ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70592— 2022

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Дифференциальная защита линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше. Испытания

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 декабря 2022 г. № 1597-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения и сокращения 3
3.1 Термины и определения 3
3.2 Сокращения 3
4 Требования к испытаниям устройств дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше 3
Приложение А (обязательное) Методика проведения испытаний микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978 7
Библиография 39

Введение

Согласно пункту 140 правил [1] для обеспечения надежности и живучести энергосистемы и предотвращения повреждения линий электропередачи и оборудования все линии электропередачи, оборудование объектов электроэнергетики, энергопринимающие установки, входящие в состав энергосистемы, независимо от класса напряжения должны быть оснащены устройствами релейной защиты и автоматики.

Общие требования к оснащению и принципам функционирования устройств релейной защиты и автоматики установлены требованиями [2].

Основные функциональные требования к микропроцессорным устройствам релейной защиты и автоматики, реализующим функции релейной защиты определенных видов, установлены серией национальных стандартов Российской Федерации «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Функциональные требования». Настоящий стандарт разработан в развитие вышеуказанных нормативных правовых актов и национальных стандартов и направлен на подтверждение соответствия микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, содержащих функцию дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше, требованиям ГОСТ Р 58978.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Дифференциальная защита линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше. Испытания

United power system and isolated power systems. Relay protection and automation. Differential protection of power lines at voltage 330 kV and above. Testing

Дата введения — 2023—02—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает порядок и методику проведения испытаний микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, содержащих функцию дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше (далее — устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше) для подтверждения соответствия указанных устройств требованиям ГОСТ Р 58978 в части реализации в них функции дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше.

1.2 Настоящий стандарт не определяет порядок и методику испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в части:

- работы устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше различных производителей или различных версий алгоритмов функционирования устройства ДЗЛ;
- функционирования ступенчатых защит с возможностью приема и передачи команд телеотключения и телеускорения в составе устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- соответствия требованиям к работе таких устройств в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока.

Порядок и методика проведения испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на соответствие требованиям:

- к работе ступенчатых защит с возможностью приема и передачи команд телеотключения и телеускорения в составе устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше аналогичны порядку и методике проведения испытаний устройств дистанционных и токовых защит линий электропередачи и оборудования классом напряжения 330 кВ и выше;
- работе в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока, приведены в ГОСТ Р 70358.

1.3 Требования настоящего стандарта предназначены для организаций, осуществляющих деятельность по разработке, изготовлению, созданию, модернизации устройств релейной защиты и автоматики, разработке алгоритмов функционирования устройств релейной защиты и автоматики, системного оператора и субъектов оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах, субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, владеющих на праве собственности или ином законном основании объектами по производству электрической энергии, объектами электросетевого хозяйства и (или) энергопринимающими установками, входящими в состав электроэнергетической системы или присоединяемыми к ней, проектных и научно-исследовательских организаций.

Издание официальное

1.4 Требования настоящего стандарта следует учитывать при проведении испытаний микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики для оценки их соответствия функциональным требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 58978.

1.5 Требования настоящего стандарта не распространяются на аппаратуру, применяемую для организации каналов связи между устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше.

1.6 Требования настоящего стандарта не распространяются (за исключением случаев, указанных в абзаце четвертом настоящего пункта) на устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в случае, если такие устройства:

- установлены на объектах электроэнергетики до вступления в силу настоящего стандарта;
- подлежат установке на объектах электроэнергетики в соответствии с проектной (рабочей) документацией на создание (модернизацию) устройств релейной защиты и автоматики, согласованной и утвержденной в установленном порядке до вступления в силу настоящего стандарта.

Для указанных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше выполнение требований настоящего стандарта должно быть обеспечено при модернизации полукомплектов ДЗЛ со всех сторон ЛЭП (в случае технической возможности) посредством установки версии алгоритма функционирования, успешно прошедшей испытания и проверку на соответствие требованиям настоящего стандарта, или при замене полукомплектов ДЗЛ со всех сторон ЛЭП.

Примечание — Для целей настоящего пункта под технической возможностью понимается совпадение типа (марки) модернизируемого устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше с типом (маркой) устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, успешно прошедшего испытания и проверку на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978.

1.7 Настоящий стандарт не устанавливает требований к порядку и методике испытаний аналоговых и дискретных входов (выходов), электромагнитной совместимости, изоляции, заявленных условий эксплуатации, оценке выполнения требований пожарной безопасности, электробезопасности, информационной безопасности, на соответствие иным функциональным требованиям, не установленных ГОСТ Р 58978, а также требований к объемам сервисного обслуживания, объему заводских проверок, оперативному и техническому обслуживанию устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 58601 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Автономные регистраторы аварийных событий. Нормы и требования

ГОСТ Р 58886 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Дистанционная и токовые защиты линий электропередачи и оборудования классом напряжения 330 кВ и выше. Функциональные требования

ГОСТ Р 58978—2020 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Дифференциальная защита линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше. Функциональные требования

ГОСТ Р 70358 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Требования к работе устройств релейной защиты линий электропередачи классом напряжения 110 кВ и выше в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока

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

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 58978, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **номер версии алгоритма функционирования (устройства ДЗЛ):** Индивидуальный цифровой, буквенный или буквенно-цифровой набор (номер), в том числе входящий в состав номера версии программного обеспечения устройства ДЗЛ, отличающий указанную версию алгоритма функционирования ДЗЛ от других версий и подлежащий изменению при внесении изменений в алгоритм функционирования ДЗЛ (включая изменения, вносимые при модификации, иной переработке или адаптации алгоритма функционирования ДЗЛ).

3.1.2 **номер версии программного обеспечения (устройства ДЗЛ):** Индивидуальный цифровой, буквенный или буквенно-цифровой набор (номер), отличающий данную модификацию программного обеспечения устройства ДЗЛ от других версий.

3.1.3 **программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени:** Программно-аппаратный комплекс, предназначенный для создания математической модели энергосистемы, расчета параметров электроэнергетического режима энергосистемы при заданных возмущающих воздействиях и обеспечивающий физическое подключение испытываемого (проверяемого) устройства релейной защиты и автоматики к математической модели энергосистемы и получения устройством релейной защиты и автоматики данных о параметрах режима в режиме реального времени.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

БНН — блокировка при неисправности в цепях напряжения;
ДЗЛ — дифференциальная защита линии;
ЛЭП — линия электропередачи;
КЗ — короткое замыкание;
КСЗ — комплект ступенчатых защит;
ОАПВ — однофазное автоматическое повторное включение;
ОМП — определение места повреждения на линии электропередачи;
ПАК РВ — программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени;
ПК — программный комплекс;
ПО — пусковой или отключающий орган;
РАС — регистратор аварийных событий;
РЗА — релейная защита и автоматика;
ТН — измерительный трансформатор напряжения;
ТТ — измерительный трансформатор тока;
УКЕТ — устройство компенсации емкостных токов;
ЭДС — электродвижущая сила.

4 Требования к испытаниям устройств дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше

4.1 Для проверки выполнения функциональных требований к устройствам ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, установленных ГОСТ Р 58978, следует проводить испытания.

4.2 Результаты испытаний на соответствие функциональным требованиям к устройствам ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ, установленным в ГОСТ Р 58978 (далее — испытания), распространяются на конкретную версию алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, непосредственно прошедшую проверку выполнения указанных требований.

При изменении версии программного обеспечения устройства ДЗЛ, не приводящем к изменению версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, ранее прошедшего испытания, проводить повторные испытания не требуется.

При изменении версии программного обеспечения устройства ДЗЛ, приводящем к изменению версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, ранее прошедшего испытания, необходимо проводить повторные испытания.

В случае изменения версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, прошедшего испытания, необходимо проводить повторные испытания.

4.3 Испытания устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше следует проводить в соответствии с методикой проведения испытаний микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978 согласно приложению А, с использованием ПАК РВ.

4.4 Для проведения испытаний устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше организация (испытательная лаборатория, испытательный центр), проводящая испытания (далее — организация, осуществляющая испытания), должна:

- быть оснащена соответствующей производственно-технической базой (техническими средствами), необходимой для проведения испытаний, включая математическую модель энергосистемы, созданную с применением ПАК РВ в составе тестовой схемы с характеристиками, требуемыми для проведения испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в соответствии с приложением А;
- обеспечить независимость и достоверность результатов испытаний, в том числе исключить вмешательство работников и иных представителей лица, по инициативе которого проводятся испытания, в ход проведения испытаний, регистрацию проводимых опытов и влияние на их результаты.

4.5 Указанные в 4.4 требования являются минимально необходимыми. В случаях, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации, или по решению производителя устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, собственника или иного законного владельца объекта электроэнергетики, на котором планируется к установке (установлено) устройство ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, или иного лица, заинтересованного в проведении испытаний (далее — владелец устройства), к организации, осуществляющей испытания, могут предъявляться дополнительные требования, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации или владельцем устройства соответственно.

4.6 Испытания следует проводить по программе, разработанной в соответствии с приложением А.

4.7 Для проведения испытаний владельцем устройства должны быть представлены следующие документы и информация:

- руководство (инструкция) по эксплуатации устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, включающее техническое описание с обязательным указанием типа (марки), номера версии алгоритма функционирования и номера версии программного обеспечения, области применения, функционально-логические схемы с описанием алгоритмов работы устройства, а также инструкция по наладке, техническому обслуживанию и эксплуатации устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- номер версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- номер версии программного обеспечения устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- методика расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- параметры настройки и, при необходимости, схемы дополнительной логики, устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше для проведения испытаний, а также обоснование их выбора.

Примечание — При подготовке параметров настройки владельцем устройства необходимо:

1) дополнительно предоставить параметры настройки ОАПВ;

2) учитывать рекомендации по выбору уставок, приведенные в А.5.2.3—А.5.2.5, а также в А.5.2.6, перечисление г), приложения А.

4.8 Для проведения испытаний владелец устройства передает организации, осуществляющей испытания, два полукомплекта ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, аппаратуру для организации канала связи между полукомплектами защиты и согласовывает схемы их подключения к тестовой модели энергосистемы (к интерфейсным блокам ПАК РВ).

Примечание — Для организации канала связи должна использоваться аппаратура, рекомендованная производителем РЗА или соответствующая предъявляемым им техническим требованиям.

4.9 Результаты испытаний оформляют в виде протокола. Протокол испытаний должен быть подписан всеми участниками испытаний и утвержден уполномоченным должностным лицом организации, осуществляющей испытания.

4.10 Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- наименование и адрес производителя и владельца (если владелец не является производителем) устройства;
- наименование и адрес организации, проводившей испытания;
- номер и дату протокола испытаний, нумерацию каждой страницы протокола, а также общее количество страниц;
- дату (период) проведения испытаний;
- место проведения испытаний;
- перечень лиц, принявших участие в испытаниях;
- ссылку на требования ГОСТ Р 58978, на соответствие которым проведены испытания;
- программу испытаний;
- описание устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, номинальные параметры, номер версии программного обеспечения и номер версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, структурную схему алгоритма функционирования и ее описание с учетом внесенных при испытаниях изменений;
- описание тестовой модели энергосистемы, на которой проводились испытания;
- параметры ПАК РВ (тип, модель, заводской номер);
- параметры настройки (уставки) устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше с обоснованием их выбора, представленные владельцем устройства;
- скорректированные параметры настройки устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, при которых проводились испытания (в случае если такие параметры были изменены по сравнению с первоначально выбранными параметрами настройки) с приложением обоснования корректировки;
- протокол документальной проверки устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- результаты проведенных функциональных испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на тестовой модели энергосистемы, содержащие материалы (осциллограммы, отражающие все входные и выходные аналоговые и дискретные сигналы, подаваемые в устройство и принимаемые от устройства, а также информацию о внутренних вычисляемых переменных и сигналах, журналы срабатываний испытываемых устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, данные автономного РАС или встроенных средств осциллографирования и регистрации аварийных событий ПАК РВ (далее — РАС ПАК РВ) и т. п.), достаточные для оценки правильности функционирования испытываемых устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в каждом из проведенных опытов;
- оценку правильности функционирования устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в каждом из проведенных опытов и выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров, характеристик данных устройств требованиям ГОСТ Р 58978, в том числе отдельно по каждому проверяемому параметру, характеристике.

4.11 В протоколе испытаний не допускается помещать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытанного устройства ДЗЛ и (или) алгоритма его функционирования.

Содержащиеся в протоколе испытаний выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше требованиям ГОСТ Р 58978 должны носить безусловный, констатирующий характер. Не допускается включение в протокол испытаний выводов о соответствии параметров испытанного устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше и (или) алгоритма его функционирования требованиям ГОСТ Р 58978 в сослагательном наклонении или при условии реализации определенных мер.

4.12 Устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше считаются успешно прошедшими испытания, если по результатам оценки правильности функционирования данных устройств в каждом из проведенных опытов сделан вывод о соответствии всех проверяемых параметров, характеристик устройства требованиям ГОСТ Р 58978.

4.13 Информация о результатах испытаний с указанием наименования, типа устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, номера версии программного обеспечения и алгоритма функционирования, в отношении которого проводились испытания (далее — информация о результатах испы-

таний), и приложением копии протокола испытаний должна быть направлена владельцем устройства (уполномоченным им лицом) субъекту оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.

Информация о результатах испытаний (протокол испытаний) должна храниться у владельца устройства.

В случае если испытания проводились по инициативе производителя устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, информация о результатах испытаний (протокол испытаний) должна предоставляться им субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии, владеющим на праве собственности или ином законном основании объектами по производству электрической энергии объектами электросетевого хозяйства и (или) энергопринимающими установками, входящими в состав электроэнергетической системы или присоединяемыми к ней, при проведении закупочных процедур для подтверждения соответствия устройств требованиям настоящего стандарта.

4.14 Информация о результатах испытаний, полученная субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в соответствии с 4.13, должна систематизироваться и размещаться на официальном сайте субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике или ином общедоступном ресурсе в сети Интернет.

Приложение А
(обязательное)

Методика проведения испытаний микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978

А.1 Область применения

Методику следует применять при проведении испытаний микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше для проверки на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978.

А.2 Этапы подготовки и проведения испытаний устройств ДЗЛ

А.2.1 Испытания устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше должны проводиться с использованием ПАК РВ.

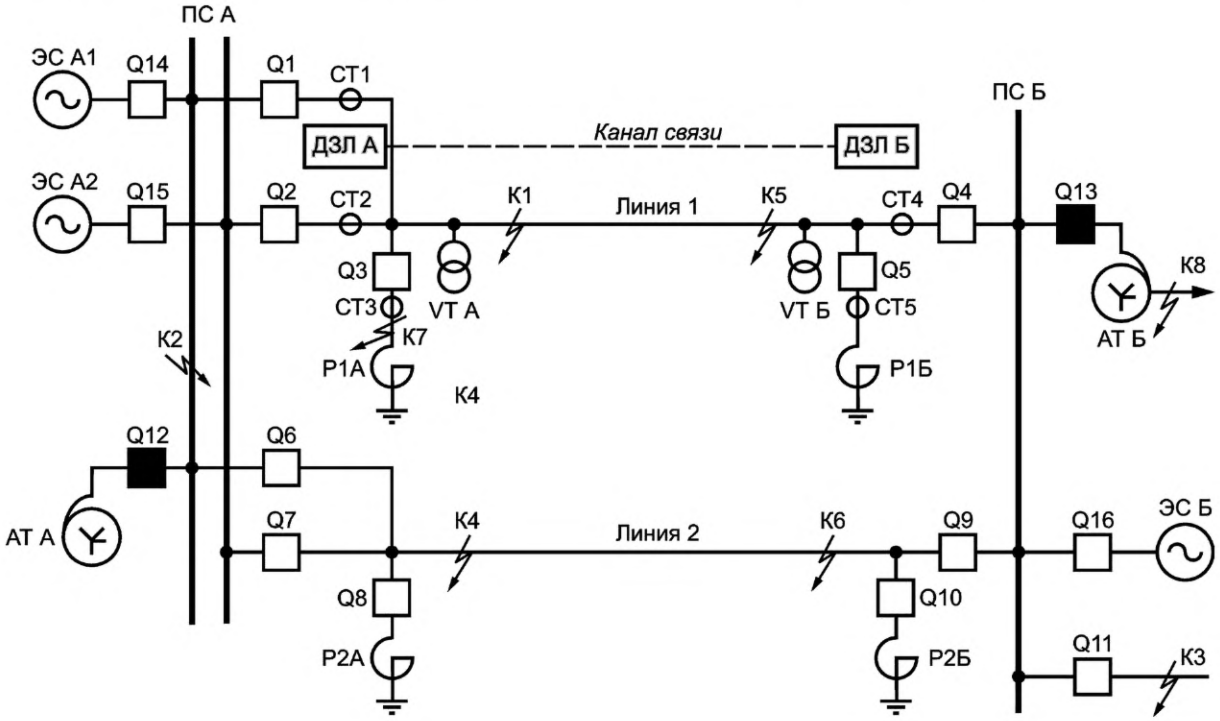
А.2.2 Испытания должны содержать следующие этапы:

- сборку тестовой модели энергосистемы;
- выставление в устройствах ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, предоставленных владельцем устройства параметров настройки для тестовой модели энергосистемы;
- подключение устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше к ПАК РВ, а также при необходимости к автономному РАС;
- организацию канала связи между испытуемыми устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- проведение испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в соответствии с программой испытаний с регистрацией всех опытов;
- анализ результатов испытаний;
- подготовку протокола испытаний с заключением.

А.3 Сборка тестовой модели энергосистемы

А.3.1 Тестовая модель энергосистемы должна быть собрана в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.1 (далее под нормальной схемой тестовой модели понимается схема, изображенная на рисунке А.1).

ТН линии 1 (VTA, VTБ) моделируются, используя схему, изображенную на рисунке А.2.



АТ — автотрансформатор; К — место КЗ; ПС — подстанция; Р — шунтирующий реактор; ЭС — энергосистема; СТ — трансформатор тока; VT — трансформатор напряжения; Q — выключатель

Рисунок А.1 — Схема тестовой модели энергосистемы

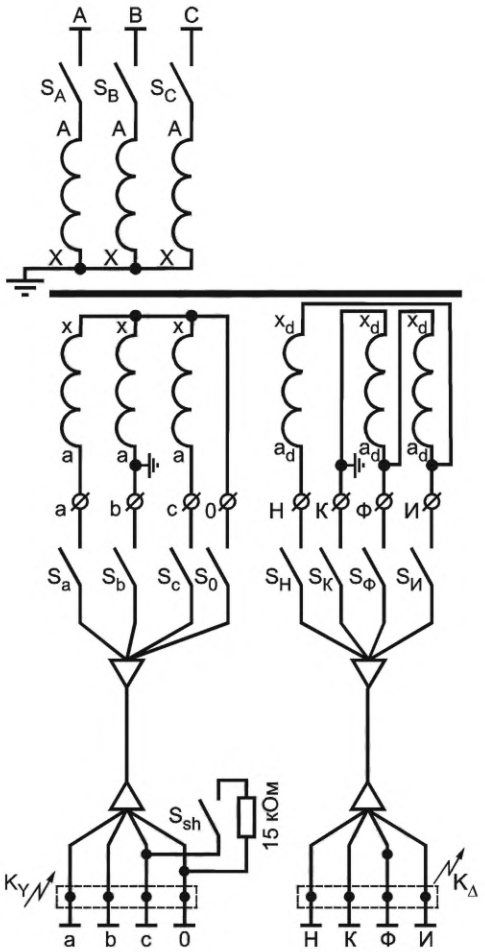


Рисунок А.2 — Схема ТН

А.3.2 Параметры элементов тестовой модели энергосистемы должны соответствовать параметрам, приведенным в таблицах А.1—А.3.

Таблица А.1 — Параметры элементов испытательной модели

Элемент	Параметр	Значение
Энергосистема 1 со стороны ПС А (ЭС А1)	Активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом	0,4252
	Реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом	26,7214
	Активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом	0,5246
	Реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом	32,9734
	ЭДС, кВ	523
	Угол φ, град	0
Энергосистема 2 со стороны ПС А (ЭС А2)	Активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом	0,4252
	Реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом	26,7214
	Активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом	0,5246
	Реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом	32,9734
	ЭДС, кВ	523
	Угол φ, град	0

Окончание таблицы А.1

Элемент	Параметр	Значение
Энергосистема со стороны ПС Б (ЭС Б)	Активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом	0,6339
	Реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом	39,8295
	Активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом	0,5097
	Реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом	32,027
	ЭДС, кВ	474
	Угол φ, град	-30
Параметры Линий 1, 2 (ВЛ 500 кВ)	Длина L, км	151,88
	Удельное активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом/км	0,01967
	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом/км	0,2899
	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом/км	0,1697
	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом/км	1,1071
	Удельное активное сопротивление взаимной индукции R_M, Ом/км	0,15
	Удельное реактивное сопротивление взаимной индукции X_M, Ом/км	0,3044
	Удельная емкостная проводимость прямой последовательности, мкСм/км	3,908
	Удельная емкостная проводимость нулевой последовательности, мкСм/км	2,851
Шунтирующие реакторы на линии	$S_{ном}$, МВА	60
	$P_{пот}$, кВт	205
Параметры автотрансформаторов на ПС А и ПС Б	Номинальная мощность $S_{ном}$, МВА	500
	Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора $U_{ВН}$,	500
	Номинальное напряжение обмотки среднего напряжения трансформатора $U_{СН}$, кВ	230
	Напряжение короткого замыкания Uквн-сн, %	12
	Ток холостого хода Iх, %	0,3
	Потери короткого замыкания Рк, кВт	1050
	Потери холостого хода Рх, кВт	220
Выключатели Q1 — Q16	Время отключения выключателя, мс	60

Таблица А.2 — Параметры испытательной модели ТН линии 1 (VTA, VTБ)

Параметр	Значение
Номинальная мощность, ВА	2000
Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	500/√3
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, В	100/√3
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	100
Напряжение короткого замыкания, %	4,48*

Окончание таблицы А.2

Параметр	Значение
Параметры контрольного кабеля от основной обмотки ТН до релейного щита	
Сопротивление фазного провода, Ом	0,07
Сопротивление нулевого провода, Ом	0,14
Емкость между жилами, нФ	30
Сопротивление изоляции между жилами, МОм	20
Параметры контрольного кабеля от дополнительной обмотки ТН до релейного щита	
Сопротивление провода, Ом	0,3
Емкость между жилами, нФ	10
Сопротивление изоляции между жилами, МОм	20
Сопротивление вторичной нагрузки ТН по основной обмотке	
Нагрузка, включенная на напряжение фазы «А», Ом	6682,5
Нагрузка, включенная на напряжение фазы «В», Ом	6682,5
Нагрузка, включенная на напряжение фазы «С», Ом	6682,5
Сопротивление вторичной нагрузки ТН по дополнительной обмотке	
Нагрузка, включенная на выводы «НК», Ом	10 000
Нагрузка, включенная на выводы «НИ», Ом	20 000
Нагрузка, включенная на выводы «ИК», Ом	20 000
Шунт в фазе «С» (для создания искусственной несимметрии)	
Сопротивление шунта, кОм	15
* Принимаются одинаковые значения для основной и дополнительной вторичной обмотки.	

Таблица А.3 — Параметры испытательной модели ТТ линии 1 (СТ1—СТ5)

Параметр	Значение
Номинальный первичный ток ТТ, А	2000
Номинальный вторичный ток ТТ, А	1
Сопротивление вторичной обмотки, Ом	5
Сопротивление нагрузки (на фазу), Ом	2
Напряжение насыщения, В	1258
Вольтамперная характеристика (U - I)	
Напряжение U, В	0; 314,5; 629; 943,5; 1006; 1091; 1160; 1195; 1245; 1258
Ток I, А	0; 0,013; 0,027; 0,042; 0,046; 0,063; 0,132; 0,251; 0,553; 0,629

А.3.3 Параметры рабочего режима тестовой модели и значения токов КЗ должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах А.4—А.5.

Таблица А.4 — Параметры рабочего режима

Режим работы (отклонения от нормальной схемы)	Параметр	ПС А	ПС Б
Режим 1: Все линии в работе, АТ А и АТ Б отключены; ШР отключены	Напряжение на шинах, кВ	510,8	488,7
	Ток в линии, кА	0,982	1,02
	Ток в цепи выключателя 1, кА	0,491	1,02
	Ток в цепи выключателя 2, кА	0,491	—
	Суммарный емкостной ток в линии, кА	0,171	
	Активная мощность, МВт	848,6	–839,5
	Реактивная мощность, МВАр	183,6	–199,8
Режим 2: Все линии в работе, АТ А и АТ Б отключены; ШР включены	Напряжение на шинах, кВ	499,2	472,3
	Ток в линии, кА	0,984	1,031
	Ток в цепи выключателя 1, кА	0,527	0,994
	Ток в цепи выключателя 2, кА	0,527	—
	Ток в цепи ШР, кА	0,187	0,178
	Суммарный емкостной ток в линии, кА	0	
	Активная мощность, МВт	817,9	–808,8
	Реактивная мощность, Мвар	235,4	–241,3

Таблица А.5 — Значения токов короткого замыкания для базовых параметров модели

Режим работы (отклонения от нормальной схемы)	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ПС А, кА	Ток в защите со стороны ПС Б, кА
Все линии в работе, АТ А и АТ Б отключены	К1	$K^{(3)}$	$I^{(1)}$	12,286 (12,268)	2,201 (2,223)
				12,286 (12,268)	
	К5			2,12 (2,158)	10,744 (10,7)
				2,12 (2,158)	
	К1	$K^{(1,1)}$	$3 \cdot I^{(0)}$	10,302 (10,176)	1,165 (1,103)
				10,302 (10,176)	
			$I^{(1)}$	7,862 (7,896)	1,454 (1,505)
				7,862 (7,896)	
			$I^{(2)}$	4,43 (4,377)	0,875 (0,839)
				4,43 (4,377)	
	К5		$3 \cdot I^{(0)}$	0,626 (0,593)	10,82 (10,64)
				0,626 (0,593)	
			$I^{(1)}$	1,417 (1,486)	6,76 (6,781)
				1,417 (1,486)	
			$I^{(2)}$	0,734 (0,701)	4,008 (3,942)
				0,734 (0,701)	

Продолжение таблицы А.5

Режим работы (отклонения от нормальной схемы)	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ПС А, кА	Ток в защите со стороны ПС Б, кА
	К1	$К^{(1)}$	$3 \cdot I^{(0)}$	11,352 (11,213)	1,284 (1,215)
				11,352 (11,213)	
			$I^{(1)}$	3,787 (3,868)	0,98 (1,025)
				3,787 (3,868)	
			$I^{(2)}$	3,642 (3,599)	0,719 (0,69)
				3,642 (3,599)	
	К5		$3 \cdot I^{(0)}$	0,693 (0,655)	11,981 (11,759)
				0,693 (0,655)	
			$I^{(1)}$	0,818 (0,904)	3,149 (3,223)
				0,818 (0,904)	
			$I^{(2)}$	0,597 (0,572)	3,262 (3,221)
				0,597 (0,572)	
В работе только Линия 1, Линия 2 отключена и заземлена с обеих сторон, АТ А и АТ Б отключены	К1	$К^{(3)}$	$I^{(1)}$	11,298 (11,299)	3,241 (3,290)
				11,298 (11,299)	
	К5			2,609 (2,667)	6,853 (6,853)
				2,609 (2,667)	
	К1	$К^{(1,1)}$	$3 \cdot I^{(0)}$	9,737 (9,631)	1,72 (1,672)
				9,737 (9,631)	
			$I^{(1)}$	7,307 (7,35)	2,164 (2,237)
				7,307 (7,35)	
			$I^{(2)}$	4,005 (3,961)	1,285 (1,253)
				4,005 (3,961)	
	К5		$3 \cdot I^{(0)}$	0,842 (0,817)	9,022 (8,847)
				0,842 (0,817)	
			$I^{(1)}$	1,819 (1,896)	4,537 (4,58)
				1,819 (1,896)	
			$I^{(2)}$	0,843 (0,821)	2,412 (2,365)
				0,843 (0,821)	
	К1	$К^{(1)}$	$3 \cdot I^{(0)}$	10,661 (10,54)	1,884 (1,83)
				10,661 (10,54)	
			$I^{(1)}$	3,629 (3,71)	1,495 (1,554)
				3,629 (3,71)	
			$I^{(2)}$	3,337 (3,302)	1,07 (1,045)
				3,337 (3,302)	

Окончание таблицы А.5

Режим работы (отклонения от нормальной схемы)	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ПС А, кА	Ток в защите со стороны ПС Б, кА
	К5		$3 \cdot I^{(0)}$	0,881 (0,855)	9,442 (9,254)
				0,881 (0,855)	
			$I^{(1)}$	1,136 (1,22)	2,491 (2,561)
				1,136 (1,22)	
			$I^{(2)}$	0,77 (0,751)	2,202 (2,162)
				0,77 (0,751)	
Примечание — Для режимов с включенными реакторами значения токов КЗ приведены в скобках, для режимов с отключенными реакторами — без скобок.					

А.4 Подключение устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше к ПАК РВ. Требования к испытательному оборудованию и структура испытательной установки

А.4.1 Испытательная установка для проверки устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше должна быть собрана в соответствии со структурной схемой, приведенной на рисунке А.3. Она должна содержать ПАК РВ, испытуемые устройства ДЗЛ, оборудование для организации канала связи испытуемых устройств, а также в случае, если РАС ПАК РВ отсутствует или его характеристики не достаточны для оценки правильности функционирования испытываемых устройств — автономный РАС.

А.4.2 Полукомплекты ДЗЛ со стороны ПС А и Б должны быть объединены двумя каналами связи (основным и резервным) с возможностью дистанционного разрыва основного канала посредством внешнего сигнала от ПАК РВ. Для организации указанных каналов связи полукомплекты ДЗЛ либо подключаются напрямую посредством волоконно-оптических кабелей (как показано на рисунке А.3), либо, с учетом рекомендаций изготовителя, используется дополнительная аппаратура. Дискретные выходы испытуемого устройства, сконфигурированные на отключение (и включение при использовании встроенной в устройство ДЗЛ функции ОАПВ) соответствующих фаз выключателей, подключаются к модели выключателя через интерфейс ПАК РВ. В ПАК РВ загружается схема моделируемой сети с параметрами элементов, приведенными ниже.

Подаваемые на испытуемый терминал токи и напряжения, сигналы срабатывания функций защиты, а также положение выключателей, фиксируются автономным РАС или РАС ПАК РВ в формате COMTRADE (см. [3]). Дополнительно встроенным осциллографом испытуемого терминала должны записываться входные токи и напряжения, а также другие аналоговые и дискретные сигналы в объеме, необходимом для анализа работы проверяемой функции.

Пуск встроенного осциллографа должен осуществляться по факту срабатывания пусковых органов защиты. В тех случаях, когда срабатывание пусковых органов не происходит, пуск осциллографа допускается производить принудительно, например от дополнительной функции максимальной токовой защиты с уставкой ниже подаваемого на терминал тока или от внешнего сигнала.

Для всех опытов необходимо измерять время срабатывания проверяемой функции. Время срабатывания проверяемой функции (с учетом времени срабатывания выходного реле устройства) и факт срабатывания/несрабатывания функции заносятся в протокол.

А.4.3 Общие требования к испытательной установке

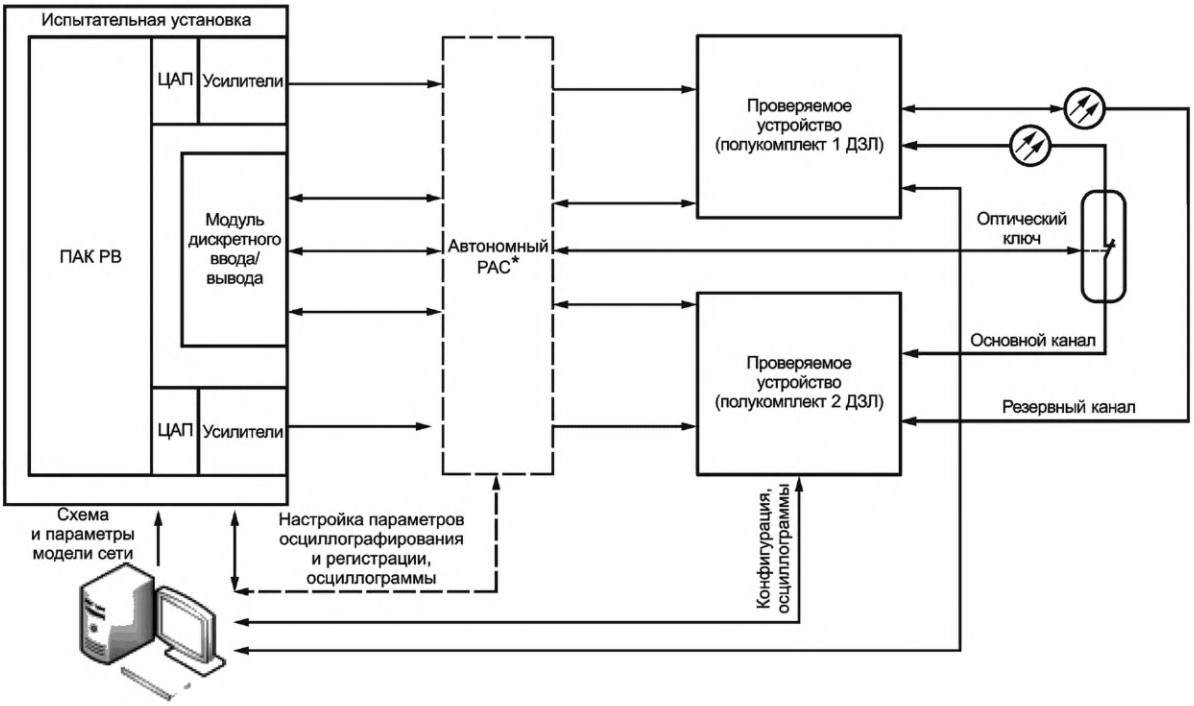
А.4.3.1 Испытания проводятся с использованием ПАК РВ.

А.4.3.2 ПАК РВ должен обеспечивать возможность изменения схемы и параметров режима тестовой модели, а также возможность варьирования места, вида, момента (фазы) возникновения и длительности повреждения, переходного сопротивления в месте КЗ.

А.4.3.3 ПАК РВ должен обеспечивать моделирование действия устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на отключение соответствующих фаз выключателя (выключателей) в математической модели сети.

А.4.3.4 ПАК РВ должен обеспечивать моделирование действия ОАПВ на включение выключателя (выключателей) в математической модели сети, при этом:

а) если в испытуемом устройстве ДЗЛ реализована функция ОАПВ, рекомендуется использовать сигналы на включение, формируемые данной функцией;



* Допускается не применять в случае использования РАС ПАК РВ.

Рисунок А.3 — Структурная схема испытательной установки

б) если в испытуемом устройстве ДЗЛ не реализована функция ОАПВ, то в ПАК РВ необходимо моделировать действие данной функции программным способом, задавая выдержки времени ОАПВ в соответствии с требованиями таблицы А.7.

А.4.3.5 Должна быть обеспечена возможность измерения времени срабатывания устройства ДЗЛ на отключение на каждой стороне линии с учетом времени работы выходных реле.

А.4.3.6 Должны быть предусмотрены:

а) гальванически развязанный источник питания оперативного постоянного тока;

б) аппаратура для организации канала связи между полукомплектами защиты, рекомендованная производителем РЗА или соответствующая предъявляемым им техническим требованиям.

А.4.4 Требования к характеристикам ПАК РВ

А.4.4.1 Количество каналов тока — не менее 15.

А.4.4.2 Максимальное значение тока (в течении не менее 10 с) — не менее 30 А на каждый канал для испытаний устройств с номинальным током 1 А, не менее 150 А на каждый канал для испытаний устройств с номинальным током 5 А.

А.4.4.3 Погрешность воспроизведения тока — не более 0,2 % в диапазоне от 0,5 до 30,0 А (от 2,5 до 150,0 А).

А.4.4.4 Угловая погрешность сигналов тока — не более 0,2°.

А.4.4.5 Количество каналов напряжения — не менее 9.

А.4.4.6 Максимальное значение линейного напряжения длительно — не менее 200 В.

А.4.4.7 Погрешность воспроизведения напряжения — не более 0,2 % в диапазоне от 5,0 до 200,0 В.

А.4.4.8 Угловая погрешность сигналов напряжения — не более 0,2°.

А.4.4.9 Частотный диапазон выходных аналоговых сигналов тока и напряжения — 0—2000 Гц.

А.4.4.10 Количество дискретных входов для приема сигналов срабатывания защит — не менее 12.

А.4.4.11 Точность регистрации сигналов срабатывания защит — не более 1 мс.

А.4.4.12 Количество выходов для формирования управляющих сигналов на испытуемые устройства РЗА — не менее 12.

А.4.4.13 Точность формирования дискретных сигналов — не более 1 мс.

А.4.4.14 Автономный РАС или РАС ПАК РВ должен обеспечивать:

в) осциллографирование и регистрацию:

- всех токов и напряжений, подаваемых на устройства РЗ;
- выходных сигналов испытательной установки;
- входных и выходных дискретных сигналов устройств РЗ: пуск и срабатывание испытуемой функции, сигналы отключения (и включения при использовании встроенной в устройстве ДЗЛ функции ОАПВ (АПВ), сигналы неисправности, сигналы взаимодействия с приемопередатчиком.

г) выставление следующих уставок:

- максимальная длительность регистрации одного события — 10,0 с;
- длительность регистрации доаварийного режима — 0,5 с;
- длительность регистрации послеаварийного режима — 0,5 с.

А.5 Проведение испытаний

Испытания устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше необходимо производить в два этапа.

1) Документальная проверка.

2) Функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы.

Испытуемое устройство ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше должно подключаться к тестовой модели энергосистемы (см. рисунок А.1):

- на ПС А: по цепям переменного тока — к трансформаторам тока выключателей линии СТ1, СТ2 и шунтирующего реактора СТ3 (индивидуально, с «программным суммированием»), а по цепям переменного напряжения — к ТН, установленному на линии (VT А);
- на ПС Б: по цепям переменного тока — к трансформаторам тока выключателей линии СТ4 и шунтирующего реактора СТ5 (индивидуально, с «программным суммированием»), по цепям переменного напряжения — к ТН, установленному на линии (VT Б).

Примечание — Проверяемая функция должна использовать ток «в линии» с обеих ее сторон, равный:

- для ПС А — сумме токов от ТТ выключателей линии (СТ1 и СТ2) за вычетом тока от ТТ ШР (СТ3);
- для ПС Б — току от ТТ выключателя Q4 (СТ4) за вычетом тока от ТТ ШР (СТ5).

А.5.1 Документальная проверка

А.5.1.1 Для испытуемых устройств ДЗЛ организацией, осуществляющей испытания, должно осуществляться рассмотрение технической документации производителя устройства РЗА в целях первичной оценки соответствия устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше требованиям, изложенным в ГОСТ Р 58978. Программа документальной проверки приведена в таблице А.6.

А.5.1.2 Результат документальной проверки соответствия устройства ДЗЛ по технической документации должен быть приведен в протоколе документальной проверки устройства ДЗЛ, являющемся приложением к протоколу испытаний.

А.5.1.3 При оценке результатов проверок по пунктам 2—3 таблицы А.6 в случае подтверждения соответствия требованиям ГОСТ Р 58978 необходимо указывать пункты (разделы) рассмотренной технической документации на устройство ДЗЛ, из содержания которых это соответствие подтверждается.

Таблица А.6 — Программа документальной проверки

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)
1 Проверка наличия и состава технической документации:			
Проверка наличия и состава документации в соответствии с ГОСТ Р 58978		Документация предоставлена на русском языке. Наличие — в соответствии с ГОСТ Р 58978	Раздел 5
2 Проверка требований к аппаратной части и наличия сервисных функций			
2.1 Проверка функции самодиагностики устройства	Проверить по технической документации производителя наличие функции самодиагностики с сигнализацией о неисправности и блокировкой устройства ДЗЛ при обнаружении нарушения целостности исполняемой программы или данных	Наличие требуемого функционала	4.2, 5)
2.2 Проверка функции синхронизации времени	Проверить по технической документации производителя наличие функции синхронизации времени с внешним источником единого точного времени	Наличие требуемого функционала	4.2, 6)

Продолжение таблицы А.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)
2.3 Передача информации о функционировании устройства в автоматизированную систему управления технологическими процессами и автономные регистраторы аварийных событий и процессов	Проверить по технической документации производителя возможность передачи данных о функционировании устройства в автоматизированную систему управления технологическими процессами и автономные регистраторы аварийных событий и процессов	Наличие требуемого функционала	4.2, 7)
3 Общефункциональные проверки релейной части ДЗЛ			
3.1 Проверка наличия не менее четырех групп уставок и возможности ввода уставок в первичных/вторичных величинах	Проверить по технической документации производителя наличие возможности использования не менее четырех групп уставок с возможностью оперативного переключения и возможности ввода значения уставок в первичных и вторичных величинах (за исключением параметров настройки, которые по своему принципу действия невозможно задать в первичных величинах)	Наличие требуемого функционала	4.2, 9)—10)
3.2 Проверка наличия программируемой логики	Проверить по технической документации производителя наличие программируемой логики и возможность назначения внешних и внутренних логических сигналов устройства на дискретные входы, выходы, светодиоды сигнализации	Наличие требуемого функционала	4.2, 12)
3.3 Проверка возможности регулирования уставки по току срабатывания ДЗЛ	По технической документации производителя убедиться в возможности регулирования уставки по току срабатывания ДЗЛ	Наличие требуемого функционала	4.2, 20)
3.4 Проверка возможности выравнивания коэффициентов трансформаторов тока по концам ЛЭП	По технической документации производителя убедиться в возможности выравнивания коэффициентов трансформаторов тока по концам ЛЭП	Наличие требуемого функционала	4.2, 22)
3.5 Проверка возможности функционирования ДЗЛ по каналам связи, организованным по отдельным выделенным волокнам волоконно-оптического кабеля и каналам связи с использованием цифровых систем передачи информации	По технической документации производителя убедиться в возможности функционирования устройства ДЗЛ по каналам связи, организованным по отдельным выделенным волокнам волоконно-оптического кабеля и каналам связи с использованием цифровых систем передачи информации	Наличие требуемого функционала	4.2, 17)
3.6 Проверка наличия в устройстве оптических интерфейсов, обеспечивающих передачу данных (см. [4]) для одновременного подключения к двум каналам связи	По технической документации производителя убедиться в наличии в устройстве оптических интерфейсов, обеспечивающих передачу данных (см. [4]) для одновременного подключения к двум каналам связи	Наличие требуемого функционала	4.2, 18)

Окончание таблицы А.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)
3.7 Проверка наличия функции ОМП на ЛЭП методом двухстороннего замера	По технической документации производителя проверить возможность использования функции ОМП методом двухстороннего замера по технической документации производителя	Наличие требуемого функционала	4.2, 13)
3.8 Проверка наличия в составе каждого полукомплекта ДЗЛ ступенчатых защит с возможностью приема и передачи команды телеотключения и сигналов телеускорения в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58886	По технической документации производителя проверить в составе устройства ДЗЛ наличие КСЗ с возможностью приема и передачи сигналов ТУ и команд ТО	Наличие требуемого функционала	4.2, 28)

А.5.2 Функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы

А.5.2.1 При испытаниях защита должна действовать на отключение одной фазы при однофазных замыканиях, на отключение трех фаз — при многофазных замыканиях. Действие на отключение трех фаз при всех видах КЗ вводится в отдельных опытах (указывается в описании опыта). Для корректного проведения испытаний неиспользуемые в опытах функции РЗА проверяемого устройства ДЗЛ должны быть выведены из работы.

Информация о состоянии канала связи ДЗЛ должна фиксироваться с помощью светодиодной индикации.

А.5.2.2 Для определения фактического времени срабатывания устройства ДЗЛ на отключение с учетом времени работы выходного реле необходимо осуществлять регистрацию и осциллографирование средствами автономного РАС или РАС ПАК РВ сигналов срабатывания ДЗЛ с соответствующего выходного реле устройства.

А.5.2.3 При проведении испытаний рекомендуется использовать следующие группы уставок (с регистрацией активной группы уставок в осциллограмме, в журнале событий терминала, а также индикации активной группы уставок с помощью светодиодной сигнализации на устройстве ДЗЛ или на графическом экране устройства ДЗЛ):

№ 1 — введен УКЕТ;

№ 2 — выведен УКЕТ;

№ 3 — резерв;

№ 4 — резерв.

А.5.2.4 Параметры настройки ОАПВ (при наличии) и избирателя поврежденной фазы задаются в соответствии с таблицей А.7.

Таблица А.7 — Параметры настройки ОАПВ (при наличии) и избирателя поврежденной фазы

Резервирование отказа ОАПВ (при наличии технической возможности), с	0,5
Задержка на включение от ОАПВ с расчетной паузой, с:	
Выключателя Q1	2,5
Выключателя Q2	2,7
Выключателя Q4	3,0
Возврат схемы ОАПВ	4,0
Примечание — Уставки задержки на включение от ОАПВ выбраны исходя из исключения включения на неустранившееся КЗ (при времени существования КЗ 2,0 с).	

А.5.2.5 Параметры настройки внутренней функции регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий (осциллограмм) устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше задаются следующими:

- максимальная длительность регистрации одного события — 10,0 с;
- длительность регистрации доаварийного режима — 0,5 с;
- длительность регистрации послеаварийного режима — 0,5 с.

А.5.2.6 При проведении испытаний:

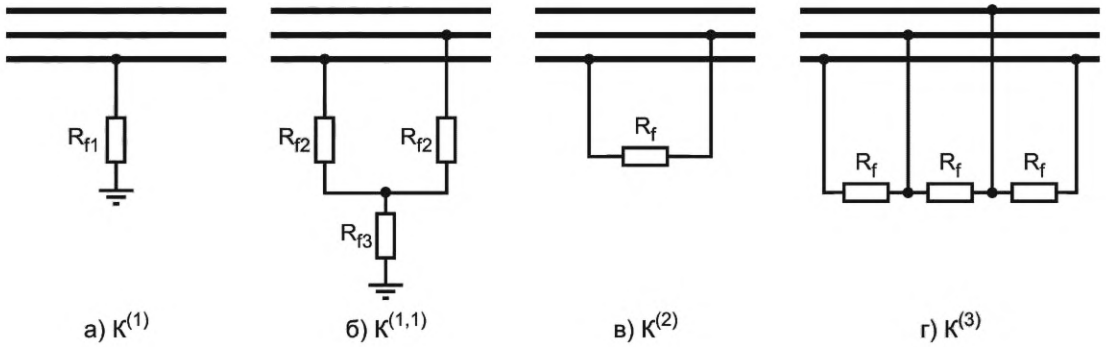
а) для каждого из указанных видов КЗ проверка должна производиться для всех возможных сочетаний замкнувшихся фаз (если иное не оговорено в описании конкретной проверки). Например, для однофазного КЗ — «А0», «В0», «С0»;

б) момент возникновения КЗ должен выбираться следующим образом:

для однофазных КЗ — переход через «0» напряжения поврежденной фазы;

для многофазных КЗ — переход через «0» напряжения одной из поврежденных фаз (например, для двухфазного КЗ «АВ» — фазы «А»);

в) схемы замещения КЗ должны соответствовать приведенным на рисунке А.4: для однофазного КЗ— рисунок А.4, а); двухфазного КЗ на землю — рисунок А.4, б); двухфазного КЗ — рисунок А.4, в); трехфазного КЗ — рисунок А.4, г);



$K^{(1)}$ — однофазное КЗ; $K^{(1,1)}$ — двухфазное КЗ на землю; $K^{(2)}$ — двухфазное КЗ; $K^{(3)}$ — трехфазное КЗ.

Рисунок А.4 — Подключение переходного сопротивления в месте повреждения

г) при выборе параметров настройки (уставок) необходимо учитывать наличие переходных сопротивлений (R_{f1}=20 Ом, R_{f2}=5 Ом, R_{f3}=15 Ом, R_f=10 Ом).

А.5.2.7 Программа испытаний на тестовой модели энергосистемы устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше приведена в таблице А.8.

Таблица А.8 — Программа испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на тестовой модели энергосистемы

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
1	Проверка возможности отдельного подключения к каждой используемой группе ТТ, а также проверка правильности программного суммирования токов ТТ	Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4). В устройствах ДЗЛ с обеих сторон линии на время выполнения проверки необходимо: - вывести из работы УКЕТ; 1.1 На ПС Б: проверить соответствие значений токов по каждому ТТ и расчетного тока в линии данным таблицы А.4; 1.2 На ПС А: проверить соответствие значений токов по каждому ТТ и расчетного тока в линии данным таблицы А.4, исходя из следующих возможных комбинаций его формирования (с учетом технической возможностей терминала): 1.2.1 тока выключателя Q1 (СТ1); 1.2.2 суммы токов ТТ выключателя Q1 и ШР (СТ1+СТ3); 1.2.3 суммы инверсных токов ТТ выключателя Q1 и ШР (СТ1-СТ3); 1.2.4 тока выключателя Q2 (СТ2); 1.2.5 суммы токов ТТ выключателя Q2 и ШР (СТ2+СТ3); 1.2.6 суммы инверсных токов ТТ выключателя Q1 и ШР (СТ2-СТ3); 1.2.7 суммы инверсных токов ТТ выключателей Q1 и Q2 (СТ1-СТ2); 1.2.8 суммы токов ТТ выключателей Q1 и Q2 (СТ1+СТ2); 1.2.9 суммы токов ТТ выключателей Q1, Q2 и ШР (СТ1+СТ2+СТ3); 1.2.10 суммы токов ТТ выключателей Q1 и Q2 с вычетом тока от ТТ ШР (СТ1+СТ2-СТ3) (правильное подключение). В ходе проверок значения токов, измеренных в устройствах ДЗЛ, дополнительно сравнивают со значениями токов, зафиксированных автономным РАС или РАС ПАК РВ	4.2, 11)	Возможность раздельного подключения каждой используемой группы ТТ в первичной схеме к входам устройства. Корректное программное формирование тока линии и дифференциального тока. Изменение контролируемого значения тока линии в результате учета (суммирования или вычитания) тока ШР согласно заданной уставке
2	Проверка контроля исправности токовых цепей ДЗЛ. Проверка использования в ДЗЛ «тока в линии»	Проверка при коммутации токовых цепей ДЗЛ. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4). В устройствах ДЗЛ с обеих сторон линии на время выполнения проверки по позиции 2.1: - вывести из работы УКЕТ; - выставить уставку срабатывания чувствительной ступени ДЗЛ равной 1500 А;	4.2, 16), 25)	Срабатывание устройства контроля исправности токовых цепей ДЗЛ при моделировании неисправности в токовых цепях устройства.

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		- выставить уставку срабатывания ПО контроля исправности токовых цепей ДЗЛ равной 200 А (уточняется при необходимости); - ввести действие контроля исправности токовых цепей на блокировку ДЗЛ (при наличии технической возможности). 2.1 Произвести поочередное отсоединение (на время, большее уставки таймера в цепях контроля исправности цепей переменного тока) с последующим восстановлением токовых цепей всех фаз от каждого из ТТ со стороны ПС А (выключателей линии, ТТ ШР), к которым подключены полукомплекты ДЗЛ, с контролем с обеих сторон: - соответствующего изменения дифференциального и тормозного токов; - срабатывания контроля исправности токовых цепей ДЗЛ (по всем трем фазам) на время отсоединенного состояния токовых цепей от ТТ выключателей линии; - несрабатывания контроля исправности токовых цепей ДЗЛ (по всем трем фазам) на время отсоединенного состояния токовых цепей от ТТ ШР. 2.2 Отключить выключатель Q1 (на время, большее уставки таймера в цепях контроля исправности цепей переменного тока) с последующим его включением с контролем с обеих сторон: - отсутствия изменения дифференциального и тормозного токов; - несрабатывания контроля исправности токовых цепей ДЗЛ (по всем трем фазам). В устройствах ДЗЛ с обеих сторон линии: выставить исходные уставки		При наличии технической возможности ввода действия контроля исправности токовых цепей на блокировку ДЗЛ дополнительно контролируется сигнализация о блокировке ДЗЛ со стороны ПС А и ПС Б
		2.3 Проверка нахождения ШР вне зоны проверяемой защиты Линии 1. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Вид КЗ: $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1}=0 Ом в точке К7 (на 2,0 с)	4.1, д) 4.2, 11)	Несрабатывание ДЗЛ при внешнем КЗ (в ШР)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
3	Проверка реализации алгоритма торможения	Снятие тормозной характеристики. В соответствии с рекомендациями производителя снять тормозную характеристику ДЗЛ и сопоставить ее с выставленными параметрами настройки	4.2, 21)	Соответствие параметров тормозной характеристики информации, приведенной в руководстве по эксплуатации, и выставленным параметрам настройки
4	Проверка реализации УКЕТ в ДЗЛ	Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, Линия 1 со стороны ПС Б, Р1А (отключены выключатели Q2, Q3, Q4, Q6—Q13). Режим: со стороны ПС А напряжение на линию подано полюсом выключателя Q1 только на фазу А. В устройствах ДЗЛ с обеих сторон линии выведены из работы УКЕТ. 4.1 При выведенном УКЕТ в обоих полукомплектах ДЗЛ проверить значения измеренных токов линии и дифференциальных и тормозных токов по концам защищаемой линии (пофазно). 4.2 При введенном УКЕТ в обоих полукомплектах ДЗЛ проверить значения «компенсированных» токов линии и дифференциальных и тормозных токов по концам защищаемой линии (пофазно). 4.3 При введенном УКЕТ в обоих полукомплектах ДЗЛ увеличить в 3 раза удельное значение емкости линии (или длины линии) уставкой защиты, проверить значения «компенсированных» токов линии и дифференциальных и тормозных токов по концам защищаемой линии (пофазно). Оценить, используя сервисные возможности программного обеспечения терминала и полученные осциллограммы, правильность учета емкостных токов линии в токах линии и дифференциальных и тормозных токах по концам защищаемой линии. При этом: 1 Если программное обеспечение терминала не позволяет получить расчетные значения «компенсированных» дифференциальных и тормозных токов по концам защищаемой линии, в протоколе проверки должны быть отражены неполнота проверки по позиции 4 и недостатки сервисного программного обеспечения терминала. Результат опыта засчитывается в этом случае как неудовлетворительный.	4.2, 23)	Наличие требуемого функционала. Корректная работа функции компенсации емкостных токов ЛЭП в ДЗЛ

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		2 Сопоставить значения токов линии и дифференциальных и тормозных токов по концам защищаемой линии до и после компенсации со значением емкостного тока в линии в соответствии с данными таблицы А.4 (с учетом рекомендаций производителя испытуемого устройства). По окончании проверки в обоих полукомплектах ДЗЛ восстановить исходное значение измененной в позиции 4.3 уставки (удельного значения емкости линии или длины линии)		
5[1)]	Проверка времени срабатывания устройства ДЗЛ на отключение для двухконцевых линий (без учета задержки по каналу связи и с учетом работы выходных реле)	Схема сети: отключены — Линия 2; Линия 1 со стороны ПС Б, включены Р1А и Р1Б (отключены выключатели Q4, Q6—Q9; Q11—Q13). Режим: Линия 1 под напряжением со стороны ПС А в течение 1,0 с. Виды КЗ: $К^{(1)}$ (только «А0») с R_{f1}=0 Ом, $К^{(3)}$ с R_f=0 Ом в точке К1 (на 2,0 с). На время данной проверки: сопротивление систем ЭС А1, А2 подбирать таким образом, чтобы со стороны ПС А величина тока КЗ в точке К1 была в 2 раза больше уставки ДЗЛ. При КЗ на полукомплект ДЗЛ на ПС А подается двукратный (по отношению к уставке срабатывания) ток. Сформировать режим КЗ. 5.1 Зафиксировать время срабатывания ДЗЛ на отключение с учетом времени работы выходного реле. 5.2 Определить и отразить в Протоколе время срабатывания выходного реле устройства. При этом на время этой проверки установить задержку в действии ДЗЛ на отключение, соответствующую указанной в технической документации производителя при указании времени срабатывания защиты. По окончании проверки восстановить в модели исходные значения измененных сопротивлений систем (и уставки ДЗЛ, если они изменялись)	4.1, а) 4.2, 26)	Время действия ДЗЛ на отключение — не более 45 мс

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
6	Проверка срабатывания при всех видах КЗ на линии и несрабатывание при постановке ЛЭП под напряжение и включении ЛЭП в транзит при отсутствии КЗ на ЛЭП	6.1 Внутреннее КЗ Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение КЗ в точке К1(К5) на 2,0 с. Виды КЗ: 6.1.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1-3}=0 Ом, R_f=0 Ом. 6.1.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1}=20 Ом, R_{f2}=5 Ом, R_{f3}=15 Ом, R_f=10 Ом. При этом после выполнения проверок по позиции 6.1.1—6.1.2 для каждого вида КЗ оценить влияние поврежденной фазы/фаз на работу ДЗЛ. При отсутствии отказа ДЗЛ во всех сочетаниях поврежденных фаз для всех видов внутренних КЗ в последующих проверках для внутренних КЗ допускается (см. пункт А.5.2.6 а)) использовать следующие сочетания поврежденных фаз (если иное не оговорено в условиях конкретной проверки): $К^{(1)}$ — только «А0»; $К^{(2)}$ — только «АВ»; $К^{(1,1)}$ — только «ВС0»	4.1, а), в), г) 4.2, 24), 29)	Действие ДЗЛ на отключение одной фазы при однофазных КЗ, на отключение трех фаз — при многофазных КЗ. Правильная работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения (отсутствие срабатывания)
		6.2 Включение ЛЭП на внутреннее КЗ Схема сети: ремонтная — Линия 1 отключена с обеих сторон, включены Р1А и Р1Б (отключены выключатели Q1, Q2, Q4, Q11—Q13, включены выключатели Q3 и Q5). Режим: Линия 1 без напряжения, длительность режима 1,0 с. Включение выключателя Q1(Q4) на КЗ в точке К5(К1) на 2,0 с. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1}=20 Ом, R_{f2}=5 Ом, R_{f3}=15 Ом, R_f=10 Ом. На время этой проверки перевести действие устройства ДЗЛ на отключение трех фаз		Действие ДЗЛ на отключение трех фаз при всех видах КЗ. Правильная работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения (отсутствие срабатывания)
		6.3 Внутреннее КЗ, действие на отключение трех фаз. Защита переведена на отключение трех фаз.		Действие ДЗЛ на отключение трех фаз.

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		При наличии нескольких способов перевода действия защиты на отключение трех фаз проверку выполнить поочередно для каждого из них. Схема сети: нормальная. Режим: переток по линии 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение КЗ в точке К1 на 2,0 с. Вид КЗ: $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1}=0 Ом		Правильная работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения (отсутствие срабатывания)
		6.4 Разновременность включения фаз выключателя при включении под нагрузку линии с односторонним питанием. Защита переведена на отключение трех фаз. Схема сети: ремонтная — отключена Линия 1 со стороны ПС А (включены Р1А и Р1Б); отключены Линия 2, ЭС Б; включен АТ Б с нагрузкой на стороне среднего напряжения, равной 1,0 · Sном АТ (отключены выключатели Q1, Q2, Q6—Q10, Q11, Q16, включены выключатели Q4 и Q13). Режим: напряжение на Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. Напряжение на линию подается выключателем Q1, фазы которого включаются поочередно («А», «В», «С») с интервалом 20 мс (фаза включения 0^0). 6.4.1 Без КЗ; 6.4.2 С возникновением КЗ в точке К1 на 2,0 с при включении последней фазы ($К^{(1)}$ «С0» с R_{f1}=0 Ом)		Отсутствие действия ДЗЛ на отключение при включении Q1 без КЗ на линии. Действие ДЗЛ на отключение трех фаз при включении Q1 с КЗ на линии. Правильная работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения (отсутствие срабатывания)
7	Проверка отсутствия срабатывания при постановке ЛЭП под напряжение и включении ЛЭП в транзит без КЗ на защищаемой ЛЭП, а также при всех видах КЗ за пределами линии	7.1 Внешнее КЗ Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение КЗ в точке К4 на 2,0 с. Виды КЗ: 7.1.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1-3}=0 Ом, R_f=0 Ом. 7.1.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1}=20 Ом, R_{f2}=5 Ом, R_{f3}=15 Ом, R_f=10 Ом.	4.1, г), д)	Отсутствие действия ДЗЛ на отключение

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		При этом, после выполнения проверок по позициям 7.1.1—7.1.2 для каждого вида КЗ оценить влияние поврежденной фазы/фаз на работу ДЗЛ. При отсутствии срабатывания ДЗЛ во всех сочетаниях поврежденных фаз для всех видов КЗ в последующих проверках для внешних КЗ допускается (см. А.5.2.6 перечисление а)) использовать следующие сочетания поврежденных фаз (если иное не оговорено в условиях конкретной проверки): $К^{(1)}$ — только «А0»; $К^{(2)}$ — только «АВ»; $К^{(1,1)}$ — только «ВС0» 7.2 Постановка ЛЭП под напряжение и замыкание в транзит Схема сети: ремонтная — отключены Линия 1 и Р1А, Р1Б, АТ А и АТ Б (отключены выключатели Q1—Q5, Q11—Q13). Режим: Линия 1 и ее ШР отключены, длительность режима 1,0 с. Включение выключателя Q1, через 0,5 с — включение Q4. 7.3 Разновременность включения фаз выключателя при постановке линии под напряжение. Схема сети: ремонтная, отключены Линия 1 и Р1А, Р1Б, АТ А и АТ Б (отключены выключатели Q1—Q5, Q11—Q13). Режим: Линия 1 и ее ШР отключены. Напряжение на линию подается выключателем Q1, фазы которого включаются поочередно («А», «В», «С») с интервалом 20 мс без КЗ (фаза включения 0^0)		
8[2)]	Проверка работы защиты в цикле ОАПВ	8.1 Работа в цикле успешного ОАПВ: Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение однофазного КЗ в точке К1 на 2,0 с. Отключение поврежденной фазы от защиты, успешное включение отключенной фазы выключателя Q1 по истечении времени бестоковой паузы ОАПВ 2,5 с., Q2 — через 0,2 с. после Q1, Q4 — через 0,5 с. после Q1 (см. таблицу А.7). Виды КЗ: 8.1.1 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1}=0 Ом. 8.1.2 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1}=20 Ом.	4.1, в) 4.2, 29)	Действие ДЗЛ на отключение поврежденной фазы с двух сторон. Отсутствие действия ДЗЛ на отключение в паузу ОАПВ. Отсутствие действия ДЗЛ на отключение при успешном ОАПВ

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		8.2 Работа при неуспешном ОАПВ: Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение однофазного КЗ в точке К1(К5) на 3 с. Отключение поврежденной фазы от защиты, неуспешное включение отключенной фазы выключателя Q1 по истечении времени бестоковой паузы ОАПВ 2,5 с на неустранившееся КЗ. Виды КЗ: 8.2.1 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1}=0 Ом. 8.2.2 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1}=20 Ом		Действие ДЗЛ на отключение поврежденной фазы с двух сторон. Отсутствие действия ДЗЛ на отключение в паузу ОАПВ. Действие ДЗЛ на отключение трех фаз при неуспешном ОАПВ
		8.3 Работа при КЗ в цикле ОАПВ («срыве» ОАПВ): Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение однофазного КЗ в точке К1(К5). Отключение поврежденной фазы от защиты. После отключения поврежденной фазы защитой через 0,5 с возникает КЗ в неотключенной(ых) фазе. Виды КЗ: 8.3.1 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=0 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{В0(С0;\ А0)}$ с R_{f1}=0 Ом. 8.3.2 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=20 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{В0(С0;\ А0)}$ с R_{f1}=20 Ом. 8.3.3 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=0 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{С0(А0;\ В0)}$ с R_{f1}=0 Ом. 8.3.4 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=20 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{С0(А0;\ В0)}$ с R_{f1}=20 Ом. 8.3.5 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=0 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС(АС;\ АВ)}$ с R_f=0 Ом. 8.3.6 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=20 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС(АС;\ АВ)}$ с R_f=10 Ом. 8.3.7 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1}=0 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС0(АС0;\ АВ0)}$ с R_f= Ом. 8.3.8 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_f=15 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС0(АС0;\ АВ0)}$ с R_f=10 Ом		Действие ДЗЛ на отключение поврежденной фазы с двух сторон. Действие ДЗЛ на отключение трех фаз при замыкании больше, чем в одной фазе

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
9	Проверка функционирования ДЗЛ при асинхронном ходе	Асинхронный режим без КЗ. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение и развитие асинхронного режима до разности частот 9.1 1,5 Гц; 9.2 3,0 Гц; 9.3 5,0 Гц	4.1, е)	Отсутствие действия ДЗЛ на отключение линии
10	Проверка функционирования ДЗЛ при синхронных качаниях	Синхронные качания без КЗ. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение и развитие синхронных качаний с разностью частот: 10.1 0,2 Гц; 10.2 0,5 Гц; 10.3 1,0 Гц Максимальное расхождение фаз векторов ЭДС: 120°	4.1, е)	Отсутствие действия ДЗЛ на отключение линии
11	Проверка отсутствия срабатывания устройства при реверсе мощности	Каскадное отключение внешнего КЗ, приводящее к реверсу мощности на защищаемой линии. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение внешнего КЗ в точке К4 на 2,0 с. Каскадное отключение Линии 2 (отключаются выключатели Q6, Q7 через 60 мс после возникновения КЗ, и далее — через 100 (300) мс — выключатель Q9). Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ без переходных сопротивлений	4.1, д)	Отсутствие действия ДЗЛ на отключение линии 1

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
12[3)]	Проверка срабатывания устройства при реверсе мощности с внешним КЗ, переходящим во внутреннее	Возникновение внутреннего КЗ на фоне внешнего КЗ, каскадное отключение которого приводит к возникновению реверса на защищаемой линии. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение внешнего КЗ в точке К4 на 2,0 с. Каскадное отключение Линии 2 (отключаются выключатели Q6, Q7 через 60 мс после возникновения КЗ, и через 200 мс — выключатель Q9). Возникновение однофазного КЗ на Линии 1 в точке К1 через 100 мс после возникновения КЗ на Линии 2. Вид КЗ в точке К1: $К^{(1)}$ «А0». Виды КЗ в точке К4: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$. Необходимо сопоставить результаты с полученными в аналогичных проверках по позиции 5. Увеличение времени срабатывания ДЗЛ не должно превышать время задержки, вводимое в ДЗЛ при выявлении внешнего КЗ (с учетом технических данных производителя и выставленных уставок)	4.1, б), в), д) 4.2, 29)	Действие ДЗЛ на отключение с двух сторон при КЗ на линии 1 (одной фазы при однофазных КЗ, трех фаз — при многофазных КЗ). Время срабатывания ДЗЛ при выявлении внутреннего КЗ, которому предшествовало внешнее КЗ, не должно превышать указанное в технической документации производителя (с учетом вводимых задержек для данного режима)
13[3)]	Проверка срабатывания устройства при переходе внешнего КЗ во внутреннее КЗ	13 Переход внешнего КЗ во внутреннее. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение внешнего КЗ в точке К2 с последующим переходом во внутреннее КЗ длительностью 2,0 с в точке К1 через 10, 100 мс после возникновения первого КЗ. Виды КЗ в точке К2: $К^{(1)}$ «А0», Виды КЗ в точке К1: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$.	4.1, б), в) 4.2, 29)	Действие ДЗЛ на отключение одной фазы при однофазных КЗ, на отключение трех фаз — при многофазных КЗ в зоне. Отсутствие действия ДЗЛ на отключение при КЗ вне зоны. Время срабатывания ДЗЛ при выявлении внутреннего КЗ, которому предшествовало внешнее КЗ, не должно превышать указанное в технической документации производителя (с учетом вводимых задержек для данного режима)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
14[3)]	Проверка функционирования ДЗЛ при броске намагничивающего тока АТ	14.1 Бросок тока намагничивания без КЗ Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, АТ А, ЭС Б, Линия 1 отключена со стороны ПС А (включены Р1А и Р1Б), включен АТ Б без нагрузки (отключены выключатели Q1, Q2, Q6—Q12, Q16, включены выключатели Q4, Q13). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. Включение Q1 на неповрежденную линию (сопровождается броском тока намагничивания). Фаза включения 0^0.	4.1, а), д), ж)	Отсутствие действия ДЗЛ на отключение линии
		14.2 Внутреннее КЗ на фоне броска тока намагничивания. Схема сети и режим аналогичны позиции 14.1. Включение Q1 на неповрежденную линию (сопровождается броском тока намагничивания), через 50 мс — возникновение КЗ в точке К5: Виды КЗ: 14.2.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$. 14.2.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$. Фаза включения 0^0 (по неповрежденной фазе). Бросок тока намагничивания и КЗ моделируются в разных фазах.		Действие ДЗЛ на отключение с двух сторон (одной фазы при однофазных КЗ, трех фаз)
		14.3 Внешнее КЗ при броске тока намагничивания. Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, АТ А, ЭС Б, Линия 1 отключена со стороны ПС А (включены Р1А и Р1Б), включен АТ Б без нагрузки, на стороне СН АТ Б — устойчивое двухфазное КЗ (точка К8) (отключены выключатели Q1, Q2, Q6—Q12, Q16; включены выключатели Q4, Q13). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. Включение Q1 на внешнее КЗ (сопровождается броском тока намагничивания). Фаза включения 0^0 (по неповрежденной фазе). Виды КЗ на стороне СН АТ Б: $К^{(2)}$ с R_f=0 Ом. Бросок тока намагничивания и КЗ моделируются в разных фазах		Отсутствие действия ДЗЛ на отключение линии

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
15	Проверка работы устройства при изменении частоты сети от 45 Гц до 55 Гц	Повторить при частотах 45 Гц и 55 Гц следующие опыты: 6.1 Внутреннее КЗ (точки К1, К5); 7.1 Внешнее КЗ; 8 Проверка работы защиты в цикле ОАПВ 9 Проверка функционирования ДЗЛ при асинхронном ходе 10 Проверка функционирования ДЗЛ при синхронных качаниях При этом при проверках по 9—10 частоты ЭС А и ЭС Б не опускаются ниже 45 Гц и не поднимаются выше 55 Гц. 11 Каскадное отключение внешнего КЗ, приводящее к реверсу мощности на защищаемой линии 12 Возникновение внутреннего КЗ на фоне внешнего КЗ, каскадное отключение которого приводит к возникновению реверса на защищаемой линии	4.1, а), в), д), е), и)	Реакция защиты, аналогичная проверкам при 50 Гц
16[4)]	Проверка функций блокировки при неисправностях в цепях напряжения ТН	16.1 Возникновение КЗ на фоне неисправности цепей напряжения с последующим их восстановлением Уставками введена блокировка УКЕТ ДЗЛ при неисправности цепей напряжения. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - Возникновение неисправности во вторичных цепях ТН со стороны ПС А. - Возникновение КЗ (точки К1, К2) через 0,2 с. - Восстановление цепей напряжения через 0,5 с (при сохранившемся КЗ).	4.2, 8), 24)	<u>До возникновения КЗ</u>: Отсутствие действия ДЗЛ на отключение. Вывод УКЕТ при срабатывании БНН <u>От момента КЗ до восстановления цепей напряжения:</u> Действие ДЗЛ на отключение при внутреннем КЗ
		Виды неисправностей вторичных цепей: 1) от основных вторичных обмоток (соединенных в «звезду»): - обрыв фазы А (фазы В; фазы С); - обрыв нуля; - обрыв фазы В и нуля; - обрыв фаз В и С; - обрыв фаз А, С и нуля (равноценно отключению автомата); - обрыв фаз А, В, С и нуля (равноценно отключению рубильника);		<u>После восстановления цепей напряжения</u>: Возврат БНН. Действие ДЗЛ на отключение при внутреннем КЗ

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		- КЗ фаза А — нуль (с отключением автомата); - КЗ фаза В — нуль (с отключением автомата); - КЗ фаза С — нуль (с отключением автомата); - КЗ фаза А — фаза В (с отключением автомата); - КЗ фаза В — фаза С (с отключением автомата); - включение автомата на КЗ фаза А — фаза В с последующим отключением автомата; 2) от дополнительных вторичных обмоток, соединенных в «разомкнутый треугольник»: - обрыв вывода Н (вывода К; вывода Ф; вывода И); - обрыв выводов Ф и И (равноценно отключению автомата); - обрыв выводов Н, К, Ф, И (равноценно отключению рубильника); - КЗ вывод Н — вывод Ф (с отключением автомата); - КЗ вывод Н — вывод И (с отключением автомата); - КЗ выводов Н, К, Ф, И (с отключением автомата); 3) от основных (соединенных в «звезду») и дополнительных вторичных обмоток (соединенных в «разомкнутый треугольник»): - обрыв фаз А, В, С и нуля (отключен рубильник в цепях основных обмоток) и обрыв выводов Н, К, Ф, И (отключен рубильник в цепях дополнительных обмоток). Виды КЗ (для каждого варианта неисправности вторичных цепей): - K_{A0}, R_{f1}=0 Ом; - K_{AB0}, R_{f2-3}=0 Ом; - K_{ABC}, R_f=0 Ом. Фиксируются: - действие ДЗЛ на отключение только при возникновении КЗ в первичной сети; - вывод УКЕТ при срабатывании БНН (значения скомпенсированных и некомпенсированных токов сравниваются со значениями, полученными по позиции 4); - время срабатывания/возврата ДЗЛ, функции БНН; - функционирование БНН при совпадении фаз (выводов) с обрывами/КЗ во вторичных цепях с поврежденными фазами при КЗ в первичной сети		Время срабатывания/возврата БНН не зависит от вида повреждения вторичных цепей (и его места — только при использовании в БНН цепей и от вторичных обмоток, соединенных в «разомкнутый треугольник»)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		16.2 Включение линии на КЗ при отключенной цепи основной вторичной обмотки ТН Схема сети: ремонтная — Линия 1 отключена с обеих сторон, включены Р1А и Р1Б (отключены выключатели Q1, Q2, Q4, Q11—Q13, включены выключатели Q3 и Q5). Режим: Линия 1 без напряжения, длительность режима 1,0 с. - Цепи напряжения «звезды» от терминала ДЗЛ ПС А отключены. - Включение выключателя Q1 на КЗ (K_{A0}, K_{AB}, K_{AB0}, K_{ABC} с R_{f1-3}=0 Ом, R_f=0 Ом) в точке К1 на 2,0 с. Фиксируются: - факт срабатывания/возврата ДЗЛ, функции БНН; - время срабатывания/возврата БНН; - работа ДЗЛ		Действие ДЗЛ на отключение при КЗ на линии. Блокировка УКЕТ ДЗЛ со стороны ПС А при срабатывании БНН
17[5)]	Проверка отсутствия ложных срабатываний: - при перезагрузке устройства; - при перерывах питания любой длительности и глубины снижения оперативного тока; - при снятии, подаче оперативного тока (в том числе обратной полярности); - при замыкании на землю в одной точке в сети оперативного постоянного тока	17.1 Проверка при допустимом снижении напряжения питания. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - Снижение напряжения питания устройства ПС А до 0,8 · $U_{ном}$	4.2, 8)	Отсутствие ложного действия ДЗЛ на отключение. Сохранение работоспособности устройства на ПС А
		17.2 Проверка при снижении напряжения питания ниже допустимого. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - Снижение напряжения питания устройства ПС А до 0,75 · $U_{ном}$		Отсутствие ложного действия ДЗЛ на отключение. Допускается потеря работоспособности устройства на ПС А при формировании сигнала неисправности устройства на ПС А
		17.3 Проверка при кратковременной потере питания. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - Кратковременная (на 0,5 с) потеря питания устройства на ПС А		Отсутствие ложного действия ДЗЛ на отключение. Сохранение работоспособности устройства на ПС А

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		17.4 Проверка при длительной потере питания. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - Потеря питания устройства на ПС А на 10.0 с (с последующим его восстановлением). Проконтролировать время восстановления работоспособности устройства (и его соответствие техническим данным производителя устройства — при наличии указанных данных)		Отсутствие на ПС А ложного действия ДЗЛ на отключение. Кратковременное (на время отсутствия питания) формирование сигнала неисправности устройства на ПС А
		17.5 Проверка при подаче и снятии напряжения обратной полярности. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - ПС А: подача на устройство и снятие через 10,0 с питания обратной полярности		Отсутствие на ПС А ложного действия ДЗЛ на отключение
		17.6 Проверка при перезагрузке устройства[6)]. Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. - Перезагрузка устройства на ПС А. Проконтролировать время перезагрузки устройства и его соответствие техническим данным производителя устройства		Отсутствие на ПС А ложного действия ДЗЛ на отключение. Кратковременное (на время перезагрузки) формирование сигнала неисправности (или вывода) устройства на ПС А. Время перезагрузки устройства соответствует техническим данным производителя устройства
		17.7 Проверка при замыкании на землю в цепи оперативного тока Поочередно выполнить замыкание «+» и «–» цепи оперативного питания на «землю» (корпус устройства) устройства на ПС А. Проконтролировать отсутствие ложных срабатываний устройства		Отсутствие на ПС А ложного действия ДЗЛ на отключение

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
18	Проверка корректности реализации функционала смены групп уставок и отсутствия ложного срабатывания в процессе его использования	Переключение групп уставок с использованием функциональных возможностей устройства (исключая АСУ ТП). Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4). В терминале выполнены четыре группы уставок (см. пункт А.5.2.3). Выполнить переключение группы уставок каждым из доступных способов[7)]. 18.1 Переключение с использованием штатного оперативного ключа (выполняется при его наличии): 18.1.1 Выполнить переключение группы уставок 1—2—3—4—3—2 (медленно). По окончании проконтролировать активизацию второй группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 18.1.2 Выполнить переключение группы 1—2—3—4—3—2 (быстро). По окончании проконтролировать активизацию второй группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 18.2 Переключение с использованием функциональных клавиш (при наличии функционала): 18.2.1 Выполнить поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (быстро). По окончании проконтролировать активизацию четвертой группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 18.2.2 Выполнить поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (медленно). По окончании проконтролировать активизацию четвертой группы уставок и переключиться на группу уставок 1.	4.2, 8), 9)	Отсутствие ложного действия ДЗЛ на отключение. Отсутствие активизации промежуточных групп уставок при быстром переключении. Сигнал активизации новой группы уставок формируется после ее фактической активизации. Отдельно контролируется время восстановления работоспособности устройства после перехода на новую группу уставок. По пункту 18.3 дополнительно контролируется наличие функционала, предусматривающего отсутствие возможности задания двух противоречащих друг другу групп уставок через интерфейс «человек—машина» (ИЧМ) и механический ключ (функциональные клавиши)
		18.3 Переключение через интерфейс «человек—машина». Выполнить поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4—1 через интерфейс «человек—машина». В процессе переключений проконтролировать и отразить в протоколе реакцию программного обеспечения терминала на несоответствие (при его наличии) активизируемой группы уставок заданной. Проверить: - соответствие активной группы уставок заданной; - отсутствие активизации промежуточных групп уставок в процессе быстрого перехода на требуемую группу уставок и обратно;		

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
		- корректность формирования сигнала активизации новой группы уставок (должен появиться после ее активизации); - время перехода на новую группу уставок (и его соответствие техническим данным производителя устройства — при наличии указанных данных)		
19	Проверка сохранения работоспособности при неисправности одного из двух каналов связи	19.1 Неисправностью одного из каналов связи с последующим КЗ на линии Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А4), длительность режима не менее 1,0 с; - имитация разрыва основного канала связи ДЗЛ (подача управляющего сигнала на размыкание цепи оптического ключа, включенного в рассечку канала связи); - через 2 мс возникновение КЗ (K_{A0}, K_{ABC}, R_{f1-3}=0 Ом, R_f=0 Ом) в точке К1. Повторить указанный опыт с возникновением КЗ через 100 мс после разрыва основного канала связи ДЗЛ. 19.2 КЗ на линии с последующей неисправностью одного из каналов связи Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с; - возникновение КЗ (K_{A0}, K_{ABC}, R_{f1-3}=0 Ом, R_f=0 Ом) в точке К1; - через 2 мс — имитация разрыва основного канала связи ДЗЛ (подача управляющего сигнала на размыкание цепи оптического ключа, включенного в рассечку канала связи)	4.2, 19), 29)	Действие ДЗЛ на отключение линии 1 (одной фазы — при однофазных замыканиях, трех фаз — при многофазных замыканиях). Дополнительно фиксируется восстановление работоспособности алгоритма не позднее чем через 40 мс после возникновения неисправности одного из каналов связи
20	Проверка блокировки защиты при неисправности всех каналов связи	Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Каналы связи ДЗЛ (основной и резервный) отключены. Возникновение КЗ (K_{A0}, K_{ABC}, R_{f1-3}=0 Ом, R_f=0 Ом) в точке К1	4.2, 15), 16)	Отсутствие действия ДЗЛ на отключение линии 1. Срабатывание сигнализации о неисправности в полукомплектах ДЗЛ на ПС А и ПС Б
21	Проверка автоматической блокировки всех полукомплектов ДЗЛ при оперативном выводе любого из них	Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Оперативный вывод полукомплекта 1 ДЗЛ на ПС А	4.2, 16)	Убедиться, что полукомплект ДЗЛ на ПС Б заблокирован

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
22	Проверка записи осциллограмм и журналов события	22.1 Проверить длительности записей доаварийных, послеаварийных режимов и максимальную длительность регистрации одного события в осциллограммах. Проверить наличие осциллограмм и журналов событий предыдущих опытов (до и после пропадания или плавном снижении питания устройства) в памяти устройства. Экспортировать осциллограммы и журналы событий из устройства. Проверить суммарную длительность сохраненных в памяти устройства осциллограмм. Экспорт осциллограмм в формат COMTRADE и проверка соответствия требованиям ГОСТ Р 58601	4.2, 1)—4)	Наличие осциллограмм в терминале и на ПК по всем проведенным опытам. Соответствие содержания журнала событий в терминале и на ПК программе испытаний. Суммарная длительность осциллограмм не менее 300 с. Соответствие длительности записей доаварийных, послеаварийных режимов и максимальной длительности регистрации одного события в осциллограммах выставленным уставкам встроенного осциллографа (см. А.5.2.5). Соответствие осциллограмм в формате COMTRADE требованиям ГОСТ Р 58601 в части: - требований к наименованию файлов осциллограмм аварийных событий; - требований к наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файлах осциллограмм аварийных событий; - требований к файлу заголовка (исключая требование о включении в файл перечня дискретных сигналов, изменявших свое состояние за время аварийного режима записи);

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)	Ожидаемый результат
				- требований к файлу информации; - требований к файлу конфигурации
		22.2 Проверить работу встроенного осциллографа устройства в режиме наличия сигнала пуска, превышающего по длительности максимальное время записи одной осциллограммы (заданной уставкой устройства), и при максимальном объеме записываемых сигналов		Корректность записи осциллограмм и событий

[1] Начиная с данного пункта и далее все проверки производятся с введенным УКЕТ (если иное не оговорено в описании проверки). По окончании каждой из проверок, в которой произошло отключение только одной из фаз выключателей, необходимо устранить несоответствие положения фаз принудительным их отключением или включением. Для включения рекомендуется использовать штатную логику ОАПВ с расчетной паузой (при ее наличии) с учетом А.5.2.4.

[2] Проверки по пункту 8 рекомендуется выполнять с использованием функционала ОАПВ (с расчетной паузой) того же производителя, что и проверяемое устройство с функцией ДЗЛ. В этом случае дополнительно контролируется правильность работы функционала ОАПВ. При отсутствии устройства (функции) ОАПВ того же производителя, что и проверяемое устройство с функцией ДЗЛ, допускается моделировать ОАПВ в ПАК РВ программным способом.

[3] Проверки по позициям 12—14 необходимо выполнять без переходных сопротивлений в месте внешнего КЗ и с переходными сопротивлениями в месте внутреннего КЗ (R_{f1}=20 Ом, R_{f2}=5 Ом, R_{f3}=15 Ом, R_f=10 Ом). При этом при выявлении отказа ДЗЛ необходимо повторить соответствующие опыты с исключением переходного сопротивления в месте внутреннего КЗ ($R_{f1\text{-}3}$=0 Ом, R_f=0 Ом).

[4] Проверка работы БНН приводится для варианта ее исполнения, с подключением как к вторичным обмоткам, соединенным в «звезду» (далее — основным вторичным обмоткам), так и соединенным в «разомкнутый треугольник» (далее — дополнительным вторичным обмоткам), при этом:

- вторичные обмотки ТН заземлены (по основной вторичной обмотке — фаза В (UB), по дополнительной вторичной обмотке — конец обмотки «разомкнутого треугольника» (UK)) — условно на клеммной сборке ТН в ОРУ;
- нарушение вторичных цепей вида «обрыв» происходит в кабеле между ТН и автоматом цепей напряжения в ОРУ;
- автоматические выключатели условно установлены в шкафу ТН на ОРУ в цепях «А, С, 0» от основных вторичных обмоток и «Ф, И» — от дополнительных вторичных обмоток;
- КЗ во вторичных цепях отключаются автоматами со стороны ТН. Длительность существования короткого замыкания до отключения автомата принимается равной 100 мс;
- рубильники условно установлены в шкафу ТН на ОРУ в цепях обеих вторичных обмоток.

Следует также учитывать, что:

- при выполнении дополнительных вторичных обмоток по схеме «звезда» проверки, отнесенные к этим обмоткам, необходимо выполнять аналогично проверкам основных вторичных обмоток;

Окончание таблицы А.8

- в случае, если устройством ДЗЛ не используются цепи напряжения «разомкнутого треугольника», моделирование коммутаций с этими цепями производить не требуется;

- в случае, если к устройству ДЗЛ не подключаются выводы «Ф» обмотки «разомкнутого треугольника», несимметричные повреждения цепей напряжения с участием цепей данного вывода в ходе проверки не моделируются;

- программа проверок БНН должна быть адаптирована с учетом рекомендованного производителем подключения по цепям напряжения проверяемого устройства ДЗЛ;

- если к моменту выполнения проверок по данной программе выполнены проверки БНН ступенчатых защит ЛЭП напряжением 330 кВ и выше, в том числе в части выполнения требований ГОСТ Р 58886, то проверки по позиции 16 данной программы допускается не выполнять, моделирование обрыва нулевого провода обмотки, соединенной по схеме «звезда», выполняется с замкнутым рубильником Ssh (см. рисунок А.1.2).

Работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения при всех видах повреждений в первичной сети дополнительно контролируется в процессе проведения всех проверок по данной программе (отсутствие срабатывания при всех видах повреждений, в том числе в неполнофазных режимах на защищаемой линии).

[5] Проверку по позиции 17 необходимо выполнять исходя из условия допустимого снижения напряжения питания до $0,8 \cdot U_{ном}$. Если производителем устройства задан иной порог допустимого снижения напряжения питания, необходимо соответствующим образом скорректировать проверки по позициям 17.1, 17.2.

[6] Опыт проводится только при наличии возможности перезагрузки устройства без снятия с него питания.

[7] Под словом «медленно» понимается переключение со скоростью, достаточной для активации промежуточных групп уставок, а под словом «быстро» — со скоростью, при которой активации промежуточных групп уставок не происходит.

Библиография

[1] Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937)

[2] Требования к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики (утверждены Приказом Минэнерго России от 13 февраля 2019 г. № 101)

[3] МЭК 60255-24:2013/ IEEE Std C37.111-2013 Измерительные реле и устройства защиты. Часть 24. Общий формат для обмена данными переходных процессов (COMTRADE) для энергосистем (Measuring relays and protection equipment — Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems)

[4] IEEE C37.94-2002 Стандарт на волоконно-оптические N раз 64 килобит в секунду интерфейсы между телезащитным и мультиплексорным оборудованием (Standard for N times 64 kilobit per second optical fiber interfaces between teleprotection and multiplexer equipment)

УДК 621.311:006.354 ОКС 27.010

Ключевые слова: релейная защита, дифференциальная защита, линия электропередачи, испытания, модель энергосистемы

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

Сдано в набор 28.12.2022. Подписано в печать 19.01.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,64.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

ОКС 27.010

Изменение № 1 ГОСТ Р 70592—2022 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Дифференциальная защита линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше. Испытания

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.03.2026 № 294-ст

Дата введения — 2026—05—01

Содержание. Наименование раздела 4 изложить в новой редакции: «4 Требования к испытаниям микропроцессорных устройств дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше для подтверждения их соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978»;

дополнить разделом 5:

«5 Требования к испытаниям устройств дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше для подтверждения их функциональной совместимости»;

приложение А. После ссылки «ГОСТ Р 58978» дополнить словами: «и для подтверждения их функциональной совместимости».

Пункт 1.1 изложить в новой редакции:

«1.1 Настоящий стандарт устанавливает порядок и методику проведения испытаний устройств релейной защиты и автоматики, содержащих функцию дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше (далее — устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше), для подтверждения:

1.1.1 соответствия микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше функциональным требованиям ГОСТ Р 58978 (за исключением требований к работе таких устройств в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока) при испытаниях полукомплектов устройств одного производителя с одной версией алгоритма функционирования;

1.1.2 функциональной совместимости микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше с устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше других производителей, выполненными на любой элементной базе (электромеханической, микроэлектронной или микропроцессорной), или с устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше этого же производителя, выполненными на любой элементной базе и имеющими иной тип (марку) или иную версию алгоритма функционирования (далее — другие устройства ДЗЛ)».

Пункт 1.2. Первый абзац. Первое перечисление исключить.

Пункт 1.3. Заменить слова: «системного оператора и субъектов» на «субъекта»;

исключить слова: «в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах».

Пункт 1.4. Исключить слово: «микропроцессорных»;

после ссылки «ГОСТ Р 58978» дополнить словами: «, а также проверке их функциональной совместимости».

Пункт 1.6. Последний абзац. Заменить слова: «полукомплектов ДЗЛ со всех сторон ЛЭП» на «полукомплекта ДЗЛ»;

примечание. После ссылки «ГОСТ Р 58978» дополнить словами: «, а при необходимости обеспечения совместной работы устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше с другими устройствами ДЗЛ — совпадение типа (марки) модернизируемого устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше с типом (маркой) устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, успешно прошедшего испытания для подтверждения его функциональной совместимости с другими устройствами ДЗЛ, устанавливаемыми на ЛЭП».

Раздел 2 дополнить ссылкой:

«ГОСТ Р 52735 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ».

Подраздел 3.1 дополнить пунктом 3.1.4:

«3.1.4

техническая совместимость функциональная (функциональная совместимость): Техническая совместимость, характеризующая пригодность изделий к совместному взаимодействию по видам функций, значениям параметров и эксплуатационным характеристикам.

[Адаптировано из ГОСТ 30709—2002, статья 5.2]

».

Подраздел 3.2. Исключить слова: «ПК — программный комплекс;».

Раздел 4. Заголовок изложить в новой редакции:

«**4 Требования к испытаниям микропроцессорных устройств дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше для подтверждения их соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978**».

Пункт 4.2. После слов «распространяются на» дополнить словами: «конкретный тип (марку) и».

Пункт 4.10. Седьмое перечисление дополнить словами: «[с указанием регистрационного номера, года утверждения и версии стандарта с учетом внесенных изменений (при наличии)]»;

девятое перечисление. После слов «описание устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше» дополнить словами: «тип (марку),»;

15-е перечисление. Заменить слова: «или встроенных» на «и (или) встроенных»;

дополнить перечислениями:

после пятого перечисления:

«- цель проведения испытаний: испытания на подтверждение соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978»;

после 11-го перечисления:

«- принципиальные схемы подключения устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше к ПАК РВ;

- схему организации канала связи между устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;».

Пункт 4.13. Первый абзац изложить в новой редакции:

«4.13 Информация о результатах испытаний микропроцессорного устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на соответствие функциональным требованиям ГОСТ Р 58978 с указанием наименования, типа (марки) устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, номера версии программного обеспечения и номера версии алгоритма функционирования, в отношении которого проводились испытания (далее — информация о результатах испытаний на соответствие ГОСТ Р 58978), и приложением копии протокола испытаний должна быть направлена владельцем устройства (уполномоченным им лицом) субъекту оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике»;

второй и третий абзацы. После слов «о результатах испытаний» дополнить словами: «на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978»;

Пункт 4.14 после слов «о результатах испытаний» дополнить словами: «на соответствие требованиям ГОСТ Р 58978»;

после слова «размещаться» дополнить словами: «(за исключением информации о номере версии программного обеспечения)».

Стандарт дополнить разделом 5:

«**5 Требования к испытаниям устройств дифференциальной защиты линий электропередачи классом напряжения 330 кВ и выше для подтверждения их функциональной совместимости**

5.1 Проверку микропроцессорного устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость с другими устройствами ДЗЛ, указанными в 1.1.2, выполняют в случае, если в технической документации производителя такого микропроцессорного устройства ДЗЛ заявлено о его соответствии требованиям ГОСТ Р 58978 и содержится информация о его функциональной совместимости с другими устройствами ДЗЛ, указанными в 1.1.2.

Для подтверждения функциональной совместимости устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше проводят испытания.

5.2 Испытания микропроцессорного устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость с другими устройствами ДЗЛ, указанными в 1.1.2, проводят только в

отношении микропроцессорного устройства ДЗЛ, ранее прошедшего испытания для подтверждения соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978 в соответствии с разделом 4.

Допускается проводить проверку микропроцессорного устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость одновременно с испытаниями для подтверждения соответствия такого устройства функциональным требованиям ГОСТ Р 58978 при соблюдении следующих условий:

- испытания устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше проводят в последовательности, предусматривающей проведение на первом этапе испытаний такого устройства на соответствие функциональным требованиям ГОСТ Р 58978, на втором этапе — испытаний на функциональную совместимость;

- испытания на функциональную совместимость проводят только в случае положительных результатов испытаний устройства на соответствие функциональным требованиям ГОСТ Р 58978.

5.3 Результаты испытаний на функциональную совместимость распространяются на устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, прошедшие испытания на функциональную совместимость, с указанием их производителей, типов (марок), а также версий алгоритмов функционирования (для микропроцессорных устройств).

При изменении версии программного обеспечения устройства ДЗЛ, не приводящем к изменению версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, ранее прошедшего испытания на функциональную совместимость, проводить повторные испытания не требуется.

При изменении версии программного обеспечения устройства ДЗЛ, приводящем к изменению версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, ранее прошедшего испытания на функциональную совместимость, необходимо проводить повторные испытания.

В случае изменения версии алгоритма функционирования устройства ДЗЛ, прошедшего испытания на функциональную совместимость, необходимо проводить повторные испытания.

5.4 Испытания на функциональную совместимость устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше следует проводить в соответствии с методикой проведения испытаний согласно приложению А с использованием ПАК РВ.

5.5 Для проведения испытаний устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость организация, осуществляющая испытания, должна соответствовать требованиям 4.4 и 4.5.

5.6 Испытания на функциональную совместимость следует проводить по программе, разработанной в соответствии с приложением А.

5.7 Для проведения испытаний на функциональную совместимость владельцем устройства в отношении устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, проверяемых на функциональную совместимость, должны быть представлены следующие документы и информация:

- руководства (инструкции) по эксплуатации устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, включающие техническое описание с обязательным указанием типа (марки), номера версии алгоритма функционирования и номера версии программного обеспечения (для микропроцессорных устройств), области применения, функционально-логические схемы с описанием алгоритмов работы устройства, а также инструкции по наладке, техническому обслуживанию и эксплуатации устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;

- рекомендации по обеспечению функциональной совместимости (указанная информация может содержаться в руководстве (инструкции) по эксплуатации и (или) методике расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования). Обязательно для проверяемых микропроцессорных устройств, заявленных как соответствующие требованиям ГОСТ Р 58978, для других устройств — при наличии;

- номера версий алгоритмов функционирования устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше (для микропроцессорных устройств);

- номера версий программного обеспечения устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше (для микропроцессорных устройств);

- методики расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше. Обязательно для проверяемых микропроцессорных устройств, заявленных как соответствующие требованиям ГОСТ Р 58978, для других устройств — при наличии;

- документы, подтверждающие результаты испытаний на соответствие ГОСТ Р 58978. Обязательно для проверяемых микропроцессорных устройств, заявленных как соответствующие требованиям ГОСТ Р 58978;

- параметры настройки и, при необходимости, схемы дополнительной логики устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше для проведения испытаний, а также обоснование их выбора.

Примечание — При подготовке параметров настройки владельцем устройства необходимо при наличии технической возможности учитывать рекомендации по выбору уставок, приведенные в А.5.2.4, А.5.2.5 и в А.5.2.6, перечисление г), а также рекомендации производителей по обеспечению функциональной совместимости.

Указанные документы и информация представляются как в отношении устройства (устройств) ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше данного владельца, так и в отношении других устройств ДЗЛ, указанных в 1.1.2.

5.8 Для проведения испытаний на функциональную совместимость владелец устройства передает организации, осуществляющей испытания, два полукомплекта ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, аппаратуру для организации канала связи между полукомплектами защиты и согласовывает схемы их подключения к тестовой модели энергосистемы (к интерфейсным блокам ПАК РВ).

Примечание — Для организации канала связи должна использоваться аппаратура, рекомендованная производителями РЗА или соответствующая предъявляемым ими техническим требованиям.

5.9 В случае если проверку устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше выполняют на функциональную совместимость с устройством ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше другого производителя, владелец устройства, инициировавший проведение такой проверки, уведомляет о ее проведении производителя соответствующего устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше (при осуществлении таким производителем или юридическим лицом, являющимся его правопреемником, деятельности на территории Российской Федерации на момент начала проведения испытаний на функциональную совместимость). В этом случае указанный производитель (его уполномоченный представитель) вправе принимать участие в проведении испытаний на функциональную совместимость с устройством ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше данного производителя.

5.10 Результаты испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость оформляют в виде протокола. Протокол испытаний должен быть подписан всеми участниками испытаний и утвержден уполномоченным должностным лицом организации, осуществляющей испытания.

5.11 Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- наименование и адрес владельца устройства;
- наименование и адрес организации, проводившей испытания;
- номер и дату протокола испытаний, нумерацию каждой страницы протокола, а также общее количество страниц;
- дату (период) проведения испытаний;
- место проведения испытаний;
- цель проведения испытаний: испытания на функциональную совместимость устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;
- перечень лиц, принявших участие в испытаниях;
- программу испытаний;
- наименование производителя (производителей) устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, функциональная совместимость которых проверялась;
- описание устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше с указанием их типов (марок), номинальных параметров, номеров версий программного обеспечения и номеров версий алгоритмов функционирования (для микропроцессорных устройств), структурные схемы алгоритмов функционирования устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше и их описание с учетом внесенных при испытаниях изменений;
- описание тестовой модели энергосистемы, на которой проводились испытания;
- параметры ПАК РВ (тип, модель, заводской номер);
- принципиальные схемы подключения устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше к ПАК РВ;
- схему организации канала связи между устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше;

- параметры настройки (уставки) устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше и обоснование их выбора, представленные владельцем устройства;

- скорректированные параметры настройки устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, при которых проводились испытания (в случае если такие параметры были изменены по сравнению с первоначально выбранными параметрами настройки), с приложением обоснования корректировки;

- результаты проведенных испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на тестовой модели энергосистемы, содержащие материалы (осциллограммы, отражающие все входные и выходные аналоговые и дискретные сигналы, подаваемые в устройство и принимаемые от устройства, а также информацию о внутренних вычисляемых переменных и сигналах, журналы срабатываний испытуемых устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, данные автономного РАС и (или) РАС ПАК РВ и т. п.), достаточные для оценки правильности функционирования испытуемых устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в каждом из проведенных опытов;

- оценку правильности функционирования устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше в каждом из проведенных опытов и выводы об их функциональной совместимости, в том числе отдельно по каждому проверяемому параметру, характеристике.

5.12 В протоколе испытаний не допускается помещать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытанных устройств ДЗЛ и (или) алгоритмов их функционирования.

Содержащиеся в протоколе испытаний выводы о функциональной совместимости проверяемых устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше должны носить констатирующий характер. Не допускается включение в протокол испытаний выводов о функциональной совместимости проверяемых устройств в сослагательном наклонении или при условии реализации определенных мероприятий, не предусмотренных производителями в рекомендациях по обеспечению функциональной совместимости, представленных согласно 5.7.

5.13 Устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше считают успешно прошедшими испытания на функциональную совместимость, если по результатам всех опытов сделан вывод о правильной совместной работе устройств.

5.14 Информация о результатах испытаний устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость с указанием производителей, наименований, типов (марок) устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, для микропроцессорных устройств с указанием также номеров версий программного обеспечения и номеров версий алгоритмов функционирования, в отношении которых проводились испытания (далее — информация о результатах испытаний на функциональную совместимость), и приложением копии протокола испытаний должна быть направлена владельцем устройства (уполномоченным им лицом), по инициативе которого проводились испытания, субъекту оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.

Информация о результатах испытаний на функциональную совместимость (протокол испытаний) должна храниться у владельца устройства, по инициативе которого проводились испытания.

5.15 В случае если испытания проводились по инициативе производителя одного из испытуемых устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, информация о результатах испытаний на функциональную совместимость (протокол испытаний) должна предоставляться:

- субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии, владеющим на праве собственности или ином законном основании объектами по производству электрической энергии, объектами электросетевого хозяйства и (или) энергопринимающими установками, входящими в состав электроэнергетической системы или присоединяемыми к ней, при проведении закупочных процедур для подтверждения функциональной совместимости испытуемых устройств;

- производителю другого устройства ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше, функциональная совместимость с которым проверялась в ходе испытаний (при осуществлении таким производителем или юридическим лицом, являющимся его правопреемником, деятельности на территории Российской Федерации).

5.16 Информация о результатах испытаний на функциональную совместимость, полученная субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в соответствии с 5.15, должна систематизироваться и размещаться (за исключением информации о номерах версий программного обеспечения) на официальном сайте субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике или ином общедоступном ресурсе в сети Интернет».

Приложение А. Заголовок. После ссылки «**ГОСТ Р 58978**» дополнить словами: «**и для подтверждения их функциональной совместимости**».

Подраздел А.1 изложить в новой редакции:

«**А.1 Область применения**

Методику следует применять при проведении испытаний микропроцессорных устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше для проверки:

А.1.1 соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978;

А.1.2 функциональной совместимости с устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше других производителей, выполненными на любой элементной базе (электромеханической, микроэлектронной или микропроцессорной), или с устройствами ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше этого же производителя, выполненными на любой элементной базе и имеющими иной тип (марку) или иную версию алгоритма функционирования».

Пункт А.3.2. Таблица А.2. Раздел «Сопротивление вторичной нагрузки ТН по дополнительной обмотке». Вторую строку изложить в новой редакции:

«

Нагрузка, включенная на соответствующие выводы дополнительной обмотки, исходя из схемы подключения испытуемых устройств, Ом	20 000

»;

третью строку исключить.

Пункт А.3.3. Таблица А.4. Первая графа. Наименование. Исключить слова: «(отклонения от нормальной схемы)»;

таблицу А.5 изложить в новой редакции:

«Таблица А.5 — Значения токов короткого замыкания для базовых параметров модели

Схема сети	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ПС А, кА	Ток в защите со стороны ПС Б, кА
Все линии в работе, АТ А и АТ Б отключены	К1	$К^{(3)}$	I_1	12,286 (12,268)	2,201 (2,223)
				12,286 (12,268)	
	К5			2,12 (2,158)	10,744 (10,7)
				2,12 (2,158)	
	К1	$К^{(1,1)}$	$3 \cdot I_0$	10,302 (10,176)	1,165 (1,103)
				10,302 (10,176)	
			I_1	7,862 (7,896)	1,454 (1,505)
				7,862 (7,896)	
			I_2	4,43 (4,377)	0,875 (0,839)
				4,43 (4,377)	
	К5	$К^{(1)}$	$3 \cdot I_0$	0,626 (0,593)	10,82 (10,64)
				0,626 (0,593)	
			I_1	1,417 (1,486)	6,76 (6,781)
				1,417 (1,486)	
			I_2	0,734 (0,701)	4,008 (3,942)
				0,734 (0,701)	

Продолжение таблицы А.5

Схема сети	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ПС А, кА	Ток в защите со стороны ПС Б, кА
Все линии в работе, АТ А и АТ Б отключены	К1	$К^{(1)}$	$3 \cdot I_0$	11,352 (11,213)	1,284 (1,215)
				11,352 (11,213)	
			I_1	3,787 (3,868)	0,98 (1,025)
				3,787 (3,868)	
			I_2	3,642 (3,599)	0,719 (0,69)
				3,642 (3,599)	
	К5		$3 \cdot I_0$	0,693 (0,655)	11,981 (11,759)
				0,693 (0,655)	
			I_1	0,818 (0,904)	3,149 (3,223)
				0,818 (0,904)	
			I_2	0,597 (0,572)	3,262 (3,221)
				0,597 (0,572)	
В работе только Линия 1, Линия 2 отключена и заземлена с обеих сторон, АТ А и АТ Б отключены	К1	$К^{(3)}$	I_1	11,298 (11,299)	3,241 (3,290)
				11,298 (11,299)	
	К5			2,609 (2,667)	6,853 (6,853)
				2,609 (2,667)	
	К1	$К^{(1,1)}$	$3 \cdot I_0$	9,737 (9,631)	1,72 (1,672)
				9,737 (9,631)	
			I_1	7,307 (7,35)	2,164 (2,237)
				7,307 (7,35)	
			I_2	4,005 (3,961)	1,285 (1,253)
				4,005 (3,961)	
	К5		$3 \cdot I_0$	0,842 (0,817)	9,022 (8,847)
				0,842 (0,817)	
			I_1	1,819 (1,896)	4,537 (4,58)
				1,819 (1,896)	
			I_2	0,843 (0,821)	2,412 (2,365)
				0,843 (0,821)	

Окончание таблицы А.5

Схема сети	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ПС А, кА	Ток в защите со стороны ПС Б, кА
В работе только Линия 1, Линия 2 отключена и заземлена с обеих сторон, АТ А и АТ Б отключены	К1	$К^{(1)}$	$3 \cdot I_0$	10,661 (10,54)	1,884 (1,83)
				10,661 (10,54)	
			I_1	3,629 (3,71)	1,495 (1,554)
				3,629 (3,71)	
			I_2	3,337 (3,302)	1,07 (1,045)
				3,337 (3,302)	
	К5		$3 \cdot I_0$	0,881 (0,855)	9,442 (9,254)
				0,881 (0,855)	
			I_1	1,136 (1,22)	2,491 (2,561)
				1,136 (1,22)	
			I_2	0,77 (0,751)	2,202 (2,162)
				0,77 (0,751)	
Примечания 1 Для схем с включенными реакторами значения токов КЗ приведены в скобках, для схем с отключенными реакторами — без скобок. 2 Здесь и далее обозначение видов КЗ приведено в соответствии с ГОСТ Р 52735.					

».

Пункт А.4.1 дополнить абзацем:

«При испытаниях устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше на функциональную совместимость в случае, если только одно из устройств заявлено как соответствующее требованиям ГОСТ Р 58978, то в качестве устройства «ДЗЛ Б», изображенного на рисунке А.1, подключают устройство, соответствие требованиям ГОСТ Р 58978 которого не заявлено. В случае если оба устройства заявлены как соответствующие требованиям ГОСТ Р 58978, требования по их подключению по сторонам Линии 1 не предъявляются».

Пункт А.4.4.9. Заменить слова: «Частотный диапазон» на «Минимальный диапазон частот»;

заменить значение: «0—2000 Гц» на «от 0 до 2000 Гц».

Подраздел А.5. Первый абзац. После слов «Испытания устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше» дополнить словами: «для подтверждения соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978»;

после слов «2) Функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы» дополнить абзацами:

«Для подтверждения соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978 выполняют все опыты, приведенные в таблице А.8.

Испытания устройств ДЗЛ ЛЭП классом напряжения 330 кВ и выше для подтверждения их функциональной совместимости необходимо проводить в один этап — функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы. Документальную проверку в указанном случае не проводят.

При испытаниях на функциональную совместимость выполняют только опыты 6 (пункты 6.1, 6.2, 6.4); 7 (пункты 7.1, 7.2); 8—14, приведенные в таблице А.8, с учетом требований А.5.2.8».

Пункт А.5.1.3. Таблица А.6. Графа «Описание проверки». Для вида проверки «2.2 Проверка функции синхронизации времени» дополнить словами: «по протоколам синхронизации, обеспечивающим точность синхронизации не более 1 мс».

Пункт А.5.2.3. После слов «При проведении испытаний» дополнить словами: «устройств ДЗЛ для подтверждения их соответствия функциональным требованиям ГОСТ Р 58978».

Пункт А.5.2.7. После слов «в таблице А.8» дополнить словами: «Особенности проведения испытаний при подтверждении функциональной совместимости приведены в А.5.2.8»;

таблица А.8. Опыт № 8[2]. Графа «Описание проверки». Пункт 8.3. Заменить значения:

«8.3.7 $К^{(1)}_{А0\ (В0;\ С0)}$ с R_{f1} = 0 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС0\ (АС0;\ АВ0)}$ с R_f = Ом.

8.3.8 $К^{(1)}_{А0\ (В0;\ С0)}$ с R_f = 15 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС0\ (АС0;\ АВ0)}$ с R_f = 10 Ом» на

«8.3.7 $К^{(1)}_{А0\ (В0;\ С0)}$ с R_{f1} = 0 Ом, через 0,5 с. $К^{(1,1)}_{ВС0\ (АС0;\ АВ0)}$ с R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом.

8.3.8 $К^{(1)}_{А0\ (В0;\ С0)}$ с R_f = 15 Ом, через 0,5 с. $К^{(1,1)}_{ВС0\ (АС0;\ АВ0)}$ с R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом»;

опыт № 14[3]. Графа «Описание проверки» Пункт 14.2. «Виды КЗ» Заменить значения:

«14.2.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$.

14.2.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$» на

«14.2.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом»

14.2.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом»;

опыт № 16[4]. Графа «Описание проверки». Пункт 16.1. Второй абзац. После слов «цепей напряжения» дополнить словами: «Вывести действие ДЗЛ на отключение выключателей»;

второе перечисление. После слов «через 0,2 с» дополнить словами: «длительностью 2 с»;

исключить слова: «3) от основных (соединенных в «звезду») и дополнительных вторичных обмоток (соединенных в «разомкнутый треугольник»)»;

«обрыв фаз А, В, С и нуля (отключен рубильник в цепях основных обмоток) и обрыв выводов Н, К, Ф, И (отключен рубильник в цепях дополнительных обмоток)»;

графа «Ожидаемый результат». Пункт 16.1. Исключить слова: «Возврат БНН»;

после слов: «Действие ДЗЛ на отключение при внутреннем КЗ» дополнить словами: «Несрабатывание при внешних КЗ»;

заменить слова: «(и его места — только при использовании» на «и его места (только при использовании»;

графа «Описание проверки». Пункт 16.2. Первый абзац. После слов «вторичной обмотки ТН» дополнить словами: «Уставками введена блокировка УКЕТ ДЗЛ при неисправности цепей напряжения»;

опыт № 18. Графа «Описание проверки». Пункт 18.2 изложить в новой редакции:

«18.2 Переключение с использованием функциональных клавиш (при наличии функционала): выполнить поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (медленно). При переключении на новую группу уставок контролировать ее активацию. По окончании переключиться на группу уставок 1»;

пункты 18.2.1, 18.2.2 исключить;

опыт № 22. Пункт 22.1. Графа «Ожидаемый результат». Заменить сокращение: «ПК» на «персональном компьютере».

Подраздел А.5.2 дополнить пунктом А.5.2.8:

«А.5.2.8 Особенности проведения испытаний при подтверждении функциональной совместимости:

а) настройку измерительных органов, УКЕТ (их ввод/вывод) независимо от указаний таблицы А.8 выполняют в соответствии с рекомендациями производителей по обеспечению функциональной совместимости;

б) при выполнении опытов не осуществляют проверку работы ДЗЛ при изменении эксплуатационного состояния (вводе/выводе) УКЕТ;

в) для всех опытов с внутренним КЗ в графе «Ожидаемый результат» дополнительно контролируют время срабатывания ДЗЛ, которое не должно превышать время срабатывания, указанное в технической документации производителя;

г) для всех опытов в графе «Ожидаемый результат» не выполняют контроль правильности работы БНН;

д) при выполнении опыта № 6 (см. пункт 6.2) перевод действия устройства ДЗЛ на отключение трех фаз выполняют, если устройство ДЗЛ действует на отключение одной фазы;

е) заполнение графы «Проверяемое требование ГОСТ Р 58978—2020 (пункт, перечисление)» не требуется;

ж) если в устройстве, функциональная совместимость с которым проверяется, не реализованы функции ОАПВ и ИПФ, то фазоселективность данного устройства и работу ОАПВ моделируют посредством ПАК РВ в соответствии с А.4.3.3 и А.4.3.4. Работу функций ОАПВ и ИПФ данного устройства в

процессе опытов в этом случае не оценивают, а в протоколе испытаний делают запись об отсутствии проверки указанных функций».

(ИУС № 7 2026 г.)

gost.e-ecolog.ru