ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71489— 2024

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. Испытания

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

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 8 июля 2024 г. № 903-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», 2024

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 2
4 Требования к испытаниям устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше 4
Приложение А (обязательное) Методика проведения испытаний микропроцессорных устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886 8
Приложение Б (обязательное) Методика проведения испытаний микропроцессорных устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886. 44
Библиография 71

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 в соответствии с 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 функции дистанционной и токовых защит линий электропередачи и оборудования классом напряжения 330 кВ и выше, требованиям ГОСТ Р 58886.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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. Испытания

United power system and isolated power systems.
Relay protection and automation.
Distance and overcurrent protection of power lines and utilities 330 kV and above. Testing

Дата введения — 2024—09—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает порядок и методику проведения испытаний микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, содержащих функции ступенчатых дистанционной и токовых защит линий электропередачи и автотрансформаторов (трансформаторов) классом напряжения 330 кВ и выше, за исключением автотрансформаторов (трансформаторов) с односторонним питанием [далее — ступенчатые защиты ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, если не требуется разделение], для подтверждения соответствия указанных устройств требованиям ГОСТ Р 58886 в части реализации в них функций ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше.

1.2 Настоящий стандарт не определяет порядок и методику испытаний устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше на соответствие требованиям к работе таких устройств в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока.

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, субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, 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.

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 58886.

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

1.6 Требования настоящего стандарта не распространяются (за исключением случаев, указанных в четвертом абзаце) на устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше в случае, если такие устройства:

- установлены на объектах электроэнергетики до вступления в силу настоящего стандарта;

Издание официальное

- 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 ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше выполнение требований настоящего стандарта должно быть обеспечено при их модернизации (при технической возможности) посредством установки версии алгоритма функционирования, успешно прошедшей испытания и проверку на соответствие требованиям настоящего стандарта, или при замене устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше.

Примечание — Для целей настоящего пункта под технической возможностью понимается совпадение типа (марки) модернизируемого устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше с типом (маркой) устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, успешно прошедшего испытания и проверку на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886.

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 установленным ГОСТ Р 58886, а также требований к объемам сервисного обслуживания, объему заводских проверок, оперативному и техническому обслуживанию устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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—2020 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

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 58886, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **номер версии алгоритма функционирования устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше:** Индивидуальный цифровой, буквенный или буквенно-цифровой набор (номер), в том числе входящий в состав номера версии программного обеспечения устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, отличающий указанную версию алгоритма функционирования ступенчатых защит от других версий и подлежащий изменению при внесении изменений в алгоритм функционирования ступенчатых защит (включая изменения, вносимые при модификации, иной переработке или адаптации алгоритма функционирования ступенчатых защит).

3.1.2 **номер версии программного обеспечения устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше:** Индивидуальный цифровой, буквенный или буквенно-цифровой набор (номер), отличающий данную модификацию программного обеспечения устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше от других версий.

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

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АПВ — автоматическое повторное включение;
АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом;
АТ — автотрансформатор;
БНН — блокировка при неисправности в цепях напряжения;
БК — блокировка при качаниях;
ВАХ — вольтамперная характеристика;
ВЛ — воздушная линия электропередачи;
ВН — высшее напряжение;
ДЗ — дистанционная защита;
ДЗО — дифференциальная токовая защита ошиновки;
ДЗШ — дифференциальная токовая защита отдельной секции шин;
ЗНР — защита от неполнофазного режима;
ИПФ — избиратель поврежденной фазы;
ИЧМ — интерфейс «человек—машина»;
КЗ — короткое замыкание;
ЛЭП — линия электропередачи;
МТЗ — максимальная токовая защита;
МФТО — междуфазная токовая отсечка;
ОАПВ — однофазное автоматическое повторное включение;
ОНМ — орган направления мощности;
ОРУ — открытое распределительное устройство;
ОУ — оперативное ускорение;
ПК — программный комплекс;
ПО — пусковой орган;
ПС — подстанция;
РАС — регистратор аварийных событий;
РЗ — релейная защита;
РЗА — релейная защита и автоматика;
РУ — распределительное устройство;
СН — среднее напряжение;
Т — трансформатор;
ТН — измерительный трансформатор напряжения;
ТЗНП — токовая защита нулевой последовательности;
ТЗО — токовая защита ошиновки;
ТО — телеотключение;
ТУ — телеускорение;
ТТ — измерительный трансформатор тока;
ЦАП — цифроаналоговый преобразователь;

ШР — шинный разъединитель;
ЭДС — электродвижущая сила.

4 Требования к испытаниям устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше

4.1 Для проверки выполнения функциональных требований к устройствам ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, установленных ГОСТ Р 58886, следует проводить испытания.

4.2 В зависимости от предназначения микропроцессорных устройств РЗА, содержащих функции ступенчатых дистанционной и токовых защит, испытания указанных устройств и алгоритмов их функционирования проводятся:

- для проверки выполнения функциональных требований к устройствам ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше;
- для проверки выполнения функциональных требований к устройствам ступенчатых защит автотрансформаторов (трансформаторов) 330 кВ и выше.

4.3 Результаты испытаний на соответствие функциональным требованиям к устройствам ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, установленным в ГОСТ Р 58886 (далее — испытания), распространяются на конкретный вид устройства в зависимости от его предназначения в соответствии с 4.2, тип (марку) и конкретную версию алгоритма функционирования устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, непосредственно прошедшую проверку выполнения указанных требований.

При планируемом использовании устройства ступенчатых защит, прошедшего испытания для одного из предназначений, указанных в 4.2, с другим предназначением необходимо проводить повторные испытания для подтверждения соответствия устройства РЗА и алгоритма его функционирования функциональным требованиям, предъявляемым при использовании устройства РЗА для соответствующих целей.

При изменении версии программного обеспечения устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, не приводящем к изменению версии алгоритма функционирования устройства ступенчатых защит, ранее прошедшего испытания, проводить повторные испытания не требуется.

При изменении версии программного обеспечения устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, приводящем к изменению версии алгоритма функционирования устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, ранее прошедшего испытания, необходимо проводить повторные испытания.

При изменении версии алгоритма функционирования устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, прошедшего испытания, необходимо проводить повторные испытания.

4.4 Испытания устройств ступенчатых защит на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886 следует проводить с использованием ПАК РВ.

4.5 Испытания следует проводить в соответствии с методикой проведения согласно приложению А для ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше и согласно приложению Б для ступенчатых защит автотрансформаторов (трансформаторов) 330 кВ и выше.

4.6 Если версия алгоритма функционирования испытуемого устройства ступенчатых защит ранее успешно прошла испытания на соответствие функциональным требованиям, предъявляемым к ступенчатым защитам одного из видов в зависимости от предназначения в соответствии с 4.2, то при проведении испытания такого устройства ступенчатых защит и алгоритма его функционирования на соответствие функциональным требованиям, предъявляемым к ступенчатым защитам другого вида предназначения, допускается не выполнять проверки требований по ГОСТ Р 58886—2020, пункт 4.2, перечисления а)—ж), н), а также перечисление и), позиции 3)—7).

Для этих опытов в протоколе испытаний приводят соответствующую запись с указанием реквизитов ранее оформленного протокола испытаний, подтверждающего успешное прохождение устройством ступенчатых защит и алгоритмом его функционирования соответствующих опытов.

4.7 Для проведения испытаний устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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, соз-

данную с применением ПАК РВ в составе тестовой схемы с необходимыми характеристиками в соответствии с приложением А для испытаний ступенчатых защит ЛЭП и приложением Б для испытаний ступенчатых защит АТ;

- 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.

4.8 Указанные в 4.7 требования являются минимально необходимыми. В случаях, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации, или по решению производителя устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, собственника или иного законного владельца объекта электроэнергетики, на котором планируется к установке (установлено) устройство ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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.

4.9 Испытания ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше следует проводить по программе, разработанной в соответствии с приложением А.

Испытания ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше следует проводить по программе, разработанной в соответствии с приложением Б.

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

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

Примечание — При подготовке параметров настройки владельцем устройства необходимо:

а) дополнительно предоставить параметры настройки ИПФ, а также ОАПВ и БК;

б) учитывать рекомендации по выбору уставок, приведенные в А.5.2.4—А.5.2.9 и А.5.2.10, перечисление г), при выборе уставок ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше и приведенные в Б.5.2.2, Б.5.2.4—Б.5.2.7 и Б.5.2.8, перечисление г), при выборе уставок ступенчатых защит автотрансформаторов (трансформаторов) 330 кВ и выше.

4.11 Для проведения испытаний владелец устройства передает организации, осуществляющей испытания:

а) при испытаниях ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше — два полукомплекта указанных защит, а также аппаратуру для организации канала связи между полукомплектами защит. Он также согласовывает схемы их подключения к тестовой модели энергосистемы (к интерфейсным блокам ПАК РВ).

Примечание — Для организации канала связи необходимо использовать аппаратуру, рекомендованную производителем РЗА или соответствующую предъявляемым им техническим требованиям;

б) при испытаниях ступенчатых защит автотрансформаторов (трансформаторов) 330 кВ и выше — один комплект указанных защит.

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

4.13 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 58886, на соответствие которым проведены испытания;
- программу испытаний;
- описание устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, включая схему подключения устройства к ТТ (подключение только к одному ТТ или на сумму токов ТТ в ветвях выключателей), номинальные параметры, тип (марку), номер версии программного обеспечения и номер версии алгоритма функционирования устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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 ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше с обоснованием их выбора, представленные владельцем устройства;
- скорректированные параметры настройки устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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 ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше;
- результаты проведенных функциональных испытаний устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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 ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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 испытуемых устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше в каждом из проведенных опытов;
- оценку правильности функционирования устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше в каждом из проведенных опытов и выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров, характеристик данных устройств требованиям ГОСТ Р 58886, в том числе отдельно по каждому проверяемому параметру, характеристике.

4.14 В протоколе испытаний не допускается помещать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытанного устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше и (или) алгоритма его функционирования.

Содержащиеся в протоколе испытаний выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше требованиям ГОСТ Р 58886 должны носить безусловный, констатирующий характер. Не допускается включение в протокол испытаний выводов о соответствии параметров испытанного устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше (или) алгоритма его функционирования требованиям ГОСТ Р 58886 в сослагательном наклонении или при условии реализации определенных мер.

4.15 Устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 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 58886.

4.16 Информация о результатах испытаний с указанием наименования, типа устройств ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, номера версии программного обеспечения и алгоритма функционирования, в отношении которого проводились испытания (далее — информация о резуль-

татах испытаний), 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.

Если испытания проводились по инициативе производителя устройства ступенчатых защит ЛЭП (оборудования) 330 кВ и выше, информация о результатах испытаний (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 соответствия устройств требованиям настоящего стандарта.

4.17 Информация о результатах испытаний, полученная субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в соответствии с 4.16, 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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886

А.1 Область применения

Методику следует применять при проведении испытаний микропроцессорных устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше для проверки на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886.

А.2 Этапы подготовки и проведения испытаний устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше

А.2.1 Испытания устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше должны проводиться с использованием ПАК РВ.

А.2.2 Испытания должны содержать следующие этапы:

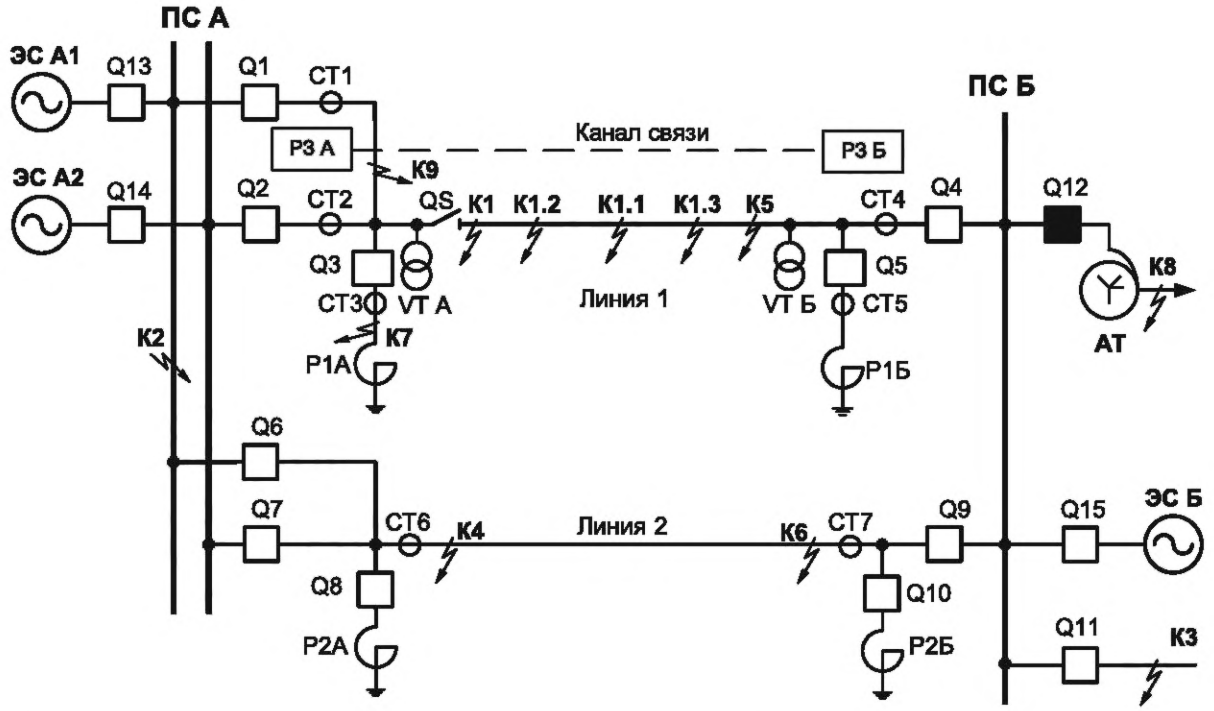
- сборку тестовой модели энергосистемы;
- выставление в устройствах ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше, предоставленных владельцем устройства, параметров настройки для тестовой модели энергосистемы;
- подключение устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше к ПАК РВ, а также при необходимости к автономному РАС;
- подключение оборудования для организации канала связи испытуемых устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше;
- проведение испытаний устройств ступенчатых защит ЛЭП 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).

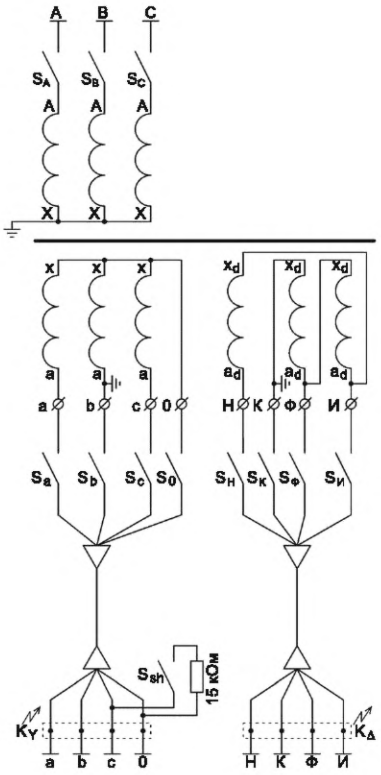
А.3.2 ТН линии 1 (VTA, VTБ) моделируются, используя схему, изображенную на рисунке А.2.

А.3.3 Моделируется нелинейность характеристики магнитопровода АТ в соответствии с рисунком А.3. При этом в ходе опытов остаточная магнитная индукция магнитопровода АТ (если иное не оговорено в условиях выполнения опыта) принимается равной нулю.



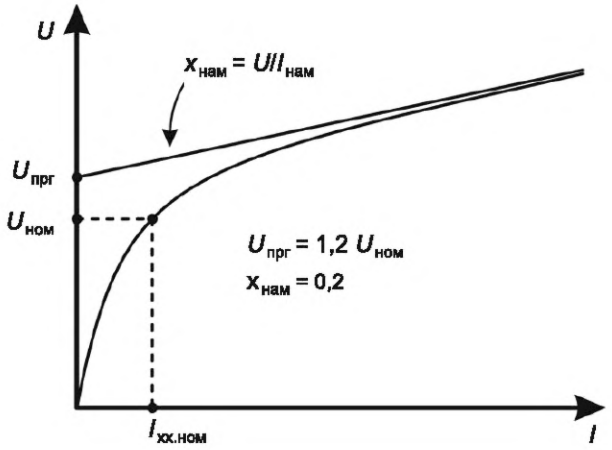
АТ — автотрансформатор; К — место КЗ; ПС — подстанция; Р — шунтирующий реактор; ЭС — эквивалентная модель энергосистемы; СТ — трансформатор тока; VT — трансформатор напряжения; Q — выключатель; QS — разъединитель (нормально включен); К1 — КЗ вблизи шин ПС А на Линии 1 (0 %) (зона действия МФТО ПСА); К1.1 — КЗ в прямом направлении в конце зоны действия первой ступени ДЗ РЗ А (90 % «охвата» первой ступени ДЗ); К1.2 — КЗ в прямом направлении в конце зоны действия первой ступени ТЗНП РЗ А (удаленность КЗ выбирают так, чтобы при однофазном КЗ в этой точке ток нулевой последовательности в месте установки защиты составлял 1,1 тока срабатывания); К1.3 — КЗ в прямом направлении за пределами зоны действия первой ступени ДЗ РЗ А (110 % «охвата» первой ступени ДЗ); К2 — КЗ на шинах ПС А; К3 — КЗ на присоединении вблизи шин ПС Б; К4 — КЗ вблизи шин ПС А на Линии 2 (0 %); К5 — вблизи шин ПС Б на Линии 1 (0 %); К6 — вблизи шин ПС Б на Линии 2 (0 %); К7 — КЗ на выводах ВН ШР Р1А; К8 — КЗ на выводах СН АТ; К9 — КЗ на ошиновке Линии 1 со стороны ПС А

Рисунок А.1 — Схема тестовой модели энергосистемы



S — рубильники для коммутации элементов схемы замещения; К — место КЗ

Рисунок А.2 — Схема ТН



$U_{ном}$ — номинальное напряжение автотрансформатора; $U_{прг}$ — напряжение в точке перегиба ВАХ, $x_{нам}$ — сопротивление ветви намагничивания АТ при насыщении магнитопровода; $I_{хх.ном}$ — номинальное значение тока холостого хода АТ; $I_{нам}$ — значение тока намагничивания

Рисунок А.3 — Вольтамперные характеристики автотрансформаторов АТ

А.3.4 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
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	0,536
	Удельная емкостная проводимость прямой последовательности, мкСм/км	3,908
	Удельная емкостная проводимость нулевой последовательности, мкСм/км	2,851
Шунтирующие реакторы Линий 1, 2	$S_{ном}$, МВА	60
	$P_{пот}$, кВт	205

Окончание таблицы А.1

Элемент	Параметр	Значение
Параметры АТ	Номинальная мощность $S_{ном}$, МВА	500
	Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора $U_{ВН,}$	500
	Номинальное напряжение обмотки СН трансформатора $U_{СН}$, кВ	230
	Напряжение КЗ $U_{к\ вн\text{-}сн}$, %	12
	Ток холостого хода $I_{хх}$, %	0,3
	Потери КЗ $P_{к}$, кВт	1050
	Потери холостого хода $P_{хх}$, кВт	220
Выключатели Q1 — Q15	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	$500/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, В	$100/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	100
Напряжение КЗ, %	4,48*
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—СТ7)

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
Примечание — Остаточная магнитная индукция магнитопровода ТТ при моделировании задается равной нулю.	

А.3.5 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 отключен; 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 емкостный 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 отключен; 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 емкостный ток в линии, кА	0	
	Активная мощность, МВт	817,9	–808,8
	Реактивная мощность, Мвар	235,4	–241,3

Таблица А.5 — Значения токов КЗ 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 отключен	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		$3 \cdot I_0$	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)	
	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)	

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
В работе только Линия 1, Линия 2 отключена и заземлена с обеих сторон, АТ отключен	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)	
	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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше к ПАК РВ. Требования к испытательному оборудованию и структура испытательной установки

А.4.1 Испытательная установка для проверки устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше должна быть собрана в соответствии со структурной схемой, приведенной на рисунке А.4. Она должна содержать ПАК РВ, испытуемые устройства ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше, 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 испытуемых устройств, — автономный РАС.

А.4.2 Полукомплекты ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше со стороны ПС А и Б должны быть объединены каналом связи. Канал связи состоит из аппаратуры для организации канала связи, рекомендованной производителем РЗА или соответствующей предъявляемым им техническим требованиям, и, при необходимости, эквивалента канала связи, параметры которого выбираются исходя из рекомендаций производителей применяемого оборудования для организации связи между полукомплектами испытуемых устройств. Дискретные выходы испытуемого устройства, сконфигурированные на отключение соответствующих выключателей, подключаются к модели выключателя через интерфейс ПАК РВ. В ПАК РВ загружается схема моделируемой сети с параметрами элементов, приведенными ниже. Дополнительно конфигурируются дискретные входы и выходы испытуемого устройства для приема и передачи сигналов и команд ТУ и ТО, предусмотренных ГОСТ Р 58886.

Подаваемые на испытуемый терминал токи и напряжения, дискретные сигналы, сигналы срабатывания функций защиты, а также положение выключателей и сигналы ТО, ТУ 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.

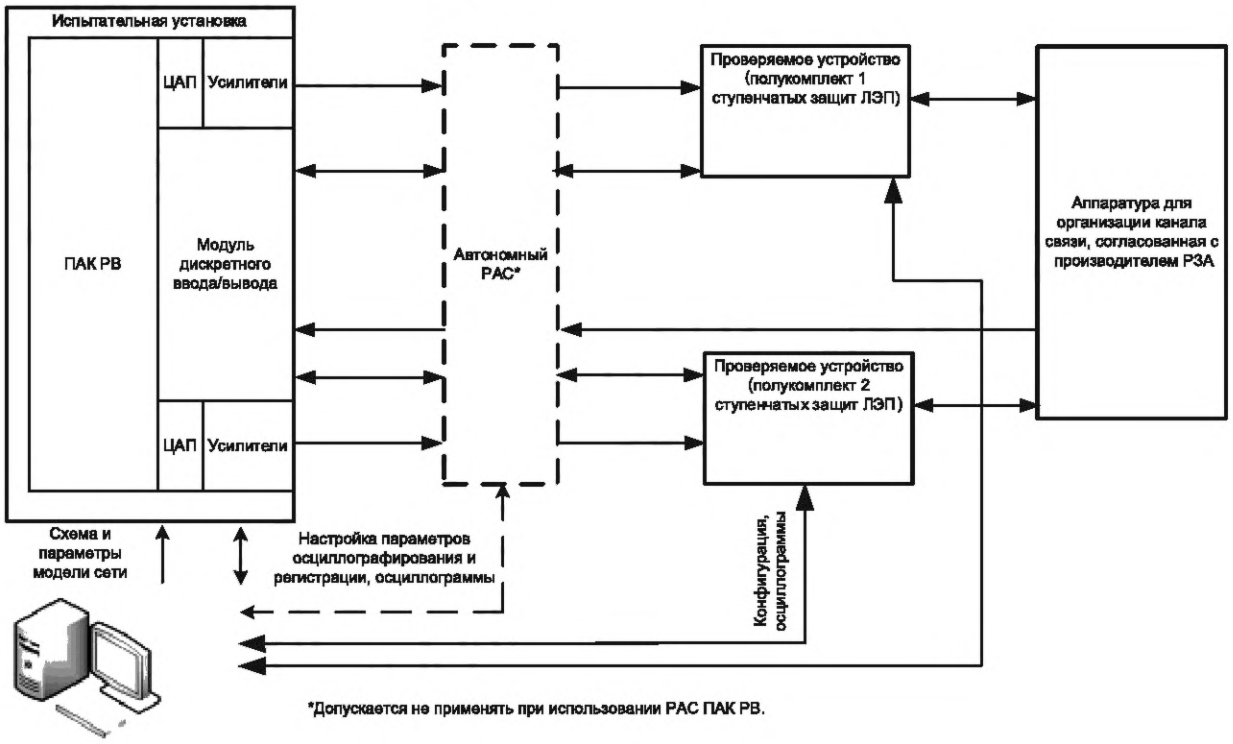


Рисунок А.4 — Структурная схема испытательной установки

Пуск встроенного осциллографа должен осуществляться по факту срабатывания ПО защиты. В тех случаях, когда срабатывание ПО не происходит, пуск осциллографа допускается осуществлять принудительно, например от дополнительной функции МТЗ 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 проводят 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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше на отключение соответствующих 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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше реализована функция ОАПВ, рекомендуется использовать сигналы на включение, формируемые данной функцией;

б) если в испытуемом устройстве ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше 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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше 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 21.

А.4.4.2 Максимальное значение тока (в течение 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 Минимальный диапазон частот 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:

а) 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 устройства ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше функции ОАПВ (АПВ)], сигналы неисправности, сигналы взаимодействия с приемопередатчиком;

б) 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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше необходимо проводить в два этапа:

1) документальная проверка;

2) функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы.

Испытуемое устройство ступенчатых защит ЛЭП 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 также для учета взаимоиндукции параллельной ЛЭП к СТ6; 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»), а также для учета взаимоиндукции параллельной ЛЭП к СТ7; а по цепям переменного напряжения — к ТН, установленному на линии (VT Б).

Примечание — Проверяемые функции должны использовать ток «в линии», 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 ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше организацией, проводящей испытания, должно осуществляться рассмотрение технической документации производителя устройства РЗА в целях первичной оценки соответствия устройства ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше требованиям ГОСТ Р 58886. Программа документальной проверки приведена в таблице А.6.

А.5.1.2 Результат документальной проверки соответствия устройства ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше по технической документации должен быть приведен в протоколе документальной проверки устройства ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше, являющемся приложением к протоколу испытаний.

А.5.1.3 При оценке результатов проверок по пунктам 2—10 таблицы А.6 в случае подтверждения соответствия требованиям ГОСТ Р 58886 необходимо указывать пункты (разделы) рассмотренной технической документации на устройство ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше, из содержания которых это соответствие подтверждается.

Таблица А.6 — Программа документальной проверки

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
1 Проверка наличия и состава технической документации			
1.1 Проверка наличия и состава документации на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886		Документация предоставлена на русском языке. Наличие в соответствии с ГОСТ Р 58886	Раздел 12
2 Проверка требований к аппаратной части и наличию сервисных функций			
2.1 Проверка функции самодиагностики устройства	Проверяют по технической документации производителя наличие функции автоматической самодиагностики исправности программно-аппаратных средств с сигнализацией о неисправности и блокировкой устройства защиты при обнаружении нарушения целостности исполняемой программы или данных	Наличие требуемого функционала	4.2 д)
2.2 Проверка функции синхронизации времени	Проверяют по технической документации производителя наличие функции синхронизации времени с внешним источником единого точного времени	Наличие требуемого функционала	4.2 е)
2.3 Передача информации о функционировании устройства в АСУ ТП и автономные РАС	Проверяют по технической документации производителя наличие возможности передачи информации о функционировании устройства в АСУ ТП и автономные РАС	Наличие требуемого функционала	4.2 ж)
3 Общефункциональные проверки устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше			
3.1 Проверка наличия не менее четырех групп уставок и возможности ввода уставок в первичных/вторичных величинах	Проверяют 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 к), л)
3.2 Проверка наличия программируемой логики	Проверяют по технической документации производителя наличие программируемой логики, в том числе возможность назначения внешних и внутренних логических (дискретных) сигналов устройства на дискретные входы, выходные реле, сигнализацию	Наличие требуемого функционала	4.2 н)
4 Общефункциональные проверки ДЗ			
4.1 Проверка наличия не менее шести ступеней ДЗ	Проверяют по технической документации производителя наличие не менее шести ступеней ДЗ: - первой ступени, предназначенной для действия при однофазных и многофазных КЗ на защищаемой ЛЭП; - второй ступени, предназначенной для действия при многофазных КЗ на защищаемой ЛЭП;	Наличие требуемого функционала	5.1 а)

Продолжение таблицы А.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
	- третьей ступени, предназначенной для действия при многофазных КЗ в зоне дальнего резервирования; - четвертой ступени, предназначенной для организации ТУ ДЗ при всех видах КЗ на защищаемой ЛЭП; - пятой ступени, предназначенной для выполнения блокировки работы ТУ ДЗ при реверсе мощности на ЛЭП, возникающем при всех видах внешних КЗ; - шестой ступени — в качестве резервной (нумерация ступеней приведена условно)		
4.2 Проверка основного функционала ступеней ДЗ	Проверяют по технической документации производителя следующее: - возможность учета влияния взаимоиндукции параллельной ЛЭП в органах ДЗ контура «фаза—земля»; - возможность изменения направленности четвертой, пятой и шестой ступеней ДЗ, указанных в пункте 4.1; - возможность пуска элементов выдержки времени каждой ступени ДЗ от собственных измерительных органов; - возможность для каждой ступени ДЗ от всех видов КЗ ввода (вывода) измерительных органов «фаза—фаза», «фаза—земля», а также задания у ступеней ДЗ от всех видов КЗ независимых выдержек времени для контуров «фаза—фаза», «фаза—земля»; - возможность задания многоугольной характеристики срабатывания ДЗ; - возможность регулирования уставок по активному и реактивному сопротивлению используемого контура, а также выдержкам времени каждой ступени ДЗ; - возможность отстройки характеристики срабатывания ДЗ от нагрузочного режима; - наличие автоматического ускорения ДЗ (обеспечивающее ввод ускорения выбранной ступени ДЗ или отдельной ступени ДЗ, автоматический перевод в ненаправленный режим или охват начала координат ступенью ДЗ) при постановке ЛЭП под напряжение включением выключателя на задаваемое уставкой время (выдержка времени срабатывания автоматически ускоряемой ступени ДЗ должна задаваться уставкой); - наличие ОУ, обеспечивающего ускорение выбранной ступени ДЗ или ввод отдельной ступени ДЗ (выдержка времени срабатывания оперативно ускоряемой ступени ДЗ задается уставкой); - наличие контроля ступеней ДЗ от БК по скорости изменения токов и (или) по скорости изменения сопротивления. При использовании БК по скорости изменения токов дополнительно проверяют: - возможность отдельного ввода быстродействующих ступеней ДЗ и медленнодействующих ступеней ДЗ с последующим блокированием от БК; - обеспечение возможности ввода в действие быстродействующих ступеней ДЗ после истечения выдержки времени автоматического ускорения после опробования ЛЭП (оборудования) напряжением;	Наличие требуемого функционала	5.1 г); 5.3 а)—м)

Продолжение таблицы А.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
	- возможность вывода контроля от БК ступеней ДЗ, обеспечивающих дальнее резервирование; - возможность регулирования уставок БК по скорости изменения токов прямой и обратной последовательности. При использовании БК по скорости изменения сопротивлений дополнительно проверяют возможность блокирования любой ступени ДЗ		
5 Общефункциональные проверки ТЗНП			
5.1 Проверка наличия не менее шести ступеней ТЗНП	Проверяют по технической документации производителя наличие не менее шести ступеней ТЗНП: - первой, второй и третьей ступеней, предназначенных для действия при КЗ на землю на защищаемой ЛЭП; - четвертой ступени, предназначенной для действия при КЗ на землю в зоне дальнего резервирования; - пятой ступени ТЗНП, предназначенной для выполнения блокировки работы ТУ ТЗНП при реверсе мощности на ЛЭП, возникающем при внешнем КЗ на землю; - шестой ступени — в качестве резервной; (нумерация ступеней приведена условно)	Наличие требуемого функционала	6.1 а)
5.2 Проверка основного функционала ступеней ТЗНП	Проверяют по технической документации производителя следующее: - наличие ОНМ нулевой и (или) обратной последовательности; - возможность ввода (вывода) направленности любой из ступеней ТЗНП и изменения направленности пятой и шестой ступеней ТЗНП, указанных в пункте 5.1; - возможность искусственного смещения точки подключения ТН в линию в ОНМ нулевой последовательности прямой направленности для увеличения его чувствительности; - возможность регулирования уставок по току и времени срабатывания каждой ступени ТЗНП; - возможность регулирования уставок по току и напряжению срабатывания для ОНМ; - возможность ввода (вывода) и изменения направленности любой ступени ТЗНП; - возможность вывода от внешнего сигнала чувствительных ступеней ТЗНП (должен быть предусмотрен выбор выводимых ступеней ТЗНП); - наличие автоматического ускорения ТЗНП (обеспечивающего ввод ускорения любой ступени ТЗНП и автоматический вывод направленности автоматически ускоряемой ступени ТЗНП) при постановке ЛЭП под напряжение включением выключателя на задаваемое уставкой время (выдержка времени срабатывания автоматически ускоряемой ступени ТЗНП должна задаваться уставкой); - наличие ОУ, обеспечивающего ускорение выбранной ступени ТЗНП или ввод отдельного измерительного органа по току нулевой последовательности, с контролем от разрешающего ОНМ (выдержка времени срабатывания оперативно ускоряемой ступени ТЗНП должна задаваться уставкой)	Наличие требуемого функционала	6.1 б)—д); 6.3 а)—ж)

Продолжение таблицы А.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
6 Общефункциональные проверки аварийной МТЗ			
Проверка основного функционала аварийной МТЗ	Проверяют по технической документации производителя наличие: - не менее одной ступени ненаправленной аварийной МТЗ, работающей по факту превышения уставок фазными токами; - не менее одной ступени ненаправленной аварийной МТЗ, работающей по факту превышения уставок током обратной последовательности; - не менее одной ступени ненаправленной аварийной МТЗ, работающей по факту превышения уставок током нулевой последовательности; - возможность оперативного ввода/вывода автоматического ввода аварийной МТЗ при срабатывании БНН и наличии сигнала об отсутствии возможности селективной и чувствительной защиты данной ЛЭП другими устройствами РЗА, выполняющими функцию ближнего резервирования; - возможность оперативного принудительного ввода (вывода) аварийной МТЗ (независимо от сигнала срабатывания БНН и сигнала об отсутствии возможности селективной и чувствительной защиты данной ЛЭП другими устройствами релейной защиты и автоматики, выполняющими функцию ближнего резервирования); - контроль аварийной МТЗ от разрешающего сигнала БК по скорости изменения токов; - возможность регулирования уставок по току и времени срабатывания	Наличие требуемого функционала	Раздел 7
7 Общефункциональные проверки МФТО			
Проверка основного функционала МФТО	Проверяют по технической документации производителя наличие: - ненаправленной МФТО, работающей по факту превышения уставок не менее чем двумя из трех фазных токов с возможностью регулирования уставки по току и времени срабатывания	Наличие требуемого функционала	8.1 а), б)
8 Общефункциональные проверки ЗНР			
Проверка основного функционала ЗНР	Проверяют по технической документации производителя следующее: - возможность пуска ЗНР от внешнего сигнала; - наличие токового органа нулевой последовательности; - возможность регулирования уставок по току и времени срабатывания	Наличие требуемого функционала	Раздел 9

Окончание таблицы А.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
9 Общефункциональные проверки ТЗО			
Проверка основного функционала ТЗО	Проверяют по технической документации производителя: - возможность автоматического ввода в работу ТЗО ЛЭП от внешнего сигнала (для ЛЭП, подключенной к РУ более чем через один выключатель); - наличие отдельного токового органа с контролем фазных токов; - наличие отдельного токового органа с контролем токов нулевой последовательности; - возможность регулирования уставки по току	Наличие требуемого функционала	Раздел 10
10 Общефункциональные проверки логики пуска и приема сигналов и команд ТО, ТУ			
Проверка основного функционала логики пуска и приема сигналов и команд ТО, ТУ	Проверяют по технической документации производителя соответствие логики пуска и приема сигналов и команд ТО, ТУ требованиям ГОСТ Р 58886	Наличие требуемого функционала	4.1 н)

А.5.2 Функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы

А.5.2.1 При испытаниях защита должна действовать на отключение одной фазы при однофазных КЗ в зоне действия быстродействующих ступеней и на отключение трех фаз при остальных КЗ. Действие на отключение трех фаз при всех видах КЗ вводится в отдельных опытах (указывается в описании опыта). Для корректного проведения испытаний не используемые в опытах функции РЗА проверяемого устройства должны быть выведены из работы.

В опытах, где проверяется одновременное срабатывание более одной функции при КЗ, должно учитываться возможное несрабатывание одних функций из-за более быстрого срабатывания других. В связи с чем может потребоваться повторное проведение данных опытов с выводом из работы ряда функций для проверки срабатывания других функций, что должно быть отражено в протоколе испытаний.

А.5.2.2 Для определения фактического времени срабатывания устройства ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше на отключение с учетом времени работы выходного реле необходимо осуществлять регистрацию и осциллографирование средствами автономного РАС или РАС ПАК РВ сигналов срабатывания ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше с соответствующего выходного реле устройства.

А.5.2.3 При выполнении опытов таблицы А.8 должна оцениваться работа функций ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше, ИПФ, логики резервирования отказа ИПФ, БНН.

Если в процессе анализа результата испытаний будет выявлена работа устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше, не соответствующая требованиям ГОСТ Р 58886 из-за некорректной работы ИПФ или БНН, результат соответствующих испытаний должен засчитываться как неудовлетворительный.

А.5.2.4 Параметры настройки ОАПВ (при наличии) и ИПФ задают в соответствии с таблицей А.7.

Таблица А.7 — Параметры настройки ОАПВ (при наличии) и ИПФ

Параметр	Значение
Уставки резервирования отказов ИПФ и ОАПВ	
Резервирование отказа ИПФ при однофазном КЗ, с	0,15
Резервирование отказа ИПФ при других видах КЗ, с	0,25
Резервирование отказа ОАПВ (при наличии технической возможности), с	0,5
Задержка на включение от ОАПВ с расчетной паузой, с	
Выключатель Q1	2,5
Выключатель Q2	2,7
Выключатель Q4	3,0

Окончание таблицы А.7

Параметр	Значение
Возврат схемы ОАПВ	4,0
Логика работы ИПФ	
Ввод ИПФ на самостоятельное действие в цикле ОАПВ	Предусмотрен
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 ступенчатых защит ЛЭП 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 В устройстве ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше должны быть заданы параметры настройки и алгоритмы функционирования ДЗ, ТЗНП, МФТО, аварийной МТЗ, ЗНР, ТЗО.

А.5.2.7 При наличии в устройстве ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше возможности ввода БК по скорости изменения токов и скорости изменения сопротивлений задаются уставки для обоих видов БК.

А.5.2.8 Параметры настройки первой ступени ДЗ контура «фаза—земля» должны быть выбраны с учетом компенсации емкостных токов параллельной ЛЭП.

А.5.2.9 Все ступени ТЗНП выполняют направленными.

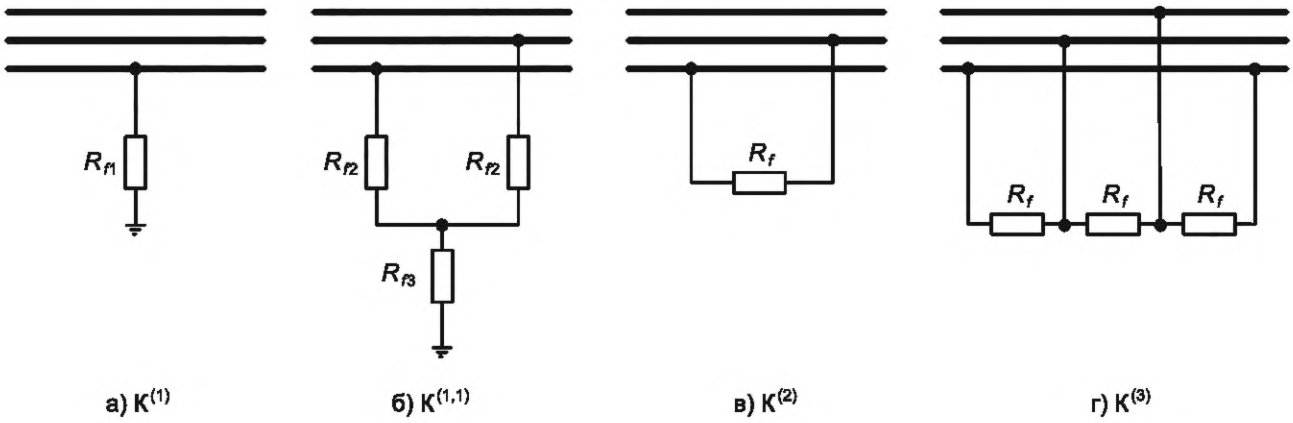
А.5.2.10 При проведении испытаний:

а) для каждого из указанных видов КЗ проверку следует проводить 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 необходимо выбирать 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.5: для однофазного КЗ — а); двухфазного КЗ на землю — б); двухфазного КЗ — в); трехфазного КЗ — г);



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

Рисунок А.5 — 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);

д) при описании режимов работы тестовой модели энергосистемы положение коммутационных аппаратов принимают в соответствии с рисунком А.1, если иное не указано в описании опыта.

А.5.2.11 Программа испытаний на тестовой модели энергосистемы устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше приведена в таблице А.8.

Таблица А.8 — Программа испытаний устройств ступенчатых защит ЛЭП 330 кВ и выше на тестовой модели энергосистемы

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	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). 1.1 На ПС Б: проверяют соответствие значений токов по каждому ТТ и расчетного тока в линии данным таблицы А.4. 1.2 На ПС А: проверяют соответствие значений токов по каждому ТТ и расчетного тока в линии данным таблицы А.4 исходя из следующих возможных комбинаций его формирования (с учетом технических 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)	4.2 м)	Возможность раздельного подключения каждой используемой группы ТТ в первичной схеме к входам устройства. Корректное программное формирование тока линии. Изменение контролируемого значения тока линии в результате учета (суммирования или вычитания) тока ШР согласно заданной уставке
2	Проверка использования в защите «тока в линии» (сумма токов ТТ выключателей Q1 и Q2 с вычетом тока от ТТ ШР Р1А)	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 к)	Несрабатывание защит при внешнем КЗ (на выводах ШР)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
3*	Проверка срабатывания при всех видах КЗ на линии, в том числе при постановке ЛЭП под напряжение	3.1 Внутреннее КЗ с выведенным действием на отключение Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 — 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. В устройствах защиты с обеих сторон линии выведено действие на отключение выключателей и пуск сигналов и команд ТО, ТУ. Возникновение КЗ в точке К1 (К1.1, К1.2, К1.3) на 2,0 с. Виды КЗ: 3.1.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 3.1.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом. 3.1.3 $К^{(1)} \rightarrow К^{(1,1)} \rightarrow К^{(3)}$ (переход одного вида КЗ в другой через 50 мс; рассматривается только КЗ в точке К1.1) с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. При этом после выполнения проверок по пунктам 3.1.1—3.1.2 для каждого вида КЗ следует оценить влияние поврежденной фазы/фаз и переходного сопротивления в месте КЗ на работу ступеней защит и ИПФ (при срабатывании быстродействующих ступеней). При отсутствии отказа защиты во всех сочетаниях поврежденных фаз для всех видов КЗ в последующих проверках для внутренних КЗ допускается 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». При выполнении проверки по пункту 3.1.3 контролируются: при переходе $К^{(1)} \rightarrow К^{(1,1)}$ отсутствие перезапуска элемента выдержки времени для контура «фаза—земля», запуск элемента выдержки времени для контура «фаза—фаза»; при переходе $К^{(1,1)} \rightarrow К^{(3)}$ возврат элемента выдержки времени для контура «фаза—земля», отсутствие перезапуска элемента выдержки времени для контура «фаза—фаза». На время выполнения проверки вводят выдержки времени на срабатывание первой ступени по контурам «фаза—земля», «фаза—фаза», равные 0,2 с	4.1 а), в)—д), н); 4.2 п) 5.3 в), ж); 6.1 г); 6.3 е); 8.1 а)	Срабатывание первых ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ в зоне их действия и отсутствие срабатывания при КЗ вне их зоны действия, срабатывание МФТО при междуфазных КЗ в зоне действия, срабатывание ступеней ДЗ и ТЗНП с выдержкой времени, корректность работы ИПФ, корректность выбора поврежденных фаз, отсутствие перезапуска соответствующего элемента выдержки времени ступеней ДЗ от всех видов КЗ при переходе одного вида КЗ в другой

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		3.2 Внутреннее КЗ с введенным действием на отключение 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 (К1.1, К1.2, К1.3) 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. При этом необходимо оценить влияние переходного сопротивления в месте КЗ на работу защиты и ИПФ		Действие защит на отключение одной фазы при однофазных КЗ, на отключение трех фаз — при многофазных КЗ (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП, срабатывание первых ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ в зоне их действия и отсутствие срабатывания при КЗ вне их зоны действия, срабатывание МФТО при междуфазных КЗ в зоне действия, корректность работы ИПФ, корректность выбора поврежденных фаз)
		3.3 Включение ЛЭП на внутреннее КЗ Схема сети: ремонтная — Линия 1 отключена с обеих сторон, включены Р1А и Р1Б (отключены выключатели Q1, Q2, Q4, Q12, включены выключатели Q3 и Q5). Режим: Линия 1 без напряжения, длительность режима 1,0 с. Включение выключателя Q1 на КЗ в точке К1 (К5) на 2,0 с. Фаза включения линии: 0°. 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.		Действие защит на отключение трех фаз при всех видах КЗ (следует проконтролировать: автоматическое ускорение ДЗ и ТЗНП от внешнего сигнала при включении выключателя, срабатывание автоматически ускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ, срабатывание МФТО при междуфазных КЗ в зоне действия)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		3.4 Внутреннее КЗ, действие на отключение трех фаз Защита переведена на отключение трех фаз (на ПС А и ПС Б). 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		Действие защит на отключение трех фаз (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП на ПС Б, срабатывание первых ступеней ДЗ, ТЗНП и МФТО на ПС А)
		3.5 Внутреннее КЗ, ввод ОУ Режим: переток по линии 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. Введено ОУ. Возникновение КЗ в точке К5 на 2,0 с. $К^{(1)}$, $К^{(2)}$ с $R_f = R_{f1}$ = 0 Ом		Действие защит на отключение трех фаз соответствующими оперативно ускоренными ступенями ДЗ, ТЗНП
		3.6 Проверка возможности работы ТУ резервных защит при КЗ на односторонне включенной ЛЭП Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, Линия 1 со стороны ПС Б (отключены выключатели Q4, Q6—Q10). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. В устройствах защиты с обеих сторон линии должна быть введена «эхо-логика»/«логика отключения слабого источника». Возникновение КЗ в точке К5 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		Действие защит на отключение одной фазы при однофазных КЗ, на отключение трех фаз — при многофазных КЗ (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП)
		3.7 Проверка возможности работы ТУ резервных защит при КЗ на ЛЭП, питающей тупиковую нагрузку Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, ЭС Б; включен АТ с нагрузкой на стороне СН, равной 1,0 $S_{ном}$ АТ (отключены выключатели Q6—Q11, Q15, включен выключатель и Q12). Режим: питание тупиковой нагрузки по Линии 1, длительность режима 1,0 с. В устройствах защиты с обеих сторон линии должна быть введена «эхо-логика»/«логика отключения слабого источника». Возникновение КЗ в точке К5 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		Действие защит на отключение одной фазы при однофазных КЗ, на отключение трех фаз — при многофазных КЗ (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
4	Проверка отсутствия срабатывания при постановке ЛЭП под напряжение и при включении ЛЭП в транзит без КЗ на защищаемой ЛЭП, а также при всех видах КЗ за пределами линии	4.1 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 КЗ (К4) на 2,0 с. Виды КЗ: 4.1.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 4.1.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом. При этом после выполнения проверок по пунктам 4.1.1, 4.1.2 для каждого вида КЗ оценить влияние поврежденной фазы/фаз на работу защиты. При отсутствии срабатывания телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП, первых ступеней ДЗ и ТЗНП, МФТО во всех сочетаниях поврежденных фаз для всех видов КЗ в последующих проверках для внешних КЗ допускается 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 д), к), н)	Отсутствие срабатывания телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП, первых ступеней ДЗ и ТЗНП, отсутствие срабатывания МФТО. В опыте по пункту 4.1 допускается срабатывание ТУ резервных защит на отключение трех фаз Линии 1 при срабатывании соответствующих ступеней ДЗ, ТЗНП с выдержками времени
		4.2 Постановка ЛЭП под напряжение и замыкание в транзит Защиты переведены на отключение трех фаз. Схема сети: ремонтная — отключены Линия 1 и Р1А, Р1Б, АТ (отключены выключатели Q1—Q5, Q11—Q12). 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 линии: 0° (по фазе А). Включение Q4, фазы которого включаются поочередно («А», «В», «С») с интервалом 20 мс через 0,5 с после включения Q1		Отсутствие действия защит на отключение при включении линии без КЗ. При наличии в устройстве РЗ ПС Б технической возможности записи дискретного сигнала, осуществляющего контроль отсутствия ввода автоматического ускорения при наличии симметричного напряжения на ЛЭП, следует проконтролировать отсутствие автоматического ускорения ДЗ и ТЗНП при включении выключателя Q4

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
5**	Проверка работы защиты в цикле ОАПВ	5.1 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 через 2,5 с, Q2 — через 0,2 с после Q1, Q4 — через 0,5 с после Q1 (см. таблицу А.7). Виды КЗ: 5.1.1 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1} = 0 Ом. 5.1.2 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1} = 20 Ом.	4.1 в), н), к); 4.2 п), р); 5.1 б), в); 6.1 е), ж)	Действие защит на отключение поврежденной фазы с двух сторон. Отсутствие действия защит на отключение в паузу ОАПВ. Отсутствие действия защит на отключение при успешном ОАПВ
		5.2 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 К1.1 (К1.2) 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: 5.2.1 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1} = 0 Ом. 5.2.2 $К^{(1)}$ «А0» с R_{f1} = 20 Ом.		Действие защит на отключение поврежденной фазы с двух сторон. Отсутствие действия защит на отключение в паузу ОАПВ. Действие защит на отключение трех фаз при неуспешном ОАПВ
		5.3 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. Отключение поврежденной фазы от защиты. После отключения поврежденной фазы защитой через 0,5 с возникает КЗ в неотключенной(ых) фазе в точке К1. Виды КЗ: 5.3.1 $К^{(1)}_{A0(B0;\ C0)}$ с R_{f1} = 0 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{B0(C0;\ A0)}$ с R_{f1} = 0 Ом. 5.3.2 $К^{(1)}_{A0(B0;\ C0)}$ с R_{f1} = 20 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{B0(C0;\ A0)}$ с R_{f1} = 20 Ом. 5.3.3 $К^{(1)}_{A0(B0;\ C0)}$ с R_{f1} = 0 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{C0(A0;\ B0)}$ с R_{f1} = 0 Ом.		Действие защит на отключение поврежденной фазы с двух сторон (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП, срабатывание первых ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ в зоне их действия и отсутствие срабатывания при КЗ вне их зоны действия, срабатывание МФТО при

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		5.3.4 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1} = 20 Ом, через 0,5 с. $К^{(1)}_{С0(А0;\ В0)}$ с R_{f1} = 20 Ом. 5.3.5 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1} = 0 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС(АС;\ АВ)}$ с R_f = 0 Ом. 5.3.6 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1} = 20 Ом, через 0,5 с. $К^{(2)}_{ВС(АС;\ АВ)}$ с R_f = 10 Ом. 5.3.7 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_{f1} = 0 Ом, через 0,5 с. $К^{(1,1)}_{ВС0(АС0;\ АВ0)}$ с R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом. 5.3.8 $К^{(1)}_{А0(В0;\ С0)}$ с R_f = 15 Ом, через 0,5 с. $К^{(1,1)}_{ВС0(АС0;\ АВ0)}$ с R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом.		междуфазных КЗ в зоне действия, вывод ТУ ТЗНП в цикле ОАПВ, вывод направленности ТЗНП в цикле ОАПВ, вывод заданных ступеней ТЗНП в цикле ОАПВ). Действие защит на отключение трех фаз при возникновении КЗ на неотключенной в цикле ОАПВ фазе
6***	Проверка функционирования защиты при синхронных качаниях	6.1 Синхронные качания без КЗ Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2 и Р2А, Р2Б, АТ, ЭС А2 (отключены выключатели Q6—Q10, Q11—Q12, Q14). Режим: Линия 1 под нагрузкой, длительность режима — 1,0 с. Возникновение синхронных качаний с максимальным расхождением векторов ЭДС на угол 140° при частоте качаний: 6.1.1 — 0,2 Гц; 6.1.2 — 1,0 Гц; 6.1.3 — 3,0 Гц	4.1 ж); 5.3 л), м)	Отсутствие действия защит на отключение линии. Правильная работа блокировки при качаниях (отсутствие ввода ступеней ДЗ при использовании БК по скорости изменения токов, блокировка ступеней ДЗ от БК по скорости изменения сопротивления)
		6.2 Внутренние КЗ при синхронных качаниях Выполняют только при наличии БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии обоих вариантов БК вводят БК по скорости изменения сопротивлений). Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2 и Р2А, Р2Б, АТ, ЭС А2 (отключены выключатели Q6—Q10, Q11—Q12, Q14). Режим: синхронные качания с максимальным расхождением векторов ЭДС на угол 140° при частоте качаний 0,2 (1,0; 3,0) Гц, длительность режима 1,0 с. Возникновение КЗ в точке К1 (К1.1, К1.2) при значении угла между векторами ЭДС 30°. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом		Правильная работа блокировки при качаниях (при возникновении КЗ: возврат БК; дополнительно следует проконтролировать, что время срабатывания БК меньше времени срабатывания ступеней ДЗ без выдержки времени). Действие защиты на отключение с двух сторон: одной фазы при однофазных КЗ, трех фаз — при многофазных КЗ

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
				(следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП, срабатывание соответствующих ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ в зоне их действия, срабатывание МФТО при междуфазных КЗ в зоне действия)
		6.3 Выявление качаний в цикле ОАПВ Выполняют только при наличии БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии обоих вариантов БК — вводят БК по скорости изменения сопротивлений). ИПФ выводят из работы (загрубляют параметры настройки). Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2 и Р2А, Р2Б, АТ, ЭС А2 (отключены выключатели Q6—Q10, Q11—Q12, Q14). Моделируют отключение фазы «А» с обеих сторон Линии 1. Длительность режима 0,2 с. Возникновение синхронных качаний с максимальным расхождением векторов ЭДС на угол 60° при частоте качаний 0,2 Гц		Выявление качаний в цикле ОАПВ (срабатывание БК). Отсутствие действия защит
7	Проверка отсутствия срабатывания устройства при реверсе мощности при внешних КЗ	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: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом	4.1 е)	Отсутствие действия защит на отключение Линии 1 (следует проконтролировать корректность функционирования — несрабатывание — телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
8	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. Следует ввести выдержки времени первой ступени. ДЗ и ТЗНП, равные 0,5 с. Возникновение внешнего КЗ в точке К4 на 2,0 с. Каскадное отключение Линии 2 (отключают 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», «АВ» с R_{f1} = 20 Ом, R_f = 10 Ом. Виды КЗ в точке К4: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом	4.1 б), е)	Действие защит на отключение с двух сторон при КЗ на линии (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП, пуски соответствующих ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ в зоне их действия, срабатывание МФТО при междуфазных КЗ в зоне действия). При срабатывании защиты на отключение при внутреннем КЗ на фоне внешнего допускается неправильная работа ИПФ. Время срабатывания при выявлении внутреннего КЗ, которому предшествовало внешнее КЗ, не должно превышать указанное в технической документации производителя (с учетом вводимых задержек для данного режима, в том числе задержек от введенных блокировок при реверсе мощности)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
9*[4]	Проверка функционирования защиты при броске намагничивающего тока АТ	9.1 Бросок тока намагничивания без КЗ Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, ЭС Б, Линия 1 отключена со стороны ПС А (включены Р1А и Р1Б), включен АТ без нагрузки (отключены выключатели Q1, Q2, Q6—Q11, Q15, включены выключатели Q4, Q12). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. Устанавливают остаточную магнитную индукцию магнитопровода АТ, равную 0,5 о.е. (относительно значения в точке перегиба характеристики). Включение Q1 на неповрежденную линию (сопровождается броском тока намагничивания). Фаза включения линии: 0°	4.1 а), и)	Отсутствие действия защит на отключение линии (следует проконтролировать блокировку ТЗНП при броске тока намагничивания)
		9.2 Внутреннее КЗ на фоне броска тока намагничивания Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, ЭС Б, Линия 1 отключена со стороны ПС А (включены Р1А и Р1Б), включен АТ без нагрузки (отключены выключатели Q1, Q2, Q6—Q11, Q15, включены выключатели Q4, Q12). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. Устанавливают остаточную магнитную индукцию магнитопровода АТ, равную 0,5 о.е. (относительно значения в точке перегиба характеристики). Включение Q1 на неповрежденной линии (сопровождается броском тока намагничивания), через 50 мс — возникновение КЗ в точке К5. Фаза включения линии: 0° (по неповрежденной фазе). Виды КЗ: 9.2.1 $К^{(1)}_{В0}$, $К^{(1,1)}_{ВС0}$, $К^{(2)}_{ВС}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 9.2.2 $К^{(1)}_{В0}$, $К^{(1,1)}_{ВС0}$, $К^{(2)}_{ВС}$, с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом. Бросок тока намагничивания и КЗ моделируют в разных фазах		Действие защит на отключение трех фаз с двух сторон: после возникновения КЗ (следует проконтролировать: действие телеускоряемых ступеней ДЗ, срабатывание первых ступеней ДЗ и ТЗНП при КЗ в зоне их действия, срабатывание МФТО при междуфазных КЗ в зоне действия)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		9.3 КЗ в зоне дальнего резервирования при броске тока намагничивания Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2, ЭС Б, Линия 1 отключена со стороны ПС А (включены Р1А и Р1Б), включен АТ без нагрузки, на стороне СН АТ — устойчивое двухфазное КЗ (точка К8) (отключены выключатели Q1, Q2, Q6—Q11, Q15; включены выключатели Q4, Q12). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. Устанавливают остаточную магнитную индукцию магнитопровода АТ, равную 0,5 о.е. (относительно значения в точке перегиба характеристики). Включение Q1 на КЗ в точке К8 (сопровождается броском тока намагничивания). Фаза включения линии: 0° (по неповрежденной фазе). Виды КЗ на стороне СН АТ (К8): $К^{(1,1)}_{ВС0}$ с R_f = 0 Ом		Действие защит на отключение после возникновения КЗ. Отдельно контролируют срабатывание соответствующих ступеней ТЗНП и отсутствие действия телеускоряемых ступеней ДЗ и ТЗНП
10	Проверка работы устройства при изменении частоты сети от 45 до 55 Гц	Повторяют при частотах 45 Гц и 55 Гц следующие опыты: - внутреннее КЗ (пункт 3.2); - внешнее КЗ (пункт 4.1); - проверка работы защиты в цикле ОАПВ (пункт 5); - проверка функционирования защиты при синхронных качаниях (пункт 6). В ходе данной проверки частота не опускается ниже 45 Гц и не поднимается выше 55 Гц; - каскадное отключение внешнего КЗ, приводящее к реверсу мощности на защищаемой линии (пункт 7); - возникновение внутреннего КЗ на фоне внешнего КЗ, каскадное отключение которого приводит к возникновению реверса на защищаемой линии (пункт 8)	4.1 а)—г), е), ж), к), л)	Реакция защит, аналогичная проверкам при 50 Гц

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
11*5	Проверка функций блокировки при неисправностях в цепях напряжения ТН	11.1 Возникновение КЗ на фоне неисправности цепей напряжения с последующим их восстановлением 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 на защищаемой линии). Действие защит на отключение выключателя выведено. Введен автоматический ввод аварийной МТЗ при срабатывании БНН (имитируется получение сигнала об отсутствии возможности селективной и чувствительной защиты данной ЛЭП другими устройствами РЗА, выполняющими функцию ближнего резервирования). При моделировании КЗ в точке К1 следует ввести блокировку направленных ступеней ТЗНП при срабатывании БНН. При моделировании КЗ в точке К2 ввести автоматический вывод направленности ТЗНП при срабатывании БНН. Виды неисправностей вторичных цепей: 1) от основных вторичных обмоток (соединенных в «звезду»): - обрыв фазы А (фазы В; фазы С); - обрыв нуля (с созданием искусственной несимметрии: между фазой С и нулевым проводом включается сопротивление 15 кОм); - 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); - 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»):	4.2 и), р), разделы 7, 8	При возникновении неисправности в цепях напряжения: - отсутствие действия защит на отключение; - срабатывание БНН. Собственное время срабатывания БНН должно быть меньше времени срабатывания измерительных органов ДЗ. Следует проконтролировать (при наличии сигнала срабатывания БНН): блокировку ДЗ, ввод и несрабатывание аварийной МТЗ. При возникновении КЗ на фоне неисправности в цепях напряжения: срабатывание МФТО, аварийной МТЗ при КЗ в зоне их действия (отдельно контролируют срабатывание всех ее ПО); допускается: возврат БНН, как следствие, срабатывание ДЗ и неселективная работа ТЗНП. При условии невозврата БНН контролируется: при КЗ на землю в точке К1 — несрабатывание ТЗНП (блокировка); при КЗ на землю в точке К2 — срабатывание ТЗНП (вывод направленности). После восстановления цепей напряжения: - возврат БНН. Собственное время возврата БНН больше времени возврата защит;

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		- 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} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом; - K_{ABC}, R_f = 0 Ом. Фиксируют: - действие защиты на отключение только при возникновении КЗ в первичной сети; - время срабатывания/возврата защиты, функции БНН; - функционирование БНН при совпадении фаз (выводов) с обрывами/КЗ во вторичных цепях с поврежденными фазами при КЗ в первичной сети		- срабатывание ДЗ, ТЗНП при внутреннем КЗ; отсутствие срабатывания ДЗ, ТЗНП при внешнем КЗ
		11.2 Проверка работы БНН при переводе цепей напряжения в нагрузочном режиме 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: поочередный кратковременный обрыв на 50 мс выводов А, В, С, Н, К, Ф, И		Отсутствие срабатывания защит при переводе цепей напряжения защиты в нагрузочном режиме. Срабатывание БНН на время перевода цепей напряжения. Собственное время срабатывания БНН меньше времени срабатывания защиты. Возврат БНН после перевода цепей напряжения. Собственное время возврата БНН больше времени возврата защиты

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		11.3 Проверка работы БНН при переходе несимметричных повреждений в цепях ТН в симметричные 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 вида: - КЗ фаза А — фаза В с переходом через 50 мс в КЗ фаз А, В, С; - КЗ вывод Н — вывод Ф с переходом через 50 мс в КЗ выводов Н, К, Ф, И. Восстановление цепей напряжения через 0,5 с		Отсутствие снятия сигнала блокировки при переходе несимметричных повреждений в цепях ТН в симметричные. Срабатывание БНН. Собственное время срабатывания БНН меньше времени срабатывания защиты. Возврат БНН после восстановления цепей напряжения. Собственное время возврата БНН больше времени возврата защит
		11.4 Отключение цепей ТН после неуспешной попытки восстановления цепей напряжения Схема сети: нормальная. Режим: переток по Линии 1 — 984 А (рабочий режим 2 по таблице А.4), длительность режима 1,0 с. На ПС А: 1) автоматический выключатель основной вторичной обмотки ТН (соединенной в «звезду») отключен; 2) включение автоматического выключателя на КЗ в цепях напряжения вида фаза А — нуль (с отключением автомата); 3) длительность отключенного состояния автоматического выключателя — 20 с; 4) отключение вторичных цепей напряжения дополнительной обмотки ТН (разборка вторичных цепей ТН)		Срабатывание БНН при возникновении неисправности в цепях напряжения. Отсутствие снятия сигнала блокировки при разборке цепей напряжения
12	Проверка возможности использования ДЗ и ТЗНП в целях обеспечения дальнего резервирования	КЗ в зоне действия ступеней ДЗ (ТЗНП), обеспечивающих дальнее резервирование Схема сети: ремонтная — отключены Линия 2 со стороны ПС А, ЭС Б (отключены выключатели Q6, Q7, Q12, Q15). Режим: переток по Линии 1 отсутствует, длительность режима 1,0 с. В устройствах защиты с обеих сторон линии выведено действие на пуск сигналов и команд ТО, ТУ. Возникновение КЗ в точке К4 на 5,0 с. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом	4.1 п); 5.3 б)	Действие ступеней ДЗ (ТЗНП), обеспечивающих дальнее резервирование, на ПС А на отключение трех фаз

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
13	Проверка возможности учета влияния взаимоиндукции параллельной ЛЭП в органах ДЗ контура «фаза—земля»	КЗ в зоне действия первой ступени ДЗ Схема сети: ремонтная, отключена ЭС Б (отключен выключатель Q15). Режим: Линии 1, 2 под напряжением, длительность режима 1,0 с. Возникновение КЗ в точке К1.1 на 2,0 с. Виды КЗ: $К^{(1)}$ с R_{f1} = 0 Ом. Опыт выполняют с введенным и выведенным алгоритмами учета взаимоиндукции параллельной линии	5.1 г)	Срабатывание первой ступени ДЗ с введенным алгоритмом учета влияния взаимоиндукции параллельной линии в настройках защиты и несрабатывание первой ступени ДЗ с выведенным алгоритмом учета влияния взаимоиндукции параллельной линии в настройках защиты
14	Проверка срабатывания функции токовой защиты ошиновки и возможность ее автоматического ввода в работу	КЗ на ошиновке ЛЭП Для выполнения опыта предварительно выводятся ДЗ, ТЗНП И МФТО. Схема сети: ремонтная — отключены Линия 1 и Р1А, Р1Б, АТ (отключены линейный разъединитель QS на ПС А, выключатели Q3—Q5, Q12). Режим: Линия 1 выведена в ремонт с включением выключателей Q1, Q2, длительность режима 1,0. Возникновение КЗ в точке К9 на 2,0 с. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом	Раздел 10	Автоматический ввод и срабатывание ТЗО. Отдельно контролируется отсутствие пуска команды ТУ ОТФ
15	Проверка срабатывания функции защиты от неполнофазного режима, а также несрабатывание БК в неполнофазном режиме без качаний	Постановка ЛЭП под напряжение и замыкание в транзит с отказом одной из фаз выключателя Вводят БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии данной функции). Схема сети: ремонтная — отключены Линия 1 и Р1А, Р1Б, АТ (отключены выключатели Q1—Q5, Q11—Q12). Режим: Линия 1 и ее ШР отключены, длительность режима 1,0 с. Включение выключателя Q1, через 0,5 с — включение фаз В и С выключателя Q4 и подача на защиту Линии 1 со стороны ПС Б сигнала пуска ЗНР	5.3 м); раздел 9	Отсутствие пуска БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии). Срабатывание ЗНР со стороны ПС Б

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
16*[6]	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	16.1 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 $0,8U_{ном}$	4.2 и)	Отсутствие ложного действия защиты на отключение. Сохранение работоспособности устройства на ПС А
		16.2 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 $0,75U_{ном}$		Отсутствие ложного действия защиты на отключение. Допускается потеря работоспособности устройства на ПС А при формировании сигнала неисправности устройства на ПС А
		16.3 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 защиты на отключение. Сохранение работоспособности устройства на ПС А
		16.4 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). Следует проконтролировать время восстановления работоспособности устройства (и его соответствие техническим данным производителя устройства — при наличии указанных данных)		Отсутствие на ПС А ложного действия защиты на отключение. Кратковременное (на время отсутствия питания) формирование сигнала неисправности устройства на ПС А. Отдельно контролируется время восстановления работоспособности устройства
		16.5 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 защиты на отключение

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		16.6 Проверка при перезагрузке устройства (выполняют при наличии возможности перезагрузки устройства посредством ИЧМ) 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. Следует проконтролировать время перезагрузки устройства и его соответствие техническим данным производителя устройства		Отсутствие на ПС А ложного действия защиты на отключение. Кратковременное (на время перезагрузки) формирование сигнала неисправности (или вывода) устройства на ПС А. Время перезагрузки устройства соответствует техническим данным производителя устройства
		16.7 Проверка при замыкании на землю в цепи оперативного тока Поочередно выполняют замыкание «+» и «—» цепи оперативного питания на «землю» (корпус устройства) устройства на ПС А. Следует проконтролировать отсутствие ложных срабатываний устройства		Отсутствие на ПС А ложного действия защиты на отключение
17	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 должны быть выполнены четыре группы уставок. Выполняют переключение группы уставок каждым из доступных способов. 17.1 Переключение с использованием штатного оперативного ключа (выполняют при его наличии): 17.1.1 Выполняют переключение группы уставок 1—2—3—4—3—2 (медленно). По окончании следует проконтролировать активизацию второй группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 17.1.2 Выполняют переключение группы уставок 1—2—3—4—3—2 (быстро). По окончании следует проконтролировать активизацию второй группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 17.2 Переключение с использованием функциональных клавиш (при наличии функционала). 17.2.1 Выполняют поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (быстро). По окончании следует проконтролировать активизацию четвертой группы уставок и переключиться на группу уставок 1.	4.2 и), к)	Отсутствие ложного действия защиты 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 17.3 дополнительно контролируется наличие функционала, предусматривающего отсутствие возможности задания двух противоречащих друг другу групп уставок через ИЧМ и механический ключ (функциональные клавиши)

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		17.2.2 Выполняют поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (медленно). По окончании следует проконтролировать активизацию четвертой группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 17.3 Переключение через ИЧМ. Выполняют поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4—1 через ИЧМ. В процессе переключений следует проконтролировать и отразить в протоколе реакцию программного обеспечения терминала на несоответствие (при его наличии) активизируемой группы уставок заданной. Проверяют: - соответствие активной группы уставок заданной; - отсутствие активизации промежуточных групп уставок в процессе быстрого перехода на требуемую группу уставок и обратно; - 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)		
18	Проверка записи осциллограмм и журналов события	18.1 Проверяют длительности записей доаварийных, послеаварийных режимов и максимальную длительность регистрации одного события в осциллограммах. Проверяют наличие осциллограмм и журналов событий предыдущих опытов (до и после пропадания или при плавном снижении питания устройства) в памяти устройства. Экспортируют осциллограммы и журналы событий из устройства. Проверяют суммарную длительность сохраненных в памяти устройства осциллограмм. Экспорт осциллограмм в формат COMTRADE и проверка соответствия требованиям ГОСТ Р 58601	4.2 а)—г)	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).

Продолжение таблицы А.8

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
				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); - требований к файлу информации; - требований к файлу конфигурации
		18.2 Проверяют 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

Окончание таблицы А.8

* Общее указание к дальнейшим проверкам: 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.

** Проверки по пункту 5 рекомендуется выполнять с использованием функционала ОАПВ (с расчетной паузой) того же производителя, что и проверяемое устройство. При отсутствии устройства (функции) ОАПВ того же производителя, что и проверяемое устройство, допускается моделировать ОАПВ в ПАК РВ программным способом.

*** Если в устройствах защиты предусмотрен контроль ступеней ДЗ от БК по скорости изменения токов и по скорости изменения сопротивления, проверки выполняют поочередно для каждого варианта исполнения блокировки при качаниях.

*4 На время выполнения опытов корректируют уставки третьей ступени ТЗНП: ток срабатывания ($3I_0$) выставляется равным 50 А (первичные единицы), время срабатывания выставляется равным 0,5 с.

*5 Проверку работы БНН приводят для варианта ее исполнения с подключением как ко вторичным обмоткам, соединенным в «звезду» (далее — основным вторичным обмоткам), так и к соединенным в «разомкнутый треугольник» (далее — дополнительным вторичным обмоткам), при этом:

- вторичные обмотки ТН заземлены [по основной вторичной обмотке — фаза В (U_B), по дополнительной вторичной обмотке — конец обмотки «разомкнутого треугольника» (U_K)] — 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 КЗ 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;
- в случае, если устройством защиты не используются цепи напряжения «разомкнутого треугольника», моделирование коммутаций с этими цепями проводить не требуется;
- программа проверок БНН должна быть адаптирована с учетом рекомендованного производителем подключения по цепям напряжения проверяемого устройства защиты;
- работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения при всех видах повреждений в первичной сети контролируется в процессе проведения всех проверок по данной программе (отсутствие срабатывания при всех видах повреждений в первичной сети, в том числе в неполнофазных режимах на защищаемой линии).

Моделирование обрыва нулевого провода обмотки, соединенной по схеме «звезда», выполняется с замкнутым рубильником S_{sh} (см. рисунок А.2).

Для проведения данных опытов вводится БК по скорости изменения сопротивления (если она предусмотрена в испытуемом терминале). Для всех опытов вводится блокировка ДЗ при срабатывании БНН.

*6 Проверку необходимо выполнять исходя из условия допустимого снижения напряжения питания до $0{,}8U_{ном}$. Если производителем устройства задан иной порог допустимого снижения напряжения питания, необходимо соответствующим образом скорректировать проверки по пунктам 16.1, 16.2.

Приложение Б
(обязательное)

Методика проведения испытаний микропроцессорных устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886

Б.1 Область применения

Методику следует применять при проведении испытаний микропроцессорных устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше для проверки на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886.

Б.2 Этапы подготовки и проведения испытаний устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше

Б.2.1 Испытания устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше следует проводить с использованием ПАК РВ.

Б.2.2 Испытания должны содержать следующие этапы:

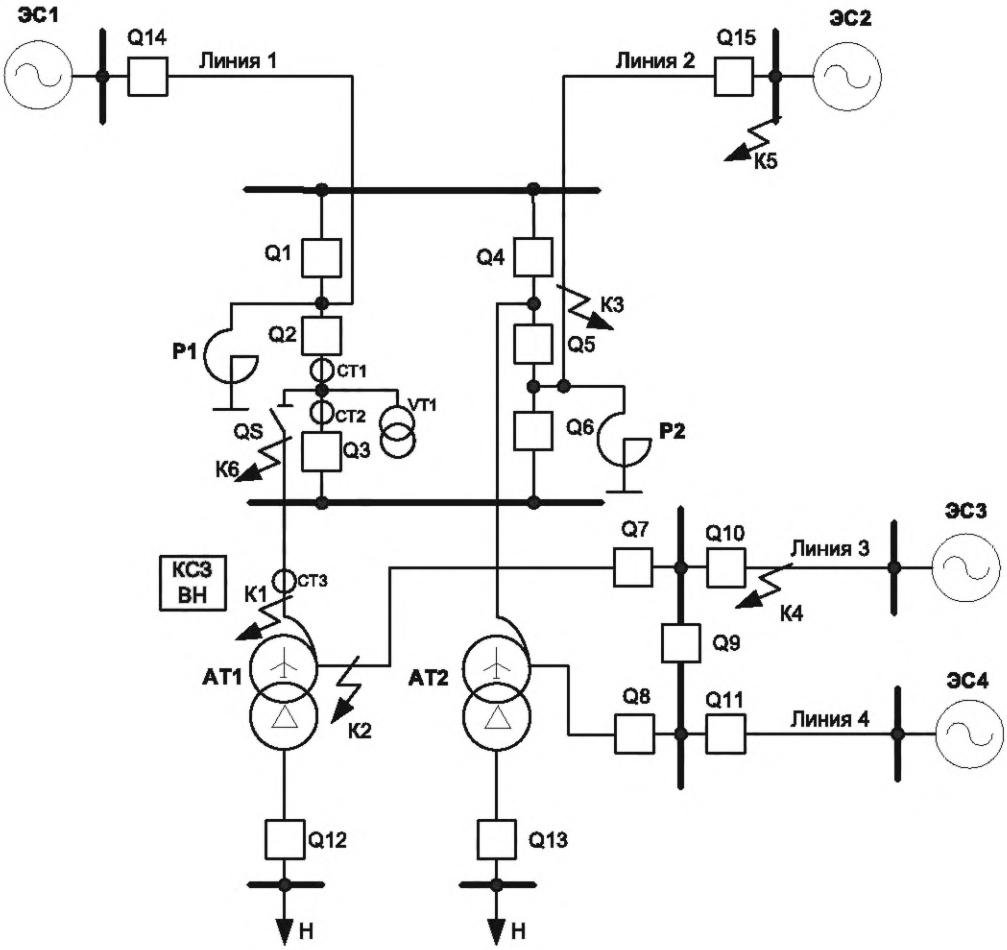
- сборку тестовой модели энергосистемы;
- выставление в устройстве ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше, предоставленном владельцем устройства, параметров настройки для тестовой модели энергосистемы;
- подключение устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше к ПАК РВ, а также при необходимости к автономному РАС;
- проведение испытаний устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше в соответствии с программой испытаний с регистрацией всех опытов;
- анализ результатов испытаний;
- подготовку протокола испытаний с заключением.

Б.3 Сборка тестовой модели энергосистемы

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

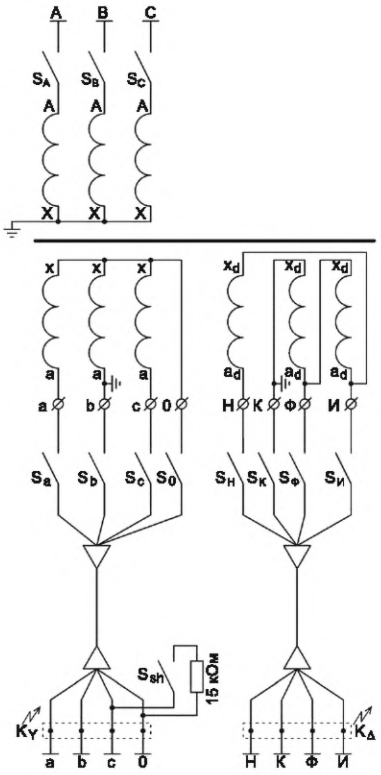
Б.3.2 ТН АТ1 (VT1) моделируется в соответствии с рисунком Б.2.

Б.3.3 Моделируется нелинейность характеристик магнитопровода АТ1 в соответствии с рисунком Б.3. При этом в ходе опытов остаточная магнитная индукция магнитопроводов АТ1 (если иное не оговорено в условиях выполнения опыта) принимается равной нулю.



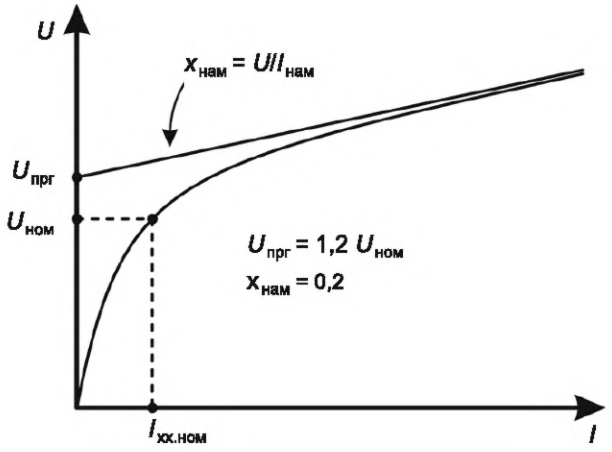
АТ1, АТ2 — автотрансформаторы; К — место КЗ; Р1, Р2 — шунтирующие реакторы; ЭС1—ЭС4 — эквивалентные модели энергосистем; СТ1—СТ3 — трансформаторы тока; VT1 — трансформатор напряжения; Q1—Q15 — выключатели; QS — разъединитель (нормально включен); К1 — КЗ на выводах ВН АТ (в АТ); К2 — КЗ на выводах СН АТ (в АТ); К3 — КЗ в начале Линии 2 (0 % от АТ); К4 — КЗ в начале Линии 3 (0 % от АТ); К5 — КЗ на шинах ЭС2; К6 — КЗ на ошиновке ВН АТ

Рисунок Б.1 — Схема тестовой модели энергосистемы



S — рубильники для коммутации элементов схемы замещения; К — место КЗ

Рисунок Б.2 — Схема ТН



$U_{ном}$ — номинальное напряжение трансформатора; $U_{прг}$ — напряжение в точке перегиба ВАХ; $x_{нам}$ — сопротивление ветви намагничивания АТ при насыщении магнитопровода; $I_{хх.ном}$ — номинальное значение тока холостого хода АТ; $I_{нам}$ — значение тока намагничивания

Рисунок Б.3 — Вольтамперные характеристики автотрансформатора АТ1

Б.3.4 Параметры элементов тестовой модели энергосистемы должны соответствовать параметрам, приведенным в таблицах Б.1 — Б.3.

Таблица Б.1 — Параметры элементов испытательной модели

Элемент	Параметр	Значение
Энергосистема 1 (ЭС1)	Активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом	0,23
	Реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом	14,45
	Активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом	0,253
	Реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом	15,9
	ЭДС, кВ	760
	Угол φ, град	12
Энергосистема 2 (ЭС2)	Активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом	0,256
	Реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом	16,06
	Активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом	0,23
	Реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом	14,45
	ЭДС, кВ	750
	Угол φ, град	4
Энергосистемы 3, 4 (ЭС3, ЭС4)	Активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом	0,243
	Реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом	7,63
	Активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом	0,292
	Реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом	9,15
	ЭДС, кВ	330
	Угол φ, град	0
Параметры Линии 1 (ВЛ 750 кВ)	Длина L, км	90
	Удельное активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом/км	0,015
	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом/км	0,286
	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом/км	0,145
	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом/км	0,858
	Удельная проводимость прямой последовательности, мкСм/км	4,13
	Удельная проводимость нулевой последовательности, мкСм/км	2,48

Продолжение таблицы Б.1

Элемент	Параметр	Значение
Параметры Линии 2 (ВЛ 750 кВ)	Длина L, км	150
	Удельное активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом/км	0,015
	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом/км	0,286
	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом/км	0,145
	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом/км	0,858
	Удельная проводимость прямой последовательности, мкСм/км	4,13
	Удельная проводимость нулевой последовательности, мкСм/км	2,48
Параметры Линий 3, 4 (ВЛ 330 кВ)	Длина L, км	30
	Удельное активное сопротивление прямой последовательности R_1, Ом/км	0,03
	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности X_1, Ом/км	0,32
	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности R_0, Ом/км	0,18
	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности X_0, Ом/км	1,12
	Удельная проводимость прямой последовательности, мкСм/км	3,5
	Удельная проводимость нулевой последовательности, мкСм/км	2,1
Параметры автотрансформаторов АТ1, АТ2	Номинальная мощность $S_{ном}$, МВА	3*333
	Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора $U_{ВН}$, кВ	750
	Номинальное напряжение обмотки СН трансформатора $U_{СН}$, кВ	330
	Номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора $U_{НН}$, кВ	10,5
	Схема и группа соединения обмоток трансформатора	Y0авто/ D — 0 — 11
	Напряжение КЗ ВН-СН $U_{к\ вн\text{-}сн}$, %	10
	Напряжение КЗ ВН-НН $U_{к\ вн\text{-}нн}$, %	28
	Напряжение КЗ СН-НН $U_{к\ сн\text{-}нн}$, %	17
	Потери КЗ ВН-СН (на фазу) $P_{к\ вн\text{-}сн}$, кВт	580
	Потери КЗ ВН-НН (на фазу) $P_{к\ вн\text{-}нн}$, кВт	1624
	Потери КЗ СН-НН (на фазу) $P_{к\ сн\text{-}нн}$, кВт	986
	Потери холостого хода $P_{хх}$, кВт	650
	Ток холостого хода $I_{хх}$, %	0,6

Окончание таблицы Б.1

Элемент	Параметр	Значение
Шунтирующие реакторы ШР1, ШР2	Номинальная мощность (на фазу) $S_{ном}$, МВА	110
	Номинальное фазное напряжение $U_{ном}$, кВ	$787/\sqrt{3}$
	Потери КЗ (на фазу) $P_{пот}$, кВт	350
Параметры нагрузки Н	Потребляемая мощность активная $P_{Н}$, МВт	50
	Потребляемая мощность реактивная $Q_{Н}$, Мвар	16
Выключатели Q1 — Q15	Время отключения выключателя, мс	60

Таблица Б.2 — Параметры испытательной модели ТН на стороне ВН АТ1

Параметр	Значение
Параметры трансформатора напряжения	
Номинальная мощность, ВА	2000
Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	$750/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, В	$100/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	100
Напряжение КЗ, %	8,25*
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 Б.3 — Параметры испытательной модели ТТ АТ1 (СТ1—СТ3)

Параметр	Значение
Параметры модели ТТ на стороне ВН для проведения испытаний	
Номинальный первичный ток ТТ, А	2000
Номинальный вторичный ток ТТ, А	1
Сопротивление вторичной обмотки, Ом	5
Сопротивление нагрузки, Ом	2
Напряжение насыщения, В	1445
Вольтамперная характеристика U, В — I, А	0—0 361—0,015 723—0,031 1084—0,048 1156—0,053 1253—0,072 1333—0,152 1373—0,289 1431—0,636 1445—0,723
Примечание — Остаточная магнитная индукция магнитопровода ТТ при моделировании задается равной нулю.	

Б.3.5 Параметры рабочего режима тестовой модели и значения токов КЗ должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах Б.4, Б.5.

Таблица Б.4 — Параметры рабочего режима

Режим работы	Параметр	ПС А
Нормальный режим: АТ в работе, все линии в работе, ШР включены	Напряжение на шинах РУ ВН, кВ	746,4
	Напряжение на шинах РУ СН, кВ	329,0
	Напряжение на шинах РУ НН, кВ	10,44
	Ток в цепи ВН АТ1, кА	0,251
	Ток в цепи СН АТ1, кА	0,482
	Ток в цепи НН АТ1, кА	2,891

Таблица Б.5 — Значения токов КЗ для базовых параметров модели

Режим работы (отклонения от нормальной схемы)	Место КЗ	Вид КЗ	Измеряемый параметр	Ток в защите со стороны ВН АТ1, А
Все линии и АТ в работе	К1	$К^{(3)}$	I_1	21 201,893
	К2			4164,339
	К5			1170,531
	К1	$К^{(1)}$	$3 \cdot I_0$	15 269,835
			I_1	5824,912
			I_2	5806,622
	К2		$3 \cdot I_0$	2651,861
			I_1	1423,033
			I_2	1400,566
	К5		$3 \cdot I_0$	763,062
			I_1	508,926
			I_2	367,861
Все линии в работе. Отключен АТ2	К1	$К^{(3)}$	I_1	18 251,888
	К2			5395,022
	К5			1798,785
	К1	$К^{(1)}$	$3 \cdot I_0$	11 569,099
			I_1	4717,094
			I_2	4659,958
	К2		$3 \cdot I_0$	4537,865
			I_1	1734,510
			I_2	1687,487
	К5		$3 \cdot I_0$	1082,850
			I_1	784,301
			I_2	565,519

Б.4 Подключение устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше к ПАК РВ. Требования к испытательному оборудованию и структура испытательной установки

Б.4.1 Испытательная установка для проверки устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше должна быть собрана в соответствии со структурной схемой, приведенной на рисунке Б.4. Она должна содержать ПАК РВ, испытуемое устройство ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше, а также в случае, если РАС ПАК РВ отсутствует или его характеристики недостаточны для оценки правильности функционирования испытуемого устройства, — автономный РАС.

Б.4.2 Дискретные выходы испытуемого устройства, сконфигурированные на отключение соответствующих 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, дискретные сигналы, 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.

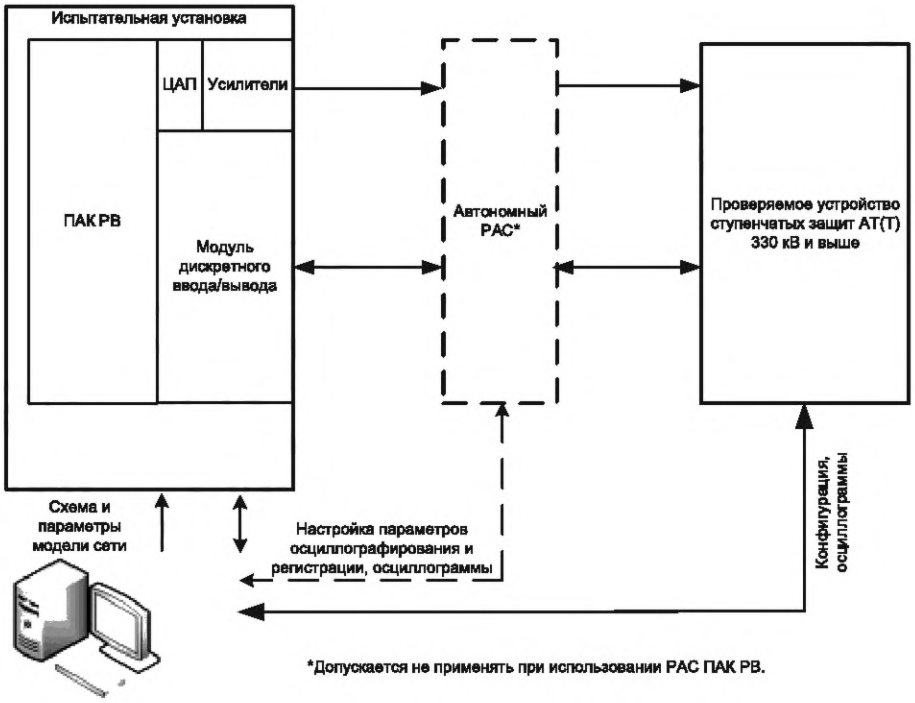


Рисунок Б.4 — Структурная схема испытательной установки

Пуск встроенного осциллографа должен осуществляться по факту срабатывания ПО защиты. В тех случаях, когда срабатывание ПО не происходит, пуск осциллографа допускается осуществлять принудительно, например от дополнительной функции МТЗ 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.

Б.4.3 Общие требования к испытательной установке

Б.4.3.1 Испытания проводят с использованием ПАК РВ.

Б.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.

Б.4.3.3 ПАК РВ должен обеспечивать моделирование действия устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше на отключение соответствующих выключателей в математической модели сети.

Б.4.3.4 Должна быть обеспечена возможность измерения времени срабатывания устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше на отключение на каждой стороне линии с учетом времени работы выходных реле.

Б.4.3.5 Должен быть предусмотрен гальванически развязанный источник питания оперативного постоянного тока.

Б.4.4 Требования к характеристикам ПАК РВ

Б.4.4.1 Количество каналов тока — не менее 6.

Б.4.4.2 Максимальное значение тока (в течение 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.

Б.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).

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

Б.4.4.5 Количество каналов напряжения — не менее 6.

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

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

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

Б.4.4.9 Минимальный диапазон частот выходных аналоговых сигналов тока и напряжения — 0 — 2000 Гц.

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

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

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

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

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

а) осциллографирование и регистрацию:

- всех токов и напряжений, подаваемых на устройство РЗ;
- выходных сигналов испытательной установки;
- входных и выходных дискретных сигналов устройства РЗ: пуск и срабатывание испытуемой функции, сигналы отключения, сигналы неисправности;

б) 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.

Б.5 Проведение испытаний

Испытания устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше необходимо производить в два этапа:

1) документальная проверка;

2) функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы.

Испытуемое устройство ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше должно подключаться к тестовой модели энергосистемы (см. рисунок Б.1) по цепям переменного тока — к встроенному во ввод ВН трансформатору тока СТ3, а по цепям переменного напряжения — к ТН, установленному на ошиновке ВН (VT1).

В случае, если устройство ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше имеет возможность подключения на сумму токов в ветвях выключателей, отдельно по таблице Б.8 проверяется корректность указанного суммирования. Для проведения указанных опытов устройство по цепям переменного тока подключается к СТ1 и СТ2, а по цепям переменного напряжения — к ТН, установленному на ошиновке ВН (VT1).

Б.5.1 Документальная проверка

Б.5.1.1 Для испытуемого устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше организацией, проводящей испытания, должно осуществляться рассмотрение технической документации производителя устройства РЗА в целях первичной оценки соответствия устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше требованиям ГОСТ Р 58886. Программа документальной проверки приведена в таблице Б.6.

Б.5.1.2 Результат документальной проверки соответствия устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше по технической документации должен быть приведен в протоколе документальной проверки устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше, являющемся приложением к протоколу испытаний.

Б.5.1.3 При оценке результатов проверок по позициям 2—8 таблицы Б.6 в случае подтверждения соответствия требованиям ГОСТ Р 58886 необходимо указывать пункты (разделы) рассмотренной технической документации на устройство ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше, из содержания которых это соответствие подтверждается.

Таблица Б.6 — Программа документальной проверки

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
1 Проверка наличия и состава технической документации:			
1.1 Проверка наличия и состава документации на соответствие требованиям ГОСТ Р 58886		Документация предоставлена на русском языке. Наличие в соответствии с ГОСТ Р 58886	Раздел 12
2 Проверка требований к аппаратной части и наличию сервисных функций			
2.1 Проверка функции самодиагностики устройства	Проверяют по технической документации производителя наличие функции автоматической самодиагностики исправности программно-аппаратных средств с сигнализацией о неисправности и блокировкой устройства защиты при обнаружении нарушения целостности исполняемой программы или данных	Наличие требуемого функционала	4.2 д)

Продолжение таблицы Б.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
2.2 Проверка функции синхронизации времени	Проверяют по технической документации производителя наличие функции синхронизации времени с внешним источником единого точного времени	Наличие требуемого функционала	4.2 е)
2.3 Передача информации о функционировании устройства в АСУ ТП и автономные РАС	Проверяют по технической документации производителя наличие возможности передачи информации о функционировании устройства в АСУ ТП и автономные РАС	Наличие требуемого функционала	4.2 ж)
3 Общефункциональные проверки устройства защиты			
3.1 Проверка наличия не менее четырех групп уставок и возможности ввода уставок в первичных/вторичных величинах	Проверяют 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 к), л)
3.2 Проверка наличия программируемой логики	Проверяют по технической документации производителя наличие программируемой логики, в том числе возможность назначения внешних и внутренних логических (дискретных) сигналов устройства на дискретные входы, выходные реле, сигнализацию	Наличие требуемого функционала	4.2 н)
4 Общефункциональные проверки ДЗ			
4.1 Проверка наличия не менее пяти ступеней ДЗ, не менее трех выдержек времени для каждой ступени ДЗ	Проверяют по технической документации производителя наличие: а) не менее пяти ступеней ДЗ, из которых не менее двух ступеней от всех видов КЗ; б) не менее трех выдержек времени для каждой ступени ДЗ, обеспечивающих действие ступени: - с первой выдержкой времени на отключение выключателей, обеспечивающих деление РУ, к которому подключена защищаемая сторона АТ (Т); - со второй выдержкой времени на отключение выключателей защищаемой стороны АТ (Т); - с третьей выдержкой времени на отключение АТ (Т) со всех сторон	Наличие требуемого функционала	5.2 а), б)
4.2 Проверка основного функционала ступеней ДЗ	Проверяют по технической документации производителя следующее: - возможность изменения направленности любой ступени ДЗ; - возможность пуска элементов выдержки времени каждой ступени ДЗ от собственных измерительных органов; - возможность для каждой ступени ДЗ от всех видов КЗ ввода (вывода) измерительных органов «фаза—фаза», «фаза—земля», а также задания у ступеней ДЗ от всех видов КЗ независимых выдержек времени для контуров «фаза—фаза», «фаза—земля»; - возможность задания многоугольной характеристики срабатывания ДЗ;	Наличие требуемого функционала	5.3

Продолжение таблицы Б.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
	- возможность регулирования уставок по активному и реактивному сопротивлению используемого контура, а также выдержкам времени каждой ступени ДЗ; - возможность отстройки характеристики срабатывания ДЗ от нагрузочного режима; - наличие автоматического ускорения ДЗ (обеспечивающее ввод ускорения выбранной ступени ДЗ или отдельной ступени ДЗ, автоматический перевод в ненаправленный режим или охват начала координат ступенью ДЗ) при постановке ЛЭП под напряжение включением выключателя (или от внешнего соответствующего сигнала) на задаваемое уставкой время (выдержка времени срабатывания автоматически ускоряемой ступени ДЗ должна задаваться уставкой); - наличие двух видов ОУ, обеспечивающих ускорение выбранной ступени ДЗ или ввод отдельной ступени ДЗ: 1) с тремя выдержками времени [ускорение времени отключения выключателей, указанных в ГОСТ Р 58886—2020, пункт 5.2, перечисление б)]; 2) с одной выдержкой времени (с действием на отключение АТ (Т), вводимое при выводе ДЗО (ДЗШ), для схем с подключением АТ (Т) к РУ более чем через один выключатель); - наличие контроля ступеней ДЗ от БК по скорости изменения токов и (или) по скорости изменения сопротивления. При использовании БК по скорости изменения токов дополнительно проверяют: - возможность отдельного ввода быстродействующих ступеней ДЗ и медленнодействующих ступеней ДЗ, возможность вывода контроля от БК ступеней ДЗ, обеспечивающих дальнее резервирование; - обеспечение возможности ввода в действие быстродействующих ступеней ДЗ после истечения выдержки времени автоматического ускорения после опробования АТ (Т) напряжением; - возможность регулирования уставок БК по скорости изменения токов прямой и обратной последовательности. При использовании БК по скорости изменения сопротивлений дополнительно проверяют возможность блокирования любой ступени ДЗ		
5 Общефункциональные проверки ТЗНП			
5.1 Проверка наличия не менее пяти ступеней ТЗНП, не менее трех выдержек времени для каждой ступени ТЗНП	Проверяют по технической документации производителя наличие: а) не менее пяти ступеней ТЗНП; б) не менее трех выдержек времени для каждой ступени ТЗНП, обеспечивающих действие ступени: - с первой выдержкой времени на отключение выключателей, обеспечивающих деление РУ, к которому подключена защищаемая сторона АТ (Т); - со второй выдержкой времени на отключение выключателей защищаемой стороны АТ (Т); - с третьей выдержкой времени на отключение АТ (Т) со всех сторон	Наличие требуемого функционала	6.2 а), б)

Продолжение таблицы Б.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
5.2 Проверка основного функционала ступеней ТЗНП	Проверяют по технической документации производителя следующее: - наличие ОНМ нулевой последовательности; - возможность ввода и изменения направленности любой из ступеней ТЗНП; - возможность регулирования уставок по току и времени срабатывания каждой ступени ТЗНП; - возможность регулирования уставок по току и напряжению срабатывания для ОНМ; - возможность ввода (вывода) и изменения направленности любой ступени ТЗНП; - возможность вывода от внешнего сигнала чувствительных ступеней ТЗНП (должен быть предусмотрен выбор выводимых ступеней ТЗНП); - наличие автоматического ускорения ТЗНП (обеспечивающего ввод ускорения любой ступени ТЗНП, автоматический вывод направленности автоматически ускоряемой ступени ТЗНП) при постановке АТ (Т) под напряжение включением выключателя на задаваемое уставкой время (выдержка времени срабатывания автоматически ускоряемой ступени ТЗНП должна задаваться уставкой); - наличие двух видов ОУ, обеспечивающих ускорение выбранной ступени ТЗНП: 1) с тремя выдержками времени [ускорение времени отключения выключателей, указанных в ГОСТ Р 58886—2020, пункт 6.2, перечисление б)]; 2) с одной выдержкой времени (с действием на отключение АТ (Т), вводимое при выводе ДЗО (ДЗШ), для схем с подключением АТ (Т) к РУ более чем через один выключатель)	Наличие требуемого функционала	6.2 в), г); 6.3
6 Общефункциональные проверки МТЗ от междуфазных КЗ			
Проверка основного функционала МТЗ от междуфазных КЗ	Проверяют по технической документации производителя наличие: а) не менее двух ступеней МТЗ АТ (Т) от междуфазных КЗ с пуском по факту снижения междуфазного напряжения, работающих по факту превышения уставок не менее чем двумя из трех фазных токов; б) не менее трех выдержек времени для ступеней МТЗ, обеспечивающих действие ступени: - с первой выдержкой времени на отключение выключателей, обеспечивающих деление РУ, к которому подключена защищаемая сторона АТ (Т); - со второй выдержкой времени на отключение выключателей защищаемой стороны АТ (Т); - с третьей выдержкой времени на отключение АТ (Т) со всех сторон; в) возможность регулирования уставок каждой ступени по току и времени срабатывания; г) возможность регулирования уставок пуска по напряжению	Наличие требуемого функционала	8.2

Окончание таблицы Б.6

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020
7 Общефункциональные проверки ЗНР			
Проверка основного функционала защиты от неполнофазного режима	Проверяют по технической документации производителя следующее: - возможность пуска ЗНР от внешнего сигнала; - наличие токового органа нулевой последовательности; - возможность регулирования уставок по току и времени срабатывания	Наличие требуемого функционала	Раздел 9
8 Общефункциональные проверки ТЗО			
Проверка основного функционала ТЗО	Проверяют по технической документации производителя следующее: - возможность автоматического или оперативного ввода в работу ТЗО АТ (Т) при отключении выключателей защищаемой стороны АТ (Т) и (или) трансформаторного разъединителя при нахождении АТ (Т) под напряжением с противоположной стороны; - наличие отдельного токового органа с контролем фазных токов; - наличие отдельного токового органа с контролем токов нулевой последовательности; - возможность регулирования уставки по току	Наличие требуемого функционала	Раздел 11

Б.5.2 Функциональные испытания на тестовой модели энергосистемы

Б.5.2.1 При испытаниях защита должна действовать на отключение трех фаз при всех видах КЗ. Для корректного проведения испытаний не используемые в опытах функции РЗА проверяемого устройства должны быть выведены из работы.

В опытах, где проверяется одновременное срабатывание более одной функции при КЗ, должно учитываться возможное несрабатывание одних функций из-за более быстрого срабатывания других, в связи с чем может потребоваться повторное проведение данных опытов с выводом из работы ряда функций для проверки срабатывания других функций, что должно быть отражено в протоколе испытаний.

Б.5.2.2 Если в условиях проведения конкретного опыта не оговорено иное, ступени ДЗ, ТЗНП конфигурируются следующим образом:

- первые ступени (ступени ДЗ от всех видов КЗ направлены в АТ, чувствительны к КЗ в точке К1) — с одной выдержкой времени на отключение АТ со всех сторон;

- вторые ступени (ступени ДЗ от междуфазных КЗ направлены в АТ, чувствительны к КЗ в точке К2) действуют: с первой выдержкой времени — на деление шин смежного напряжения (отключение Q9), со второй — на отключение АТ со стороны смежного напряжения (отключение Q7), с третьей — на отключение АТ со всех сторон;

- третьи, четвертые, пятые ступени (ступени ДЗ от междуфазных КЗ направлены в шины ВН; с третьей по пятую ступени ДЗ и ТЗНП чувствительны к КЗ в точке К6, пятые ступени — к КЗ в точке К5) действуют: с первой выдержкой времени — на деление шин «своего» напряжения (отключение Q2, Q5), со второй выдержкой времени — на отключение АТ со стороны «своего» напряжения (отключение Q2, Q3), с третьей выдержкой времени — на отключение АТ со всех сторон.

Б.5.2.3 Для определения фактического времени срабатывания устройства ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше на отключение с учетом времени работы выходного реле необходимо осуществлять регистрацию и осциллографирование средствами автономного РАС или РАС ПАК РВ сигналов срабатывания ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше с соответствующего выходного реле устройства.

Б.5.2.4 Параметры настройки внутренней функции регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий (осциллограмм) устройства ступенчатых защит АТ (Т) 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.

Б.5.2.5 В устройстве ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше должны быть заданы параметры настройки и алгоритмы функционирования ДЗ, ТЗНП, МТЗ с пуском по напряжению, ЗНР, ТЗО.

Б.5.2.6 При наличии в устройстве ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше возможности ввода БК по скорости изменения токов и скорости изменения сопротивлений задаются уставки для обоих видов БК.

Б.5.2.7 Все ступени ТЗНП выполняют направленными.

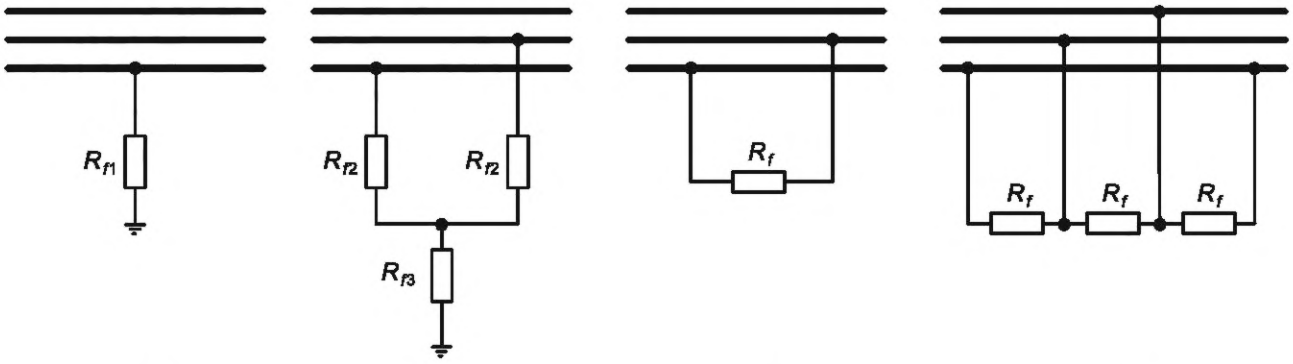
Б.5.2.8 При проведении испытаний:

а) для каждого из указанных видов КЗ проверку следует проводить 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 необходимо выбирать 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 Б.5: для однофазного КЗ — а); двухфазного КЗ на землю — б); двухфазного КЗ — в); трехфазного КЗ — г);



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

Рисунок Б.5 — 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);

д) при описании режимов работы тестовой модели энергосистемы положение коммутационных аппаратов принимают в соответствии с рисунком Б.1, если иное не указано в описании опыта.

Б.5.2.9 Программа испытаний на тестовой модели энергосистемы устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше приведена в таблице Б.7.

Б.5.2.10 Для устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше, допускающих подключение на сумму токов в ветвях выключателей АТ (Т), дополнительно к испытаниям по таблице Б.7 предварительно (до начала испытаний по таблице Б.7) проводятся испытания на тестовой модели энергосистемы по таблице Б.8.

Таблица Б.7 — Программа испытаний устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше на тестовой модели энергосистемы

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
1	Проверка срабатывания при всех видах КЗ, в том числе при постановке АТ под напряжение	1.1 Проверка пусков соответствующих ступеней при КЗ Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. В устройстве защиты выведено действие на отключение выключателей. Возникновение КЗ в точке К1 (К6, К2). Виды КЗ: 1.1.1 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 1.1.2 $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом. 1.1.3 $К^{(1)} \rightarrow К^{(1,1)} \rightarrow К^{(3)}$ (переход одного вида КЗ в другой через 50 мс; рассматривают только КЗ в точке К1) с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 1.1.4 При этом после выполнения проверок по пунктам 1.1.1, 1.1.2 для каждого вида КЗ следует оценить влияние поврежденной фазы/фаз и переходного сопротивления в месте КЗ на работу защиты. При отказе при наличии переходного сопротивления эти и дальнейшие проверки допускается выполнять при иных значениях переходных сопротивлений. При отсутствии отказа защиты во всех сочетаниях поврежденных фаз для всех видов КЗ в последующих проверках для внутренних КЗ допускается 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». При выполнении проверки по пункту 1.1.3 контролируют: при переходе $К^{(1)} \rightarrow К^{(1,1)}$ отсутствие перезапуска элемента выдержки времени для контура «фаза—земля», запуск элемента выдержки времени для контура «фаза—фаза»; при переходе $К^{(1,1)} \rightarrow К^{(3)}$ возврат элемента выдержки времени для контура «фаза—земля», отсутствие перезапуска элемента выдержки времени для контура «фаза—фаза». На время выполнения проверки вводят выдержки времени на срабатывание первой ступени по контурам «фаза—земля», «фаза—фаза», равные не менее 0,2 с	4.1 а), г), к); 5.3 в), ж); 6.3 е)	Пуск соответствующих ступеней ДЗ, ТЗНП, направленных в сторону КЗ, и отсутствие пуска ступеней ДЗ, ТЗНП, направленных в сторону, противоположную от КЗ (с учетом Б.5.2.2). Отсутствие перезапуска соответствующего элемента выдержки времени ступеней ДЗ от всех видов КЗ при переходе одного вида КЗ в другой. Пуск МТЗ при междуфазных КЗ

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		1.2 Включение АТ на КЗ на выводах АТ Схема сети: ремонтная — АТ1 отключен со всех сторон (отключены выключатели Q2, Q3, Q7, Q12). Режим: АТ1 выведен, длительность режима 1,0 с. Включение выключателя Q2 на КЗ в точке К1 (К2) на 2,0 с. Фаза включения АТ: 0°. Здесь и далее, если иное не указано в описании опыта, введено действие защит на отключение выключателя. Виды КЗ: 1.2.1 $К^{(1)}_{B0}$, $К^{(1,1)}_{BC0}$, $К^{(2)}_{BC}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 1.2.2 $К^{(1)}_{B0}$, $К^{(1,1)}_{BC0}$, $К^{(2)}_{BC}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом		Срабатывание ступеней ДЗ, ТЗНП, направленных в АТ (следует проконтролировать срабатывание первых ступеней защит, автоматическое ускорение ДЗ, ТЗНП при постановке под напряжение АТ). Срабатывание МТЗ ВН при междуфазных КЗ. Отсутствие срабатывания ступеней ДЗ, ТЗНП, направленных в сторону шин ВН (ступени 3—5)
2	Проверка действия ступенчатых защит на отключение	2.1 Проверка действия защит на отключение выключателей Повторяют опыт по пункту 1.1 с введенным действием защит на отключение.	4.1 к); 5.3 и); 6.3 ж)	Корректное действие ДЗ, ТЗНП, МТЗ на отключение с учетом Б.5.2.2.
		2.2 Проверка действия защит на отключение с введенными ОУ Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. В устройстве защиты вводят ОУ (поочередно: с одной выдержкой времени — на отключение АТ — и с тремя выдержками времени — на деление шин, отключение ввода и отключение всего АТ). Возникновение КЗ в точке К3 на 2,0 с. $К^{(1)}_{A0}$, $К^{(2)}_{AB}$ с $R_f = R_{f1}$ = 0 Ом		Действие ОУ ДЗ, ТЗНП на отключение выключателей в соответствии с заложенной логикой
3*	Проверка функционирования защиты при синхронных качаниях	3.1 Синхронные качания без КЗ На время выполнения данного опыта с введенной БК по скорости изменения сопротивления вторую ступень ДЗ выполняют без выдержки времени. Схема сети: ремонтная — отключен АТ2 (отключены выключатели Q4, Q5, Q8, Q13). Режим: АТ1 в работе, длительность режима 1,0 с. Возникновение синхронных качаний ЭС1 относительно ЭС2, ЭС3, ЭС4 с максимальным расхождением векторов ЭДС на угол 140° при частоте качаний: 3.1.1 0,2 Гц; 3.1.2 1,0 Гц; 3.1.3 3,0 Гц.	4.1 ж), к); 5.3 л), м)	Отсутствие действия защиты на отключение. Правильная работа блокировки при качаниях (отсутствие ввода ступеней ДЗ при использовании БК по скорости изменения токов; срабатывание БК по скорости изменения сопротивления)

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		3.2 КЗ при синхронных качаниях Выполняют только при наличии БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии обоих вариантов БК — вводят БК по скорости изменения сопротивлений). Схема сети: ремонтная — отключен АТ2 (отключены выключатели Q4, Q5, Q8, Q13). Режим: АТ1 в работе, длительность режима 1,0 с. Возникновение синхронных качаний с максимальным расхождением векторов ЭДС на угол 140° при частоте качаний 0,2 Гц (1,0; 3,0 Гц). Возникновение КЗ в точке К1 (К3, К4) при значении угла вектора ЭДС ЭС1 12°. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом		Срабатывание соответствующих ступеней ДЗ, ТЗНП. Правильная работа блокировки при качаниях (при возникновении КЗ — возврат БК по скорости изменения сопротивления)
4**	Проверка функционирования защиты при броске намагничивающего тока АТ	4.1 Бросок тока намагничивания без КЗ Схема сети: ремонтная — АТ1 отключен со всех сторон (отключены выключатели Q2, Q3, Q7, Q12). Режим: АТ1 выведен. Устанавливают остаточную магнитную индукцию магнитопровода АТ, равную 0,5 о.е. (относительно значения в точке перегиба характеристики). Включение выключателя Q2 (сопровождается броском тока намагничивания). Фаза включения: 0°. Фазы Q2 включают поочередно («А», «В», «С») с интервалом 20 мс. Через 1 с — включение Q7	4.1 а), д); и), к)	Отсутствие действия защит на отключение. Следует проконтролировать блокировку ТЗНП при броске тока намагничивания
		4.2 КЗ на фоне броска тока намагничивания Схема сети: ремонтная — АТ1 отключен со всех сторон (отключены выключатели Q2, Q3, Q7, Q12). Режим: АТ1 выведен, длительность режима 1,0 с. Устанавливают остаточную магнитную индукцию магнитопровода АТ, равную 0,5 о.е. (относительно значения в точке перегиба характеристики). Включение выключателя Q2 (сопровождается броском тока намагничивания). Через 50 мс — возникновение КЗ в точке К2 (К3). Виды КЗ: 4.2.1 $К^{(1)}_{ВО}$, $К^{(1,1)}_{ВСО}$, $К^{(2)}_{ВС}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом. 4.2.2 $К^{(1)}_{ВО}$, $К^{(1,1)}_{ВСО}$, $К^{(2)}_{ВС}$ с R_{f1} = 20 Ом, R_{f2} = 5 Ом, R_{f3} = 15 Ом, R_f = 10 Ом. Фаза включения 0° (по фазе А). Бросок тока намагничивания и КЗ моделируют в разных фазах		Действие защит на отключение после возникновения КЗ. Отдельно контролируют срабатывание соответствующих ступеней ТЗНП при КЗ на землю

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
5	Проверка работы устройства при изменении частоты сети от 45 до 55 Гц	Повторяют при частотах 45 Гц и 55 Гц следующие опыты: - проверка пусков соответствующих ступеней при КЗ (пункт 1.1); - проверка функционирования защиты при синхронных качаниях (пункт 3). В ходе данной проверки частота не опускается ниже 45 Гц и не поднимается выше 55 Гц	4.1 а), ж), к), л)	Реакция защит, аналогичная проверкам при 50 Гц
6***	Проверка функций блокировки при неисправностях в цепях напряжения ТН	6.1 Возникновение КЗ на фоне неисправности цепей напряжения с последующим их восстановлением Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение неисправности во вторичных цепях ТН. Возникновение КЗ (точки К1, К3) через 0,2 с. Восстановление цепей напряжения через 0,5 с (при сохранившемся КЗ на защищаемой линии). Действие защит на отключение выключателя выведено. Введена МТЗ с пуском по напряжению с уставками 100 А первичных (ПО по фазным токам)/0,1 с. При моделировании КЗ в точке К1 следует ввести блокировку направленных ступеней ТЗНП при срабатывании БНН. При моделировании КЗ в точке К3 следует ввести автоматический вывод направленности ТЗНП при срабатывании БНН. Виды неисправностей вторичных цепей: 1) от основных вторичных обмоток (соединенных в «звезду»): - обрыв фазы А (фазы В; фазы С); - обрыв нуля (с созданием искусственной несимметрии: между фазой С и нулевым проводом включается сопротивление 15 кОм); - 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); - 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;	4.2 и), р); разделы 7, 8	При возникновении неисправности в цепях напряжения: - отсутствие действия защит на отключение; - срабатывание БНН. Собственное время срабатывания БНН должно быть меньше времени срабатывания измерительных органов ДЗ. Следует проконтролировать (при наличии сигнала срабатывания БНН): блокировку ДЗ, блокировку МТЗ с пуском по напряжению. При возникновении КЗ на фоне неисправности в цепях напряжения: допускается возврат БНН и срабатывание ДЗ, МТЗ с пуском по напряжению и неселективная работа ТЗНП. При КЗ на землю при условии невозврата БНН: - при КЗ в точке К1 — несрабатывание ТЗНП; - при КЗ в точке К3 — срабатывание соответствующих ступеней ТЗНП, чувствительных к данному КЗ. После восстановления цепей напряжения:

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		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} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом; - K_{ABC}, R_f = 0 Ом. Фиксируют: - действие защит на отключение только при возникновении КЗ в первичной сети; - время срабатывания/возврата защит, функции БНН; - функционирование БНН при совпадении фаз (выводов) с обрывами/КЗ во вторичных цепях с поврежденными фазами при КЗ в первичной сети		- возврат БНН. Собственное время возврата БНН больше времени возврата защит; - срабатывание ступеней ДЗ, ТЗНП и МТЗ с пуском по напряжению при КЗ в зоне их действия; - отсутствие срабатывания ступеней ДЗ, ТЗНП при КЗ вне зоны их действия
		6.2 Проверка работы БНН при переводе цепей напряжения в нагрузочном режиме Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение неисправности во вторичных цепях ТН: поочередный кратковременный обрыв на 50 мс выводов А, В, С, Н, К, Ф, И		Отсутствие срабатывания защит при переводе цепей напряжения защит в нагрузочном режиме. Срабатывание БНН на время перевода цепей напряжения. Собственное время срабатывания БНН меньше времени срабатывания защит. Возврат БНН после перевода цепей напряжения. Собственное время возврата БНН больше времени возврата защит

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		6.3 Проверка работы БНН при переходе несимметричных повреждений в цепях ТН в симметричные Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение неисправности во вторичных цепях ТН вида: - КЗ фаза А — фаза В с переходом через 50 мс в КЗ фаз А, В, С; - КЗ вывод Н — вывод Ф с переходом через 50 мс в КЗ выводов Н, К, Ф, И. Восстановление цепей напряжения через 0,5 с		Отсутствие снятия сигнала блокировки при переходе несимметричных повреждений в цепях ТН в симметричные. Срабатывание БНН. Собственное время срабатывания БНН меньше времени срабатывания защит. Возврат БНН после восстановления цепей напряжения. Собственное время возврата БНН больше времени возврата защит
		6.4 Отключение цепей ТН после неуспешной попытки восстановления цепей напряжения Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Во вторичных цепях ТН: 1) автоматический выключатель основной вторичной обмотки ТН (соединенной в «звезду») отключен; 2) включение автоматического выключателя на КЗ в цепях напряжения вида фаза А — нуль (с отключением автомата); 3) длительность отключенного состояния автоматического выключателя — 20 с; 4) отключение вторичных цепей напряжения дополнительной обмотки ТН (разборка вторичных цепей ТН)		Срабатывание БНН при возникновении неисправности в цепях напряжения. Отсутствие снятия сигнала блокировки при разборке цепей напряжения
7	Проверка возможности использования ДЗ и ТЗНП в целях обеспечения дальнего резервирования	КЗ в зоне действия ступеней, обеспечивающих дальнее резервирование Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Возникновение КЗ в точке К5. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом	4.1 п); 5.3 б)	Срабатывание ступеней ДЗ, ТЗНП, обеспечивающих дальнее резервирование, с учетом Б.5.2.2

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
8	Проверка срабатывания функции ТЗО	КЗ на ошиновке АТ Схема сети: ремонтная — АТ1 отключен со стороны ВН (отключены выключатели Q2, Q3; отключен трансформаторный разъединитель QS со стороны ВН). Режим: АТ1 в работе по сторонам СН, НН, длительность режима 1,0 с. Проверяют автоматический ввод ТЗО или вводят оперативно. Возникновение КЗ в точке К6 на 2,0 с. Виды КЗ: $К^{(1)}$, $К^{(1,1)}$, $К^{(2)}$, $К^{(3)}$ с R_{f1} = 0 Ом, R_{f2} = 0 Ом, R_{f3} = 0 Ом, R_f = 0 Ом	Раздел 11	Срабатывание ТЗО
9	Проверка срабатывания функции ЗНР	Замыкание АТ в транзит с отказом одной из фаз выключателя Схема сети: ремонтная — АТ1 отключен со стороны ВН (отключены выключатели Q2, Q3). Режим: АТ1 выведен, длительность режима 1,0 с. Вводят БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии данной функции). Включение фаз В и С выключателя Q2 и подача на устройство сигнала пуска ЗНР	5.3 м); раздел 9	Отсутствие пуска БК по скорости изменения сопротивлений (при наличии данной функции). Срабатывание ЗНР
10*[4]	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	10.1 Проверка при допустимом снижении напряжения питания Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Снижение напряжения питания устройства до $0{,}8U_{ном}$	4.2 и)	Отсутствие ложного действия защит на отключение. Сохранение работоспособности устройства
		10.2 Проверка при снижении напряжения питания ниже допустимого Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Снижение напряжения питания устройства до $0{,}75U_{ном}$		Отсутствие ложного действия защит на отключение. Допускается потеря работоспособности устройства при формировании сигнала неисправности
		10.3 Проверка при кратковременной потере питания Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Кратковременная (на 0,5 с) потеря питания устройства		Отсутствие ложного действия защит на отключение. Сохранение работоспособности устройства

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
		10.4 Проверка при длительной потере питания Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Потеря питания устройства на 10,0 с (с последующим его восстановлением). Следует проконтролировать время восстановления работоспособности устройства (и его соответствие техническим данным производителя устройства — при наличии указанных данных)		Отсутствие ложного действия защит на отключение. Кратковременное (на время отсутствия питания) формирование сигнала неисправности устройства. Отдельно контролируют время восстановления работоспособности устройства
		10.5 Проверка при подаче и снятии напряжения обратной полярности Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Подача на устройство и снятие через 10,0 с питания обратной полярности		Отсутствие ложного действия защит на отключение
		10.6 Проверка при перезагрузке устройства Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. Перезагрузка устройства. Следует проконтролировать время перезагрузки устройства и его соответствие техническим данным производителя устройства		Отсутствие ложного действия защит на отключение. Кратковременное (на время перезагрузки) формирование сигнала неисправности (или вывода) устройства. Время перезагрузки устройства соответствует техническим данным производителя устройства
		10.7 Проверка при замыкании на землю в цепи оперативного тока Поочередно следует выполнить замыкание «+» и «–» цепи оперативного питания на «землю» (корпус устройства) устройства. Следует проконтролировать отсутствие ложных срабатываний устройства		Отсутствие ложного действия защит на отключение

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
11	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: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. В терминале должны быть выполнены четыре группы уставок. Следует выполнить переключение группы уставок каждым из доступных способов. 11.1 Переключение с использованием штатного оперативного ключа (выполняют при его наличии): 11.1.1 Выполняют переключение группы уставок 1—2—3—4—3—2 (медленно). По окончании следует проконтролировать активизацию второй группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 11.1.2 Выполняют переключение группы 1—2—3—4—3—2 (быстро). По окончании следует проконтролировать активизацию второй группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 11.2 Переключение с использованием функциональных клавиш (при наличии функционала). 11.2.1 Выполняют поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (быстро). По окончании следует проконтролировать активизацию четвертой группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 11.2.2 Выполняют поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4 (медленно). По окончании следует проконтролировать активизацию четвертой группы уставок и переключиться на группу уставок 1. 11.3 Переключение через ИЧМ Выполняют поочередно переключение группы уставок в последовательности: 1—3—2—4—1 через ИЧМ. В процессе переключений следует проконтролировать и отразить в протоколе реакцию программного обеспечения терминала на несоответствие (при его наличии) активизируемой группы уставок заданной. Проверяют: - соответствие активной группы уставок заданной; - отсутствие активизации промежуточных групп уставок в процессе быстрого перехода на требуемую группу уставок и обратно; - 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)	4.2 и), к)	Отсутствие ложного действия защит 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 11.3 дополнительно контролируют наличие функционала, предусматривающего отсутствие возможности задания двух противоречащих друг другу групп уставок через ИЧМ и механический ключ (функциональные клавиши)

Продолжение таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
12	Проверка записи осциллограмм и журналов события	12.1 Проверяют длительности записей доаварийных, послеаварийных режимов и максимальную длительность регистрации одного события в осциллограммах. Проверяют наличие осциллограмм и журналов событий предыдущих опытов (до и после пропадания или при плавном снижении питания устройства) в памяти устройства. Экспортируют осциллограммы и журналы событий из устройства. Проверяют суммарную длительность сохраненных в памяти устройства осциллограмм. Экспорт осциллограмм в формат COMTRADE и проверка соответствия требованиям ГОСТ Р 58601	4.2 а)—г)	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. Б.5.2.4). 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);

Окончание таблицы Б.7

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
				- требований к файлу информации; - требований к файлу конфигурации
		12.2 Проверяют 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

* На время проведения опытов необходимо вывести МТЗ. Если в устройствах защиты предусмотрен контроль ступеней ДЗ от БК по скорости изменения токов и по скорости изменения сопротивления, проверки выполняют поочередно для каждого варианта исполнения блокировки при качаниях.

** На время выполнения опытов корректируют уставки второй ступени ТЗНП (направленной в АТ): ток срабатывания ($3I_0$) выставляют равным 100 А (первичные единицы), время срабатывания выставляется равным 0,3 с.

*** Проверку работы БНН приводят для варианта ее исполнения с подключением как ко вторичным обмоткам, соединенным в «звезду» (далее — основные вторичные обмотки), так и к соединенным в «разомкнутый треугольник» (далее — дополнительные вторичные обмотки); при этом:

- вторичные обмотки ТН заземлены [по основной вторичной обмотке — фаза В (U_B), по дополнительной вторичной обмотке — конец обмотки «разомкнутого треугольника» (U_K)] — 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 КЗ 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;
- в случае, если устройством защиты не используются цепи напряжения «разомкнутого треугольника», моделирование коммутаций с этими цепями производить не требуется;
- программа проверок БНН должна быть адаптирована с учетом рекомендованного производителем подключения по цепям напряжения проверяемого устройства защиты;
- работа блокировки при неисправности цепей переменного напряжения при всех видах повреждений в первичной сети контролируется в процессе проведения всех проверок по данной программе (отсутствие срабатывания при всех видах повреждений, в том числе в неполнофазных режимах на защищаемой линии).

Моделирование обрыва нулевого провода обмотки, соединенной по схеме «звезда», выполняется с замкнутым рубильником S_{sh} (см. рисунок Б.2).

Для проведения данных опытов вводится БК по скорости изменения сопротивления (если она предусмотрена в испытуемом терминале). Для всех опытов вводится блокировка ДЗ при срабатывании БНН.

*[4] Проверку необходимо выполнять исходя из условия допустимого снижения напряжения питания до $0{,}8U_{ном}$. Если производителем устройства задан иной порог допустимого снижения напряжения питания, необходимо соответствующим образом скорректировать проверки по пунктам 10.1, 10.2.

Таблица Б.8 — Программа дополнительных испытаний устройств ступенчатых защит АТ (Т) 330 кВ и выше, допускающих подключение на сумму токов в ветвях выключателей АТ, на тестовой модели энергосистемы

№ опыта	Вид проверки	Описание проверки	Проверяемое требование ГОСТ Р 58886—2020	Ожидаемый результат
1	Проверка возможности отдельного подключения к каждой используемой группе ТТ, а также проверка правильности программного суммирования токов ТТ	Схема сети: нормальная. Режим: АТ1 в работе (рабочий режим по таблице Б.4), длительность режима 1,0 с. 1.1 Проверяют соответствие значения расчетного тока в цепи ВН АТ данным таблицы Б.4. 1.2 Проверяют соответствие значения тока в цепи ВН АТ данным таблицы Б.4 исходя из следующих возможных комбинаций его формирования (с учетом технических возможностей терминала): 1.2.1 тока выключателя Q2 (СТ1); 1.2.2 тока выключателя Q3 (СТ2); 1.2.3 суммы инверсных токов ТТ выключателей Q2 и Q3 (-СТ1-СТ2); 1.2.4 суммы токов ТТ выключателей Q2 и Q3 (СТ1+СТ2)	4.2 м)	Возможность раздельного подключения каждой используемой группы ТТ в первичной схеме ко входам устройства. Корректное программное формирование тока линии

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]

УДК 621.311:006.354 ОКС 27.010-01

Ключевые слова: релейная защита, дистанционная защита, токовые защиты, ступенчатые защиты, линия электропередачи, автотрансформатор, трансформатор, испытания, модель энергосистемы

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 10.07.2024. Подписано в печать 01.08.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,84. Уч.-изд. л. 7,07.

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