нейтрали электрических сетей 20 кВ, в том числе в целях раннего обнаружения их дефектов для своевременного выполнения мероприятий по техническому обслуживанию, своевременного отключения электрооборудования при рисках его повреждения, своевременного выполнения ремонтов и замены.

3. Снижение риска повреждения электротехнического оборудования и кабелей в сети 20 кВ при возникновении коротких замыканий, снижение издержек на выполнение аварийно-восстановительных работ при эксплуатации сети 20 кВ.

1.3 Область применения

1.3.1 Требования настоящего Регламента распространяются на резисторные установки заземления нейтрали трехфазного переменного тока частотой 50 Гц электрических сетей номинальным напряжением 20 кВ ОАО «ОЭК».

1.3.2 Настоящий регламент является обязательным для исполнения всеми подразделениями ОАО «ОЭК», подрядными организациями, осуществляющими проектные, строительные, монтажные работы, эксплуатацию и ремонт оборудования на объектах ОАО «ОЭК».

1.3.3 Настоящий регламент должен актуализироваться не реже чем 1 раз в 5 лет.

1.4 Нормативные ссылки

В настоящем Регламенте использованы ссылки на следующие технические, нормативные, правовые акты в области технического нормирования и стандартизации:

ГОСТ 2.601-2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 12.1.038-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Система стандартов безопасности труда. Часть 3.

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

ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности.

ГОСТ Р 27.002-2009 Надёжность в технике. Термины и определения.

ГОСТ 1516.2-2003 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции.

ГОСТ 1516.3-2003 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности.

ГОСТ 8024-90 Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний.

ГОСТ 9920-89 Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции.

ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

ГОСТ 15150-69 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 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 16962.1-89. Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка.

ГОСТ 19132-86 Зажимы наборные контактные. Общие технические условия.

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры.

ГОСТ 21242-75 Выводы контактные электротехнических устройств плоские и штыревые. Основные размеры.

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ 24291-90. Электрическая часть электростанции и электрической сети.
Термины и определения.

ГОСТ 24634-81 Ящики деревянные для продукции, поставляемой для экспорта.
Общие технические условия.

ГОСТ 25866-83 Эксплуатация техники. Термины и определения.

ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ Р 50571.18-2000 (МЭК 60364-4-442-93). Ч.4. Требования по обеспечению безопасности. Раздел 442. Защита электроустановок до 1 кВ от перенапряжений, вызванных замыканиями на землю в электроустановках выше 1 кВ.

ГОСТ Р 52719–2007 Трансформаторы силовые. Общие технические условия.

ГОСТ Р 54827–2011 Трансформаторы сухие. Общие технические условия.

Объём и нормы испытаний электрооборудования СО 34.45-51.300-97 РД 34.45-51.300-97. Изд. 6-е с изм. и доп. – М.: ЭНАС, 2007. – 256с.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е издание. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ (ПТЭЭС РФ). – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.-264 с.

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. 2014.

РД 34.51.503-93. Инструкция по эксплуатации изоляции в районах с загрязненной атмосферой.

IEEE Std.32-1972 (Reaffirmed 1990) IEEE Standard Requirements, Terminology, and Test Procedure for Neutral Grounding Devices. [Стандартные требования, терминология и процедуры испытаний устройств заземления].

IEEE Std.142-2007 IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems. [Практические рекомендации по заземлению промышленных и коммерческих (потребительских) сетей].

2 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

2.1 Термины и их определения, применяемые в настоящем регламенте, приведены в Приложении 1.

2.2 Обозначения и сокращения, принятые в настоящем регламенте, приведены в Приложении 2.

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВАМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 20 кВ

3.1 Общие требования

3.1.1 Все применяемые и разрабатываемые резисторные устройства заземления нейтрали электрических сетей 20 кВ должны соответствовать требованиям ПУЭ, ПТЭЭС РФ, ГОСТ 12.1.038, техническим условиям на конкретный тип изделия и настоящему регламенту, а также учитывать требования стандартов IEEE Std.32-1972(2002) и IEEE Std. 142-2007.

3.1.2 Предпочтительным является применение объемных и малоиндуктивных РУЗН.

3.1.3 В отношении стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды РУЗН должны соответствовать требованиям ГОСТ 15150. Номинальные значения климатических факторов внешней среды и требования в части стойкости к воздействию этих факторов - по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1.

3.1.4 В электрическую цепь РУЗН должен быть включен трансформатор тока контроля тока для системы релейной защиты.

3.1.5 Сечение проводников заземления к РУЗН должно быть не менее 120 квадратных миллиметров.

3.2 Основные параметры и характеристики

3.2.1 Номинальное рабочее напряжение РУЗН – 11,55 кВ.

3.2.2 Номинальное напряжение сети, в нейтраль которой подключен РУЗН - 20 кВ.

3.2.3 Наибольшее рабочее напряжение сети, в нейтраль которой подключен РУЗН - 24 кВ.

3.2.4 РУЗН изготавливают с активным сопротивлением не более 24 Ом.

3.2.5 Допустимое отклонение номинального сопротивления $\pm 10\%$.

3.2.6 Изменение сопротивления РУЗН в режиме протекания номинального тока в режиме однофазного замыкания на землю – не более 15 % от значения сопротивления РУЗН, определенного при 20 °С.

3.2.7 Номинальное рабочее время (протекания номинального тока в режиме однофазного замыкания на землю), не менее – 10 секунд (IEEE Std.32-1972 п.2.5).

3.3 Требования к изоляции

3.3.1 Электрическая прочность изоляция РУЗН должна соответствовать требованиям ГОСТ 1516.3, РД 34.45-51.300-97 "Объем и нормы испытаний электрооборудования" для оборудования класса напряжения 20 кВ с облегченной изоляцией. Величина испытательного напряжения 50 Гц - 50 кВ. Время воздействия испытательного напряжения - 1 мин.

3.3.2 Требования к длине пути утечки внешней изоляции вводов и опорных изоляторов по ГОСТ 1516.3 и ГОСТ 9920 для соответствующих условий размещения РУЗН.

3.4 Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам

3.4.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях.

3.4.1.1 РУЗН должны выдерживать нагрузки от вибрации по группе эксплуатации М6 ГОСТ 17516.1 и сейсмические нагрузки величиной не менее 7 баллов по шкале MSK-64.

3.4.1.2 Соответствующие величины воздействия механических внешних факторов - по ГОСТ 17516.1.

3.4.1.3 РУЗН категории размещения 1 по ГОСТ 15150 должны выдерживать механические нагрузки от ветра со скоростью 30 м/с и от натяжения провода - 300 Н.

3.4.1.4 Работоспособность РУЗН категории размещения 1 по ГОСТ 15150 должна обеспечиваться при скорости ветра до 40 м/с. Способ испытаний согласно ТУ на РУЗН. Допустимые изменения условий эксплуатации согласовываются между потребителем и изготовителем.

3.4.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

3.4.2.1 РУЗН должны быть стойкими к воздействиям климатических факторов, предусмотренных для соответствующего климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150, ГОСТ 16962.1, ГОСТ 15543.

3.4.2.2 Окружающая среда должна быть невзрывоопасная, не содержащая пыли, химически активных газов и паров в концентрациях, разрушающих покрытия металлов и изоляцию (атмосфера типа П по ГОСТ 15150).

3.5 Требования к конструкции

3.5.1 Общий вид, габаритные, установочные, присоединительные размеры, электрическая и монтажная схемы должны соответствовать требованиям ТУ, конструкторской документации и быть приведены в эксплуатационной документации (РЭ и инструкция по монтажу).

3.5.2 Металлические части устройств, выполненные из чёрных металлов, должны иметь защитные покрытия от воздействующих климатических факторов внешней среды. Допускаются отдельные очаги коррозии, не влияющие на работоспособность устройства.

3.5.3 Способы восстановления защитных покрытий должны быть указаны в эксплуатационной документации (РЭ).

3.5.4 Силовые контактные зажимы и зажимы для присоединения внешних вспомогательных цепей (цепей управления, блокировки, сигнализации) должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10434, ГОСТ 21242 и ГОСТ 19132.

3.5.5 Присоединение проводника заземления к РУЗН должно быть выполнено сваркой или надёжным болтовым соединением.

3.5.6 РУЗН и присоединения к заземлителю не должны иметь проводников из алюминия.

3.5.7 Конструкция РУЗН должна обеспечивать безопасную эксплуатацию и техническое обслуживание и быть ремонтпригодной.

3.6 Требования к нагреву

3.6.1 Охлаждение токопроводящих резистивных элементов РУЗН должно осуществляться за счет естественной конвекции без применения специальных устройств принудительного обдува.

3.6.2 Помещения с РУЗН, эксплуатируемые при температуре окружающего воздуха 30 °С и более, должны быть снабжены приточно-вытяжной вентиляцией.

3.7 Требования к надёжности

3.7.1 Показатели ремонтпригодности и сохраняемости указываются в технических условиях и эксплуатационной документации на конкретные типы устройств.

3.7.2 Срок службы РУЗН должен быть не менее 30 лет.

3.8 Требования к комплектности

3.8.1 В комплект РУЗН должны входить комплектующие детали и сборочные единицы, соединительные элементы, позволяющие произвести монтаж устройства, а также индивидуальный комплект ЗИП, указанный в РЭ и инструкции по монтажу.

3.8.2 К комплекту прилагается эксплуатационная документация, выполненная по ГОСТ 2.601:

- паспорт устройства (паспорта её составляющих);
- паспорт на трансформатор тока (если он поставляется в составе устройства);
- руководство по эксплуатации;

- инструкция по монтажу.

Количество этих документов, поставляемых на одно изделие или партию, указывается в технических условиях на конкретный тип установки. (Паспорт на трансформатор тока поставляется на каждую единицу).

3.9 Требования к маркировке и упаковке

3.9.1 Каждое устройство и его элементы должно иметь таблички, содержащие данные в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 - Таблица данных устройства заземления нейтрали

Наименование данных	Условное обозначение	Единица измерения	Резистор	Трансформатор тока
Товарный знак предприятия изготовителя, кроме изделий для экспорта			+	+
Наименование изделия (например, Резистор)			+	+
Тип изделия			+	+
Порядковый номер по системе нумерации предприятия			+	+
Номинальное сопротивление (при 20°C)	$R_{ном}$	Ом	+	
Номинальное напряжение сети	$U_{ном}$	кВ	+	+
Наибольшее рабочее напряжение сети	$U_{н.раб}$	кВ	+	
Номинальное напряжение резистора	$U_{RНОМ}$	кВ	+	
Номинальная частота	F	Гц	+	+
Номинальный ток в течение 10 секунд	I_{10}	А	+	
Длительно допустимый ток	$I_{дл}$	А	+	
Масса	M	кг	+	
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150			+	+
Обозначение ТУ на конкретный тип изделия			+	+
Год выпуска	Месяц, Год	XX. XXXX	+	+
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP	XX		+

Примечания:

1. Знак «+» означает, что указание является обязательным.
2. Слова «номинальный, допустимый» на табличку не наносится.
3. Данные в таблице по согласованию между заказчиком и изготовителем могут быть изменены.

3.9.2 Способ нанесения маркировки, её качество - по ГОСТ 18620. Изменения допускаются по согласованию между заказчиком и изготовителем (поставщиком).

3.9.3 Маркировка транспортной тары – по ГОСТ 14192 или в соответствии с ТУ на изделие.

3.9.4 Упаковка устройства и/или его частей (при транспортировании в частично разобранном виде) должна исключать возможность их повреждения во время транспортирования и хранения. Устройство и /или его части в зависимости от габаритов и особенностей должны быть упакованы по ГОСТ 23216 и ГОСТ 24634 или в специальную транспортную тару. Тип упаковки устройств указывается в ТУ на конкретный тип.

3.10 Требования безопасности

3.10.1 Требования безопасности к конструкции устройств заземления нейтрали должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.2.007.3.

3.10.2 Контактные площадки для присоединения проводника заземления к устройству и проводника подключения к нейтрали трансформатора должны иметь зажим (болт или болты) диаметром не менее 12 мм. Возле контактной площадки заземления должен быть нанесён знак заземления в соответствии с требованиями ГОСТ 21130. Допускается наносить знак заземления водостойкой краской.

4 СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ РЕЗИСТОРНЫХ УСТАНОВОК ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 20 кВ

4.1 Нейтрали сетей 20 кВ заземляются через РУЗН на питающих ПС (500÷110)/20 кВ.

4.2 РУЗН подключается к выведенной нейтрали обмоток 20 кВ силового трансформатора (500÷110)/20 кВ со схемой соединения обмоток Y_0/Y_0 (рисунок 4.1а).

4.3 При отсутствии выведенной нейтрали обмоток 20 кВ силового питающего трансформатора необходимо использование специального нейтралеобразующего устройства: трансформатора заземления нейтрали (ТЗН) 20/0,4 кВ со схемой соединения обмоток Y_0/Δ (рисунок 4.1б) либо фильтра нулевой последовательности (ФНП) 20 кВ со схемой соединения обмоток «зигзаг» (рисунок 4.1в). РУЗН подключается к нейтрали обмоток 20 кВ. Специальные нейтралеобразующие устройства с РУЗН устанавливаются на каждой секции шин 20 кВ.

4.4 Предпочтительным вариантом резистивного заземления нейтрали сети 20 кВ является подключение РУЗН к нейтрали обмоток 20 кВ силового трансформатора (500÷110)/20 кВ.

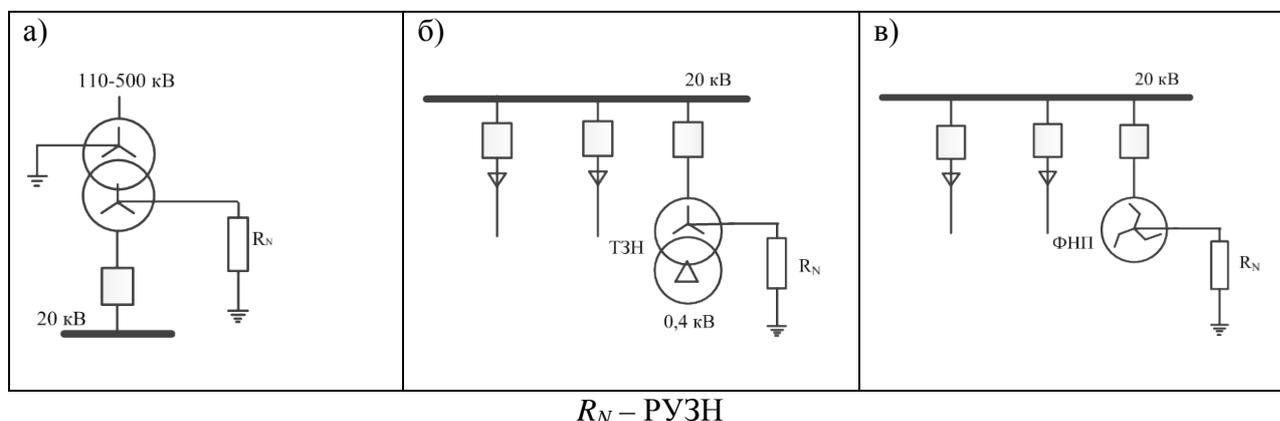


Рисунок 4.1 – Схемы резистивного заземления нейтрали электрической сети 20 кВ

4.5 В связи кратковременным режимом работы РУЗН, ТЗН (ФНП) может быть выбран с учетом его перегрузки. Выбор номинальной мощности ТЗН (ФНП) зависит от перегрузочной способности конкретного типа нейтралеобразующего устройства. Пример выбора ТЗН приведен в Приложении 3.

4.6 Подключение РУЗН должно осуществляться с помощью высоковольтного однофазного кабеля или жесткой ошиновки сечением не менее 120 мм^2 .

4.7 Для контроля тока через РУЗН ввод РУЗН, предназначенный для заземления, должен быть соединен с общим заземляющим устройством через трансформатор тока.

5 ПРИЁМКА УСТРОЙСТВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

5.1 Приёмка устройств заземления нейтрали в эксплуатацию должна проводиться в соответствии с разделом 1.2 ПТЭ электрических станций и сетей, комплектность технической документации в соответствии с разделом 1.7 ПТЭ электрических станций и сетей.

5.2 В период строительных и монтажных работ должны быть проведены промежуточные приёмки узлов устройства, а именно:

- фундаменты, элементы механической конструкции на соответствие требованиям проекта и качества изготовления, сборки;

- опорные и проходные изоляторы проверить на соответствие типа и целостности покрытий и отсутствие видимых повреждений, провести одноминутные испытания электрической прочности напряжением промышленной частоты величиной, указанной в эксплуатационной документации;

- токопроводящие нагреваемые элементы на соответствие сопротивления номинальным значениям и отсутствие повреждений;

- элементы конструкции на комплектность и сохранность;

- трансформатор тока на соответствие типа, наличие паспорта.

5.3 Устройства заземления нейтрали, поставляемые в сборе, должны перед монтажом визуально проверяться на соответствие маркировки, целостность изделия и защитных покрытий, на соответствие сопротивления паспортным значениям.

5.4 Все работы по монтажу устройства заземления нейтрали и вводу его в эксплуатацию должны проводиться в соответствии с требованиями ПТЭ электрических станций и сетей РФ, инструкции по монтажу (ИМ) и руководству по эксплуатации (РЭ) устройства.

5.5 После монтажа устройства перед его приёмкой в эксплуатацию должно быть проверено выполнение требований нормативных документов (ПУЭ, ПТЭ электрических станций и сетей РФ, ГОСТ, СНиП, ЭД и пр.) и проведено комплексное опробование оборудования, перед которым проводятся необходимые испытания устройства в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

5.6 Перед опробованием и приёмкой устройства должны быть подготовлены условия для его надёжной и безопасной эксплуатации.

Укомплектован и обучен персонал.

Представлена следующая техническая документация:

- проектные материалы, скорректированные при монтаже и наладке (чертежи и схемы, пояснительные записки и т.п.), - монтажной и наладочной организациями;

- заводские материалы (техническое описание и инструкция по эксплуатации, паспорт и т.д.) - монтажной организацией;

- протоколы испытаний – аттестованной в Ростехнадзоре лабораторией монтажной или наладочной организаций, либо лабораторией организации, принимающей РУЗН в эксплуатацию. Объем и порядок проведения приёмосдаточных испытаний РУЗН определяется эксплуатационной документацией заводов – изготовителей.

Окончание индивидуальных испытаний оформляется актом технической готовности РУЗН для проведения комплексного опробования.

Разработаны и утверждены необходимые инструкции (эксплуатационные, по охране труда), техническая документация по учёту и отчётности.

5.7 Началом комплексного опробования устройства заземления нейтрали считается момент включение его в сеть. Комплексное опробование устройства заземления нейтрали считается произведенным при условии нормальной и непрерывной работы в течение 72 часов.

5.8 Окончание приёмки РУЗН в эксплуатацию оформляется актом ввода устройства в эксплуатацию.

6 ПОРЯДОК ЭКСПЛУАТАЦИИ, ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

6.1 Эксплуатация РУЗН должна проводиться подготовленным электротехническим

персоналом в строгом соответствии с требованиями ПТЭ электрических станций и сетей РФ, руководства по эксплуатации устройства, местными эксплуатационными инструкциями, настоящим регламентом и соблюдением правил по охране труда согласно "Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок".

6.2 РУЗН должны быть постоянно включены.

6.3 В электрических сетях 20 кВ с РУЗН работа с длительным однофазным замыканием на землю не допускается. В этих сетях все отходящие от подстанции линии должны быть оборудованы защитами от замыканий на землю с действием на отключение. Для отключения РУЗН при внутреннем замыкании или существовании замыкания на землю длительностью более номинального времени работы (10 секунд), должны быть установлены соответствующие комплекты релейной защиты. При неправильной работе РЗА от ОЗЗ либо при отказе выключателей присоединений 20 кВ, по истечению номинального времени работы РУЗН при неустраненном ОЗЗ должно быть произведено отключение либо питающего силового трансформатора 220(110)/20 кВ, либо присоединения ТЗН (ФНП), к которому подключено РУЗН.

6.4 При эксплуатации РУЗН должны обеспечиваться уровень напряжения, температура в помещении с РУЗН, температура резистивных элементов. Параметры изоляции должны находиться в пределах установленных норм. Элементы РУЗН должны содержаться в исправном состоянии.

6.5 При осуществлении эксплуатации оборудования РУ должны проводиться визуальные осмотры видимой части РУЗН для проверки целостности конструкции и отсутствия повреждений. Визуальный осмотр РУЗН без их отключения должен проводиться в следующие сроки:

- на объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в 1 сутки; в темное время суток для выявления разрядов, коронирования - не реже 1 раза в месяц;

- на объектах без постоянного дежурства персонала - не реже 1 раза в месяц.

6.6 Температура воздуха внутри помещений ЗРУ с РУЗН в летнее время должна быть не более 40 °С. В случае ее повышения должны быть приняты меры к снижению температуры оборудования или охлаждению воздуха.

6.7 Уборку помещений РУ с РУЗН должен выполнять обученный персонал с соблюдением правил безопасности.

6.8 Возможные неисправности, выявленные при визуальных осмотрах и во время операций по техническому обслуживанию РУЗН, а также способы их устранения приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Возможные неисправности РУЗН и способы их устранения

№№ п.п.	Описание неисправностей	Возможные причины	Указания по установлению и устранению неисправности
1.	Обрыв соединительных проводников	Механические повреждения	Устранить механические повреждения соединительных проводников
2.	Следы перегрева контактных соединений	Ослабление болтовых и сварочных соединений	Подтянуть болтовые соединения, восстановить сварочные соединения
3.	Следы перегрева, повреждения резистивных элементов устройства	Значительное снижение сопротивления РУЗН ниже номинального значения	Заменить неисправные резистивные активные элементы устройства.
4.	Трещины или иные следы повреждений на поверхности изоляторов	Механические повреждения	Заменить изоляторы с неустраняемыми повреждениями
5.	Следы поверхностных разрядов на поверхности изоляторов	Механические повреждения или наличие загрязнений на поверхности изоляторов	1. Удалить загрязнения и следы разрядов с поверхности изоляторов. 2. Заменить изоляторы с повреждениями и неустраняемыми следами от разрядов.
6.	Разрушение цементных швов опорных изоляторов	Разрушение цементных швов изоляторов под действием климатических факторов и окружающей среды	Восстановить цементные швы опорных изоляторов или заменить изоляторы
7.	Сопротивление РУЗН при измерениях не соответствует допустимому значению	1. Обрыв в цепи РУЗН. 2. Изменение сопротивления отдельных резистивных элементов.	1. Проверить цепь РУЗН и восстановить её целостность 2. Проверить сопротивление резистивных элементов и заменить резистивные элементы с сопротивлением несоответствующим допустимому значению
8.	Сопротивление изоляции элемента резистора при измерениях менее 2 МОм	Загрязнение или повреждение изоляции резистивного элемента	Осмотреть изоляцию элемента резистора. Устранить загрязнение (повреждение) изоляции или заменить неисправный элемент резистора
9.	Значение электрической прочности изоляторов РУЗН при испытаниях повышенным напряжением промышленной частоты ниже 50 кВ	Загрязнение или повреждение изоляции резистивного элемента	Осмотреть изоляторы РУЗН. Устранить загрязнение (повреждение) изоляции или заменить неисправный изолятор
10.	Несоответствие параметров трансформатора тока при проведении испытаний по требованиям СО 34.45-51.300-97	1. Механические повреждения конструкции ТТ. 2. Старение изоляции или коррозия обмоток вторичных обмоток трансформатора тока.	Заменить неисправный трансформатор тока

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ РЕЗИСТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ СЕТЕЙ 20 КВ (порядок, объём, периодичность технического обслуживания, измерение параметров)

7.1 Периодичность, вид и состав обслуживания определяется эксплуатационной документацией завода-изготовителя и настоящим регламентом. Периодичность обслуживания должна быть не реже 1 раза в 3 года. Техническое обслуживание РУЗН проводится с отключением устройства от нейтрали сети.

7.2 Рекомендуется в местной инструкции по эксплуатации РУЗН иметь график технического обслуживания в виде таблицы. В строках графика должны быть указаны рекомендуемые операции обслуживания, взятые из руководств по эксплуатации на конкретный тип устройства и учитывающий местные особенности (место расположения – наружное или в помещении, габариты, конструкцию и пр.). В столбцах таблицы должно быть указано следующее: нахождение устройства в работе, тип обслуживания, уровень обслуживания.

Рекомендуемый образец формы графика обслуживания приведен в Приложении 4.

7.3 Виды ремонтов резисторных УЗН сетей 20 кВ, которые производятся в условиях эксплуатации или на предприятии-изготовителе должны быть указаны в руководстве по эксплуатации. В условиях эксплуатации может производиться ремонт или замена присоединительных проводников к заземлителю и нейтрали сети, а также восстановление защитных покрытий, очистка поверхности проходных и опорных изоляторов, ремонт цементных разделок на опорных изоляторах по мере необходимости. В отдельных видах устройств возможна замена токонагреваемых резистивных элементов.

7.4 При техническом обслуживании резисторных УЗН 20 кВ проводятся следующие проверки (измерения параметров), испытания по оценке технического состояния и действия по поддержанию исправного (рабочего) состояния устройств:

7.4.1 Внешний визуальный осмотр РУЗН.

При данной проверке визуально определяется целостность, наличие механических повреждений конструктивных элементов, покрытий резистивных элементов, трансформатора тока, отсутствие повреждений и загрязнений изоляторов, изоляционных элементов, наличие следов перегрева контактных соединений.

Результаты осмотра и выполненных действий по устранению выявленных замечаний заносят в журнал осмотра. Данные о замене изоляторов и других элементов конструкции заносят в паспорт установки.

7.4.2 Очистка изоляции.

При наличии загрязнений на поверхности изоляции выполняется ручная чистка изоляторов от пыли, грязи и прочих наслоений. Очистка изоляторов и изоляционных элементов от пылевых не цементирующихся загрязнений производится чистой сухой ветошью. Удаление цементирующихся загрязнений с поверхности изоляторов необходимо производить с помощью ветоши, смоченной растворителем для данного вида загрязнений с соблюдением мер безопасности по РД 34.51.503-93 “Инструкция по эксплуатации изоляции электроустановок в районах с загрязненной атмосферой”.

7.4.3 Восстановление защитных покрытий металлических частей и цементных швов опорных изоляторов.

Восстановление защитных покрытий металлических частей и цементных швов опорных изоляторов производится по мере необходимости, но не реже 1 раз в 3 года, с помощью атмосферостойких лакокрасочных покрытий, указанных в РЭ на устройство.

7.4.4 Проверка состояния болтовых соединений конструкции РУЗН.

Проверить усилие затяжки болтовых соединений механической конструкции РУЗН и в случае необходимости подтянуть.

7.4.5 Проверка состояния электрической цепи РУЗН, контактных соединений проводников.

Проверяется целостность соединительных проводов (шин), их состояние и сечение, целостность и состояние крепежных узлов. Проводится контроль на отсутствие обрывов электрической цепи соединения резистивных элементов. Проверяется состояние контактных соединений резистивных элементов между собой, с проводниками, идущим к выведенной точки нейтрали сети, к контуру заземления. При необходимости подтянуть болты в контактных соединениях. (Болтовые соединения проверяют усилием затяжки, сварные соединения – ударом молотка).

7.4.6 Измерения электрического сопротивления резистивного УЗН.

Измерения номинального сопротивления резистивного УЗН следует производить после монтажа, при вводе в эксплуатацию, после опробования, при периодическом ТО и после ремонта или замены резистивного элемента.

Измерения сопротивления производится на установке, отключенной от нейтрали сети.

Измерения сопротивления производится с помощью цифрового измерителя сопротивления с классом точности не ниже 0,75 или методом вольтметра-амперметра на постоянном или выпрямленном токе (1-5) А при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Класс точности измерительных приборов не ниже 0,5, коэффициент пульсаций тока не более 0,06.

Сопротивление РУЗН должно соответствовать нормируемому значению.

7.4.7 Измерения сопротивления изоляции резистивных элементов (корпусной изоляции отдельного токонагреваемого резистивного элемента относительно металлических частей его корпуса или корпуса РУЗН), опорных и проходных изоляторов

Данные измерения сопротивления изоляции необходимо производить мегомметром на 2500 В во время монтажа резистивных элементов, изоляторов и при их замене (ремонте). Сопротивление изоляции резистивного элемента должно быть не менее 2 МОм.

7.4.8 Измерение сопротивления изоляции резистора (токонагреваемых элементов в целом) мегомметром на 2500 В производится после монтажа устройства, при вводе его в эксплуатацию, после несоответствия номинала резистора, периодически 1 раз в 10 лет. Сопротивление изоляции резистивного элемента должно быть не менее 2 МОм.

7.4.9 Испытания электрической прочности изоляции (токонагреваемых резистивных элементов относительно корпуса или заземлённого основания) повышенным напряжением промышленной частоты производится в соответствии с ГОСТ 1516.2, ГОСТ 1516.3 и РД 34.45-51.300-97 “Объём и нормы испытаний электрооборудования” производится на установке, отключенной от нейтрали и контура заземления. Величина испытательного напряжения для резистивных УЗН 20 кВ составляет 50 кВ в течение 1 минуты. Испытания производятся при температуре не ниже плюс 5 °С.

Данный вид испытаний производится при вводе резистивного УЗН в эксплуатацию, после ремонта (замены резистивного элемента или изолятора) и периодически 1 раз в 10 лет. Другие интервалы испытаний могут быть предусмотрены в местной инструкции по эксплуатации устройств.

7.4.10 Испытания на нагрев при длительно допустимом токе или максимально допустимом токе производятся по специальному решению при наличии соответствующего испытательного оборудования и обязательном тепловизионном контроле устройства.

8 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ, ХРАНЕНИЮ И УТИЛИЗАЦИИ

8.1 Консервация устройств заземления нейтрали должна производиться по ГОСТ 23216 с учётом указаний ТУ на конкретное устройство. Консервация устройств должна быть рассчитана на срок хранения 3 года.

8.2 Транспортирование устройств может производиться любым видом транспорта.

При транспортировании автомобильным транспортом, в вагонах или контейнерах по согласованию между потребителем и изготовителем (поставщиком) вид упаковки может быть упрощён. При этом должны быть приняты меры против возможных повреждений.

8.3 Условия транспортирования и хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать требованиям ГОСТ 15150 и ГОСТ 23216 и предусматриваться в ТУ на конкретный тип устройства. (Диапазон температур при транспортировании: от минус 50 °С до плюс 50 °С, при хранении – от минус 50 °С до плюс 40 °С.). Хранение устройств должно производиться в упаковке.

8.4 Устройства заземления нейтрали не должны представлять опасности для окружающей среды и здоровья людей после окончания срока службы.

8.5 УЗН не должны содержать драгоценных металлов.

8.6 Детали и узлы устройств не должны содержать и выделять вредных веществ в процессе эксплуатации и хранения.

8.7 При утилизации керамических изделий с разрушением для извлечения металлических частей необходимо принимать меры по предотвращению травм персонала осколками керамики, например, путём помещения их в брезентовые мешки.

8.8 По истечению срока службы (его списания) устройства подлежат утилизации на общепринятых основаниях (разделению на отходы металлические, неметаллические и пр.). Других специальных мер по утилизации устройств требоваться не должно.

9 РАСЧЁТ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТОРНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОПУСТИМОГО ТОКА ОДНОФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТИ 20 КВ

9.1 Величина сопротивления резистора для заземления нейтрали сети 20 кВ определяет ток однофазного замыкания на землю.

9.2 Оптимальная величина сопротивления резистора для заземления нейтрали сети 20 кВ и, соответственно, допустимая величина тока однофазного замыкания на землю должны определяться исходя из следующих критериев:

- обеспечение селективной работы релейной защиты при ОЗЗ и локализации места повреждения;

- снижение перенапряжений при ОЗЗ¹;

¹ Применение низкоомного резистивного заземления нейтрали сетей 20 кВ ОАО «ОЭК» не предполагает перевод рассматриваемых сетей 20 кВ в сети с глухозаземленной или эффективнозаземленной нейтралью. Следовательно, снижение требований к допустимым значениям перенапряжений для применяемого электрооборудования до уровня требований для сетей с глухозаземленной или эффективнозаземленной нейтралью не предполагается.

- обеспечение термической устойчивости оборудования (экранов и жил силовых кабельных линий и пр.);
- обеспечение условий электробезопасности;
- снижение износа оборудования при однофазных замыканиях на землю (сохранения коммутационного ресурса выключателей и т.п.).

Основным критерием выбора сопротивления резистора заземления нейтрали сети 20 кВ, исходя из стратегии развития сетей 20 кВ ОАО «ОЭК», является обеспечение селективной работы релейной защиты на отключение при допустимом токе однофазного замыкания на землю и локализация места повреждения, что обеспечивается при низкоомном заземлении нейтрали сети.

9.3 При заземлении нейтрали сети 20 кВ через оптимальное значение сопротивления должно обеспечиваться значительное снижение (ограничение) тока однофазного замыкания на землю по отношению к току однофазного короткого замыкания на землю (соответствующего режиму глухого либо эффективного заземления нейтрали).

9.4 Для снижения перенапряжений при ОЗЗ сопротивление резистора выбирают из следующих условий.

9.4.1 Снижение перенапряжений при перемежающемся характере горения дуги тока однофазного замыкания на землю:

$$R_N \leq \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot I_C}, \quad (9.1),$$

где U_H – номинальное линейное напряжение сети;

I_C - емкостный ток однофазного замыкания на землю.

9.4.2 Снижение перенапряжений за счёт перевода характера горения дуги тока однофазного замыкания на землю из перемежающегося к устойчивому:

$$R_N \leq \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot (3,5 \div 4) I_C}, \quad (9.2)$$

где I_C - емкостный ток однофазного замыкания на землю.

9.5 Обеспечение селективности и чувствительности срабатывания специальных защит от ОЗЗ.

9.5.1 Обеспечение селективного срабатывания специальных защит от ОЗЗ, выполненных в виде ненаправленной токовой защиты нулевой последовательности на отключение ОЗЗ, может быть осуществлено подключением к нейтрали сети резистора с сопротивлением, вычисляемым по формуле:

$$R_N \leq \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot k_{\text{ч}} \cdot I_{C.3.\text{макс}}}, \quad (9.3)$$

где $k_{\text{ч}} \geq 1, 1 \dots 1, 2$ - коэффициент чувствительности;

$I_{\text{С.З. макс}}$ - максимальный ток срабатывания защиты ОЗЗ;

$$I_{\text{С.З. макс}} = k_{\text{н}} I_{\text{с}}$$

$k_{\text{н}} = 1, 1 \dots 1, 2$ - коэффициент запаса.

9.5.2 При использовании реагирующим органом ненаправленной токовой защитой тока $3I_0$, протекающего по нулевому проводу трехтрансформаторного фильтра ТТ, необходимо осуществлять проверку для отстройки от тока небаланса ТТ $I_{\text{неб}}$:

$$R_{\text{N}} \leq \frac{U_{\text{H}}}{\sqrt{3} \cdot k_{\text{ч}} \cdot k_{\text{н}} \cdot I_{\text{НЕБ}}}, \quad (9.4)$$

где $I_{\text{С.З. макс}} = k_{\text{н}} I_{\text{неб}}$;

$k_{\text{н}} = 1, 1 \dots 1, 2$ - коэффициент запаса;

$I_{\text{неб}}$ – ток небаланса.

Если защита не имеет соответствующей выдержки времени:

$$I_{\text{неб}} = k_{\text{одн}} \varepsilon I_{\text{кз макс}},$$

где $k_{\text{одн}} = 1, 0$ - коэффициент однотипности ТТ;

$\varepsilon = 0, 1$ – предельная относительная погрешность ТТ;

$I_{\text{кз макс}}$ - максимальный ток междуфазного КЗ, который будет протекать по фильтру.

Для обеспечения условия по чувствительности защита от ОЗЗ выполняется с выдержкой времени $\Delta t_{\text{ОЗЗ}}$, превышающей выдержку времени защиты от междуфазных КЗ $\Delta t_{\text{кз}}$ на ступень селективности по времени Δt : $\Delta t_{\text{ОЗЗ}} = \Delta t_{\text{кз}} + \Delta t$.

9.6 Обеспечение термической устойчивости оборудования осуществляется при условии, что ток однофазного замыкания на землю, определяемый сопротивлением резистора для заземления нейтрали, меньше тока термической стойкости оборудования $I_{\text{RN}} < I_{\text{ТЕРМ}}$.

Сопротивление резистора по условию обеспечения термической стойкости оборудования может быть определено по формуле:

$$R_{\text{N}} \geq \frac{U_{\text{H}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{ТЕРМ}}}, \quad (9.5)$$

где $I_{\text{ТЕРМ}}$ - ток термической стойкости оборудования.

Проверка термической стойкости проводится для жил однофазных кабелей и другого оборудования по току трехфазного КЗ ($I^{(3)}$), для экранов однофазных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена: при $\Delta t_{\text{ОЗЗ}} < 0, 1$ с по току однофазного замыкания на

землю $\Gamma^{(1)}$ (при такой выдержке защит возникновение двухфазного (двухместного) замыкания на землю в сети из однофазных кабелей после возникновения первого замыкания на землю в однофазном кабеле мало вероятно); при $\Delta t_{\text{ОЗЗ}} \geq 0,1$ с по току двухфазного короткого замыкания на землю $\Gamma^{(1,1)}$.

9.7 Обеспечение условий по электробезопасности при протекании тока однофазного замыкания на землю через заземляющие устройства выполняется при величине сопротивления резистора:

$$R_{N\phi} \geq \frac{U_H}{I_{N\phi} \cdot \sqrt{3}}, \quad (9.6)$$

где $I_{N\phi} = U_3/R_3$ - допустимый ток однофазного замыкания на землю по условию электробезопасности;

U_3 - допустимое напряжение на заземляющем устройстве соответствующее предельно допустимому значению напряжения прикосновения для определенной продолжительности воздействия замыкания;

R_3 - сопротивление заземляющего устройства ПС.

Для обеспечения условий по электробезопасности величина тока однофазного замыкания на землю должна быть по возможности минимальной исходя из условий выбора по другим критериям, либо электробезопасность должна обеспечиваться применением специальных дополнительных мероприятий.

При выполнении условий 9.1-9.6 номинал резистора может выбираться таким образом, чтобы ток, создаваемый им в точке ОЗЗ, был примерно равен фазному рабочему току самого мощного присоединения: $I_{R_N} \equiv I_{\text{фид. max}}$

Для исключения выноса высокого потенциала на трансформаторные подстанции и в сеть 0,4 кВ при двухстороннем заземлении экранов кабельных линий 20 кВ рекомендуется использовать предлагаемое в ГОСТ Р 50571.18-2000 (МЭК 60364-4-442-93) Ч.4 разделение заземлителей высоковольтных и низковольтных частей ПС.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(справочное)

Термины и определения

Дуговое замыкание на землю – замыкание на землю, сопровождающееся горением дуги в месте повреждения.

Дуговое перенапряжение – перенапряжение, возникающее в сети при неустойчивом горении дуги в месте повреждения.

Заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством. [ПУЭ]

Заземлитель – проводящая часть или совокупность соединённых между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землёй непосредственно или через промежуточную проводящую среду. [ПУЭ]

Заземляющий проводник – проводник, соединяющий заземлённую часть (точку) с заземлителем. [ПУЭ]

Заземляющее устройство – совокупность заземлителя и заземляющих проводников. [ПУЭ]

Защитное заземление – заземление, выполняемое в целях электробезопасности. [ПУЭ]

Рабочее (функциональное) заземление – заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки (сети), выполняемое для обеспечения работы электроустановки (сети) (не в целях электробезопасности). [ПУЭ]

Режим заземления нейтрали сети – способ эксплуатации нейтрали сети (изолированная нейтраль или нейтраль с подключенным оборудованием, изменяющий характер и величину тока однофазного замыкания на землю).

Глухозаземлённая нейтраль – нейтраль трансформатора или генератора, присоединённая непосредственно к заземляющему устройству. [ПУЭ]

Изолированная нейтраль – нейтраль трансформатора или генератора, не присоединённая к заземляющему устройству или присоединённая к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств. [ПУЭ]

Резистивное заземление нейтрали сети – преднамеренное электрическое соединение нейтрали источника питания или специального нейтралеобразующего трансформатора с заземляющим устройством через активное сопротивление с целью подавления

перенапряжений и феррорезонансных явлений при однофазном замыкании на землю и для повреждённого присоединения.

Высокоомное резистивное заземление нейтрали сети – резистивное заземление нейтрали, выполненное с целью ограничения перенапряжений при ОДЗ и феррорезонансных явлений обеспечивающее длительную работу сети с однофазным замыканием на землю (на время поиска и отключения повреждённого присоединения оперативным персоналом).

Низкоомное резистивное заземление нейтрали сети – резистивное заземление нейтрали, выполняемое с целью ограничения дуговых перенапряжений и быстрого отключения однофазного замыкания на землю.

Нейтраль – общая точка соединённых в звезду фазных обмоток (элементов) электрооборудования. [ГОСТ 24291-90]

Резонансное заземление нейтрали – заземление нейтрали, при котором индуктивный ток в ДГР равен ёмкостному току сети.

Коэффициент замыкания на землю – отношение наибольшего фазного напряжения в месте металлического замыкания на землю к напряжению в той же точке при отсутствии замыкания. [ГОСТ 24291-90]

Перенапряжение в электротехническом изделии (устройстве) - напряжение между двумя точками электротехнического изделия (устройства), значение которого превосходит наибольшее рабочее значение напряжения. [ГОСТ 18311-80]

Переходный процесс (в электрической цепи) – электромагнитный процесс, возникающий в электрической цепи при переходе от одного установившегося режима к другому.[ГОСТ Р 52002-2003]

Проверка - эксплуатационный контроль системы (элемента) с целью установления их работоспособного или неработоспособного состояния и выявления неисправностей.

Ремонт - комплекс операций по восстановлению работоспособного или исправного состояния объекта (систем и элементов) и/или восстановление его ресурса.

Риск – сочетание вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений.

Техническое обслуживание - комплекс операций по поддержанию работоспособности и исправности объекта (систем и элементов) при использовании по назначению, в режиме ожидания, при хранении и транспортировании.

Техническое состояние – совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризуемая в определённый момент признаками, установленными технической документацией на этот объект.

Устройство заземления нейтрали – заземляющее устройство, используемое для соединения нейтральной точки системы электрических проводников с землёй.

Примечание – Устройство может состоять из резистивного, индуктивного или емкостного элемента, или из комбинации этих элементов [по IEEE Std 32-1972].

Резистивное устройство заземления нейтрали – устройство заземления нейтрали, главным элементом которого является активное сопротивление.

Номинальное рабочее время устройства заземления нейтрали - время, в течение которого устройство выдерживает номинальное рабочее напряжение при стандартных условиях эксплуатации, без нарушения ограничений, установленных нормативными документами на устройство заземления (ТУ, РЭ и т.п).

Номинальное рабочее напряжение резистивного устройства заземления нейтрали – напряжение (действующее значение) между выводами резистивного устройства заземления нейтрали, равное номинальному фазному напряжению электрических сетей, для работы в которых предназначено устройство.

Номинальный ток резистивного устройства заземления нейтрали в режиме однофазного замыкания на землю – ток (действующее значение) через резистивное устройство заземления нейтрали при приложении к нему номинального рабочего напряжения устройства в условиях однофазного замыкания на землю в сети, в нейтраль которой устройство подключено.

Феррорезонансные явления – перенапряжения и сверхтоки в обмотках измерительных трансформаторов напряжения, возникающие в результате насыщения их магнитопроводов и соблюдения существования резонансных условий в схеме, содержащей ёмкость электрооборудования сети и индуктивности намагничивания трансформаторов напряжения.

Фильтр нулевой последовательности (нейтраллер) – устройство для присоединения дугогасящего реактора или резистора к трёхфазной сети при невыведенном узле главного питающего трансформатора электрической сети.

Эксплуатация – стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. [ГОСТ 25866-83]

Примечание – Эксплуатация изделия включает в себя в общем случае использование по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт.

Техническая эксплуатация – часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт изделия. [ГОСТ 25866-83]

Эксплуатационные условия - установленные проектом условия по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и техническому обслуживанию систем (элементов), необходимые для работы без нарушения эксплуатационных пределов. [ГОСТ 25866-83]

Электрическая сеть – совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории. [ПУЭ]

Электрическая цепь – совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, электрическом токе и электрическом напряжении. [ГОСТ Р 52002-2003]

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(справочное)

Условные обозначения и сокращения

ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ

$I^{(1)}$ - ток однофазного замыкания на землю;

$I^{(1,1)}$ - ток двухфазного короткого замыкания на землю;

$I^{(3)}$ – ток трехфазного КЗ;

$I_{кз\ max}$ - максимальный ток междуфазного КЗ;

$I_{неб}$ – ток небаланса;

$I_{с.з.\ макс}$ - максимальный ток срабатывания защиты ОЗЗ;

I_C - емкостный ток однофазного замыкания на землю;

$I_{фид\ max}$ - фазной рабочий ток самого мощного присоединения секции;

$I_{ТЕРМ}$ - ток термической стойкости оборудования;

I_{R_N} - ток создаваемый резистором устройства заземления нейтрали;

$I_{N\ э}$ - допустимый ток однофазного замыкания на землю по условию электробезопасности;

$k_{одн}$ - коэффициент однотипности ТТ;

k_n - коэффициент запаса;

$k_ч$ - коэффициент чувствительности;

ε – предельная относительная погрешность ТТ;

$\Delta t_{\text{озз}}$ - выдержка времени защиты от ОЗЗ;

$\Delta t_{\text{кз}}$ - выдержка времени защиты от медуфазных КЗ;

Δt - ступень селективности по времени;

$U_{\text{н}}$ – номинальное линейное напряжение сети;

U_3 - допустимое напряжение на заземляющем устройстве соответствующее предельно допустимому значению напряжения прикосновения для определенной продолжительности воздействия замыкания;

R_3 - сопротивление заземляющего устройства ПС;

R_{N} - сопротивление резистора устройства заземления нейтрали;

$R_{\text{N}3}$ - сопротивление резистора устройства заземления нейтрали, определяемое по условию электробезопасности.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АВР – автоматическое включение резерва;

ЗРУ – закрытое распределительное устройство;

ЗУ – заземляющее устройство;

ИИ – извещение об изменении;

ИМ – инструкция по монтажу;

КЗ – короткое замыкание;

КЛ – кабельная линия;

КРУ – комплектное распределительное устройство;

ОДЗ – однофазное дуговое замыкание;

ОЗЗ – однофазное замыкание на «землю»;

ОПН – ограничитель перенапряжений нелинейный;

ПС – подстанция;

ПТЭ – правила технической эксплуатации;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

РЗиА – релейная защита и автоматика;

РП – распределительный пункт;

РУ – распределительное устройство;

РУЗН – резистивное устройство заземления нейтрали;

УЗН - устройство заземления нейтрали;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СМК- система менеджмента качества;
 СП – соединительный пункт;
 СПЭ – сшитый полиэтилен;
 ТЗН – трансформатор заземления нейтрали;
 ТО – техническое обслуживание;
 ТП – трансформаторный пункт;
 ТТ – трансформатор тока;
 ТУ – технические условия;
 ФНП – фильтр нулевой последовательности;
 ЦП – центральный пункт;
 ЭД – эксплуатационная документация.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(справочное)

Определение мощности нейтралеобразующего трансформатора для подключения резистора в сети 20 кВ

Расчет мощности специального нейтралеобразующего трансформатора (трансформатора для заземления нейтрали) выполнен исходя из стойкости трансформаторов при коротких замыканиях. ГОСТ Р 52719–2007 «Трансформаторы силовые, общие технические условия» устанавливает требования в части стойкости при коротких замыканиях.

Допустимая продолжительность протекания тока менее наибольшего установившегося тока короткого замыкания в соответствии с ГОСТ Р 52719–2007 регламентируется следующим образом:

$$t_{пред} = t_{к\max} \frac{I_{к\max}^2}{I^2}, \quad (ПЗ.1)$$

где $t_{к\max}$ – допустимая продолжительность КЗ при протекании наибольшего установившегося тока КЗ, равная 4 с;

$I_{к\max}$ – наибольший установившийся ток КЗ, А;

I – ток, протекающий через обмотки трансформатора, менее наибольшего установившегося тока КЗ, А.

При этом наибольший установившийся ток КЗ в двухобмоточных трансформаторах согласно ГОСТ Р 52719–2007 рассчитывается по формуле:

$$I_k = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3}(Z_T + Z_C)}, \quad (ПЗ.2)$$

где $U_{ном}$ – номинальное линейное напряжение ответвления трансформатора, В;
 Z_T – фазное сопротивление КЗ, отнесенное к рассматриваемой обмотке и ответвлению, Ом;

Z_C – фазное сопротивление КЗ сети, Ом.

Сопротивление КЗ сети согласно ГОСТ Р 52719–2007 не учитывается для трансформаторов мощностью менее 3,15 МВА, если оно составляет не более 5% сопротивления КЗ трансформатора.

Сопротивление КЗ трансформатора согласно ГОСТ Р 52719–2007, рассчитывается по формуле:

$$Z_T = \frac{u_k \cdot U_{ном}^2}{100 \cdot S_{ном}}, \quad (ПЗ.3)$$

где u_k – напряжение короткого замыкания трансформатора, %;

$S_{ном}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА.

Преобразуем формулу (ПЗ.3) для расчета мощности трансформатора, МВА:

$$S_{расч} = \frac{u_k \cdot U_{ном}^2}{100 \cdot Z_T}, \text{ МВА} \quad (ПЗ.4)$$

где u_k – в процентах (%); $U_{ном}$ – в кВ.

Фазное сопротивление КЗ трансформатора рассчитаем, преобразуя формулу (ПЗ.2) с учетом того, что $Z_C = 0$:

$$Z_T = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3}I_{к\max}}, \text{ Ом} \quad (ПЗ.5)$$

При этом наибольший установившийся ток КЗ при преобразовании формулы (ПЗ.1) составит:

$$I_{к\max} = \sqrt{\frac{t_{пред}}{t_{к\max}}} I^2, \text{ А} \quad (ПЗ.6)$$

где $t_{пред}$ – равняется номинальному времени работы резистора в режиме ОЗЗ (сек);

I – равняется трети номинального тока резистора (А).

Пример расчета

Для заземления нейтрали сети 20 кВ используется резистор со следующими характеристиками:

- номинальное сопротивление – 12 Ом;
- номинальное напряжение – 20 кВ;
- номинальный ток – 1000 А;
- номинальное время работы в режиме ОЗЗ – 10 с.

Для организации нейтральной точки планируется использовать трехфазный сухой трансформатор со схемой соединения обмоток У_н/Д-11. ГОСТ Р 54827–2011 «Трансформаторы сухие, общие технические условия» устанавливает требования и правила приемки в части стойкости при коротких замыканиях в соответствии с ГОСТ Р 52719–2007 «Трансформаторы силовые, общие технические условия».

В соответствии с формулами (ПЗ.4), (ПЗ.5) и (ПЗ.6) выполнены расчеты мощности нейтралеобразующего трансформатора. Результаты расчетов сведены в таблицу ПЗ.1.

Таблица ПЗ.1 – Расчет мощности нейтралеобразующего трансформатора

$U_{ном}$, кВ	u_k , %	$t_{кmax}$, с	$t_{пред}$, с	$I_{рез}$, А	I , А	$I_{Кmax}$, А	Z_T , Ом	$S_{расч}$, МВА
20	8	4	10	1000	333,3	527,1	21,91	1,4606

Ближайшая большая типовая мощность нейтралеобразующего трансформатора составляет 1600 кВА.

Для организации нейтральной точки может быть использован трансформатор типа ТСЗФ–1600/20 У3 У_н/Д-11 трехфазный сухой производства ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» (производится по специальному заказу).

Так как трансформатор обладает собственными активным и индуктивным сопротивлениями по нулевой последовательности, ток через резистор в режиме ОЗЗ будет несколько меньше его номинального тока. Это следует учитывать при выборе уставок токовых защит от замыкания на землю.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

(рекомендованное)

Рекомендуемый образец формы графика обслуживания

Рекомендуемый график обслуживания резисторных устройств заземления нейтрали приведен в таблице П4.1 Пересечение строки и столбца указывает тип и периодичность данной операции обслуживания и обозначается, например, крестиком (X). Операция

обслуживания, которая выполняется по необходимости, обозначается, например, звёздочкой (*).

Таблица П4.1 - Рекомендуемый график обслуживания резисторных устройств заземления нейтрали

Система (элемент устройства)	Операция обслуживания	Работа устройства	Тип				Уровень обслуживания						
			Осмотр	Испытание	Очистка	Замена/Ремонт	Ввод в эксплуатацию	После ввода в эксплуатацию (через 1000 ч/0,25 года)	Уровень 1 (через 5000 ч/1 год)	Уровень 2 (через 15000 ч/3 года)	Уровень 3 (через 50000 ч/10 лет)		
Устройство в целом	Устройство в целом: наличие повреждений, надёжность креплений, надёжность контактных соединений, целостность и чистота изоляторов и антикоррозионных покрытий, соответствие проводников заземления и присоединения к нейтрали, соответствие типа и конструкции		X				X						X
	Состояние ограждения, защитные покрытия, экранов, плакатов с предупреждениями по правилам охраны труда		X			X	X	*	*	*			X
	Доступ для технического обслуживания устройства		X				X						
	Номинальное сопротивление УЗН			X	X	X	*	*	*				X
	Номинальные сопротивления токопроводящих нагреваемых элементов			*	X	X							*
	Условия эксплуатации и чистота		X				X	*	*	*			*
	Наружная температура (внутри и вне помещения)	X		X			X	X	X	X			X
	Состояние изоляторов	X	X		X		X	*	*	*			X
	Состояние проводников заземления и присоединения к нейтрали		X				X			*			X
	Сопротивление изоляции токопроводящих нагреваемых элементов (активных частей) относительно проводящих элементов корпуса			X		X	X			*			X
	Испытания на нагрев при длительно допустимом токе		X	*			*						*
Тепловизионный контроль			X		X	X	*		*			X	
Трансформатор тока	Соответствие и состояние трансформатора тока		X		X		X			*		X	
	Измерение параметров трансформатора тока в соответствии с СО 34.45-51.300-97 (сопротивление изоляции, сопротивление обмоток постоянному току, испытания повышенным напряжением и др.)			X			*					X	
	Состояние вторичных цепей трансформатора тока		*	X	X		X			*		X	
	Тепловизионный контроль трансформатора тока					X	X					X	

Примечания

1. График обслуживания может быть изменён с учётом местных особенностей эксплуатации и конкретных типов устройств.
2. Объём операций проверок и технического обслуживания РУЗН после аварийных ситуаций определяется местными инструкциями или распоряжением технического руководителя организации владельца РУЗН.

ЛИСТ ОЗНАКОМЛЕНИЯ

№ п/п	ФИО сотрудни ков	Ознакомление с документом		Ознакомление с ИИ									
				ИИ №__ от____		ИИ №__ от____		ИИ №__ от____		ИИ №__ от____		ИИ №__ от____	
		Дата	Подпись	Дата	Подпись	Дата	Подпись	Дата	Подпись	Дата	Подпись	Дата	Подпись

Примечание:

В случае внесения изменений в документ СМК распорядительным документом (приказ, распоряжение), то указывается номер и дата распорядительного документа.

Если в документ СМК внесено более 5 (пяти) ИИ, то для ознакомления с ИИ распечатывается новый лист ознакомления.