ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59384— 2025

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматики ограничения перегрузки оборудования. Нормы и требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

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 9 июля 2025 г. № 721-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 59384—2021

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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения и сокращения 3
4 Требования к устройствам автоматики ограничения перегрузки оборудования 4
5 Требования к испытаниям устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования 8
Приложение А (обязательное) Методика проведения испытаний устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования 12
Библиография 44

Введение

Согласно пункту 154 правил [1] владельцами объектов электроэнергетики должна быть обеспечена проверка комплексов и устройств противоаварийной автоматики, устанавливаемых на принадлежащих им объектах электроэнергетики и энергопринимающих установках, на заданную функциональность.

Общие требования к организации автоматического противоаварийного управления в электроэнергетической системе, функциональности комплексов и устройств противоаварийной автоматики установлены требованиями [2] и ГОСТ Р 55105.

Настоящий стандарт разработан в развитие указанных нормативных правовых актов и ГОСТ Р 55105 и направлен на обеспечение выполнения положений этих нормативных документов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматики ограничения перегрузки оборудования. Нормы и требования

United power system and isolated power systems.
Relay protection and automation.
Automatic emergency control of electric power systems. Automatic overload limiting unit. Norms and requirements

Дата введения — 2025—08—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает:

- основные требования к микропроцессорным устройствам автоматики ограничения перегрузки оборудования (далее, соответственно, — АОПО, устройства АОПО), в том числе микропроцессорным устройствам релейной защиты и автоматики (далее — РЗА) в части реализации функции АОПО;
- порядок и методику проведения испытаний устройств АОПО для проверки их соответствия указанным требованиям.

1.2 Требования настоящего стандарта предназначены для организаций, осуществляющих деятельность по разработке, изготовлению, созданию, модернизации устройств и комплексов РЗА, разработке алгоритмов функционирования устройств и комплексов РЗА, 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, на которых установлены устройства АОПО, проектных и научно-исследовательских организаций.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для применения при выборе и приобретении устройств РЗА, устанавливаемых на объектах электроэнергетики при выполнении технических условий для технологического присоединения объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии к электрическим сетям, при строительстве, реконструкции, модернизации и техническом перевооружении объектов электроэнергетики, создании (модернизации) устройств и комплексов противоаварийной автоматики, подготовке необходимой для этого технической и закупочной документации, проведении проверки выполнения технических условий для технологического присоединения к электрическим сетям и проверки выполнения мероприятий и технологических требований, обеспечивающих работу объектов электроэнергетики, оборудования и устройств в составе энергосистемы, в том числе технических решений, предусмотренных проектной (рабочей) документацией. Требования настоящего стандарта также должны учитываться при обеспечении функционирования в составе электроэнергетической системы устройств АОПО, указанных в 1.4.

1.4 Требования настоящего стандарта распространяются на вновь устанавливаемые на объектах электроэнергетики устройства АОПО, а также на существующие устройства АОПО в случаях, указанных в 1.5, абзац четвертый.

Издание официальное

1.5 Требования настоящего стандарта не распространяются (за исключением случаев, указанных в четвертом абзаце настоящего пункта) на устройства АОПО в случае, если такие устройства:

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

Для указанных устройств АОПО выполнение требований настоящего стандарта должно быть обеспечено при их модернизации или в случае изменения алгоритма их функционирования (при наличии технической возможности) посредством установки версии алгоритма функционирования, успешно прошедшей испытания и проверку на соответствие требованиям настоящего стандарта, или при замене устройства АОПО.

Примечание — Под технической возможностью понимается совпадение типа (марки) модернизируемого устройства АОПО с типом (маркой) устройства АОПО, успешно прошедшего испытания и проверку на соответствие требованиям настоящего стандарта.

1.6 Настоящий стандарт не устанавливает требования к электромагнитной совместимости, условиям эксплуатации, сервисному обслуживанию, объему заводских проверок, пожаробезопасности, электробезопасности, информационной безопасности устройств АОПО, оперативному и техническому обслуживанию устройств АОПО.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 55105 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования

ГОСТ Р 57114 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения

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 72037 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Организация передачи доаварийной телеметрической информации в устройства противоаварийной автоматики из диспетчерских центров субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Нормы и требования

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей

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 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 55105, ГОСТ Р 57114, ГОСТ Р 72037, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **устройство автоматики ограничения перегрузки оборудования;** устройство АОПО: Микропроцессорное устройство противоаварийной автоматики, реализующее функцию АОПО, как выполненное в виде отдельного устройства противоаварийной автоматики, так и в виде микропроцессорного устройства РЗА, в котором реализована функция АОПО.

3.1.2 **доаварийная телеметрическая информация:** Телеметрическая информация, использующаяся в устройствах (комплексах) противоаварийной автоматики для выбора управляющих воздействий и не использующаяся в качестве пускового фактора, включая телеизмерения, телесигналы, а также расчетные параметры, формируемые в диспетчерских центрах субъекта оперативно-диспетчерского управления.

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

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

3.1.5 **программно-технический измерительный комплекс для релейной защиты и автоматики:** Совокупность электронных устройств и блоков на базе специализированного испытательного прибора (устройства), соединенных в единый испытательный комплекс, позволяющий с помощью персонального компьютера со специальным программным обеспечением выполнять проверку устройств РЗА.

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

3.1.7 **температура наружного воздуха (охлаждающей среды):** Значение температуры воздуха (или другой охлаждающей среды)[1)], поступающее в устройство АОПО с датчиков температуры.

3.1.8 **тестовая модель энергосистемы:** Цифровая модель энергосистемы, созданная в программно-аппаратном комплексе моделирования энергосистем в режиме реального времени, в объеме, необходимом для проведения испытаний устройства АОПО.

3.1.9 **защищаемый элемент:** Линия электропередачи, автотрансформатор, трансформатор, ошиновка, линейное оборудование (высокочастотные заградители и трансформаторы тока) и оборудование присоединения линий электропередачи к подстанции (электростанции), для защиты которых от токовой перегрузки предназначено устройство АОПО.

3.2 В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

АПВ — автоматическое повторное включение;

АРВ — автоматический регулятор возбуждения;

АРНТ — автоматика регулирования напряжения трансформатора;

АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическими процессами объекта электроэнергетики;

ДТ — датчик температуры наружного воздуха;

ДЦ — диспетчерский центр субъекта оперативно-диспетчерского управления;

КЗ — короткое замыкание;

ЛЭП — линия электропередачи;

[1)] Температура охлаждающей среды для трансформаторов с системой охлаждения М, Д, ДЦ принимается равной температуре воздуха при перегрузке, а для трансформаторов с системой охлаждения Ц — температуре воды на входе в теплообменник.

ПАК РВ — программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени;
ПБВ — устройство переключения без возбуждения;
ПС — подстанция;
ПТ ИК РЗА — программно-технический измерительный комплекс для РЗА;
РПН — устройство регулирования под нагрузкой;
ТИ — телеизмерение;
ТМИ — доаварийная телеметрическая информация;
ТН — трансформатор напряжения;
ТНВ — температура наружного воздуха (окружающей среды);
ТС — телесигнал;
ТЭС — тепловая электростанция;
УВ — управляющее воздействие;
1PPS — сигнал синхронизации времени «один импульс в секунду» (Pulse-per-second Signal);
IRIG-B — протокол синхронизации времени с использованием выделенных линий связи;
NTP/SNTP — сетевой протокол синхронизации/простой сетевой протокол синхронизации) (Network Time Protocol/Simple Network Time Protocol);
UTC(SU) — национальная шкала координированного времени [Coordinated Universal Time (Soviet Union)].

4 Требования к устройствам автоматики ограничения перегрузки оборудования

4.1 Устройства АОПО предназначены для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки ЛЭП и электросетевого оборудования.

4.2 Устройства АОПО в зависимости от их предназначения могут быть одного из следующих видов:

- устройство АОПО, предназначенное для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки ЛЭП и электросетевого оборудования [кроме трансформаторов (автотрансформаторов)] (далее — АОПО ЛЭП);

- устройство АОПО, предназначенное для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки трансформаторов (автотрансформаторов) [далее — АОПО Т (АТ)].

Устройство АОПО может быть рассчитано для двух видов предназначения одновременно. В таком случае в отношении устройства АОПО должны выполняться требования, относящиеся к устройствам АОПО каждого из видов предназначения.

Примечание — В настоящем стандарте при отсутствии указания, на какой именно вид устройства АОПО распространяется соответствующее требование, считается, что оно распространяется на все виды устройств АОПО.

4.3 Устройство АОПО должно обеспечивать:

- срабатывание при выявлении превышения в любой из трех фаз величины тока по защищаемому элементу заданной величины при заданной ТНВ;

- выдачу УВ через заданную выдержку времени.

4.4 Устройство АОПО должно контролировать ток в каждой из трех фаз и использовать пусковой фактор повышения полного фазного тока.

4.5 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность задания не менее десяти ступеней с контролем величины токовой нагрузки. При этом для каждой ступени должна быть предусмотрена возможность задания нескольких выдержек времени на срабатывание.

4.6 Для устройств АОПО, имеющих зависимость допустимых токовых нагрузок защищаемого элемента от схемы его подключения к электрической сети, должна быть предусмотрена возможность задания не менее двух групп уставок по току в зависимости от схемы подключения с возможностью выбора оперативного или автоматического способа изменения группы уставок при изменении схемы подключения.

4.7 В устройстве АОПО Т (АТ) должна быть предусмотрена возможность задания уставок по току для каждого положения РПН (ПБВ) трансформатора (автотрансформатора).

4.8 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность оперативного изменения групп уставок по току на самом устройстве АОПО, дистанционно и автоматически по фактору изменения ТНВ, по факту получения информации об изменении схемы сети.

4.9 В устройстве АОПО ввод одинаковых значений температуры для задания разных точек зависимости уставок по току от ТНВ должен блокироваться с выдачей предупредительной сигнализации.

4.10 В устройстве АОПО Т (АТ) должна быть предусмотрена возможность автоматического изменения групп уставок по току в зависимости от положения РПН трансформатора (автотрансформатора).

4.11 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность изменения групп уставок и ввода/вывода ступеней на основании ТМИ из ДЦ.

4.12 В устройстве АОПО при отсутствии в алгоритме метода вычисления уставок по току с помощью линейной экстраполяции при выходе достоверного значения ТНВ за заданное максимальное (минимальное) значение, должна выбираться уставка по току, соответствующая максимальному (минимальному) заданному значению ТНВ.

4.13 В устройстве АОПО при срабатывании ступеней с большими уставками по току не допускается блокировка срабатывания и сброс выдержек времени на срабатывание ступеней с меньшими уставками по току.

4.14 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность:

- оперативного ввода/вывода функции АОПО (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АОПО);
- ввода/вывода каждой ступени АОПО;
- ввода/вывода каждого УВ одновременно для всех ступеней, при этом для каждой ступени должна быть предусмотрена возможность отдельного ввода/вывода УВ вида «Отключение защищаемого элемента»;
- оперативного выбора ручного или автоматического изменения уставок по фактору изменения ТНВ;
- оперативного выбора ручного или автоматического изменения групп уставок при изменении схемы сети;
- оперативного задания текущего положения РПН (ПБВ) авто(трансформатора) [для АОПО Т (АТ)];
- оперативного задания значения ТНВ;
- оперативного выбора ручного или автоматического изменения уставок по положению РПН трансформатора (автотрансформатора) [для АОПО Т (АТ)];
- оперативного выбора ручной или автоматической (с использованием ТМИ) фиксации состояния ТС.

4.15 Коэффициент возврата измерительных органов устройства АОПО должен быть не менее 0,99.

4.16 После перерывов питания любой длительности или/и перезагрузки устройство АОПО должно восстанавливать работоспособность с заданными уставками и алгоритмом функционирования.

4.17 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность контроля направления перетока активной мощности по защищаемому элементу.

При этом должны выполняться следующие условия:

- при неисправности цепей напряжения в устройстве АОПО должен блокироваться пуск всех УВ, кроме воздействия на отключение защищаемого элемента;
- если устройство АОПО реализует разные УВ при разных направлениях перетока активной мощности, то для каждого из направлений перетоков активной мощности должен выполняться отдельный алгоритм функционирования.

4.18 Устройство АОПО не должно срабатывать (выдавать УВ при отсутствии условия для срабатывания):

- при замыкании на землю в одной точке в сети оперативного постоянного тока;
- снятии, подаче оперативного тока (в том числе обратной полярности);
- перерывах электропитания любой длительности;
- перезагрузке устройства;
- неисправности ДТ;
- изменении уставок (групп уставок);

- получении недостоверного сигнала о положении РПН [для АОПО Т (АТ)];
- получении недостоверной ТМИ из ДЦ.

4.19 В устройстве АОПО должны быть предусмотрены:

а) внутренняя функция регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий (осциллограмм) в объеме, необходимом для анализа работы устройства с временем длительности регистрации не менее 0,5 с доаварийного режима, полной длительности аварийного режима (существования условий пуска функции регистрации, но не более времени блокировки от длительного пуска по каждому из условий пуска) и не менее 5 с послеаварийного режима, с максимальной длительностью регистрации одного события не менее 10 с;

б) наличие энергонезависимой памяти, обеспечивающей запись и хранение осциллограмм суммарной длительностью не менее 300 с при максимальном объеме регистрируемых аналоговых и дискретных сигналов;

в) возможность экспорта осциллограмм в установленном формате (см. [4]) с учетом ГОСТ Р 58601 в части требований:

- к наименованию файлов осциллограмм аварийных событий;
- наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файлах осциллограмм аварийных событий;
- файлу заголовка (исключая требование о включении в файл перечня дискретных сигналов, изменявших свое состояние за время аварийного режима записи);
- файлу информации;
- файлу конфигурации;

г) сохранение в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства.

4.20 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность синхронизации времени от серверов (устройств) точного времени объекта электроэнергетики с использованием стандартных сетевых протоколов синхронизации времени: NTP/SNTP, PTP с поддержкой профиля [5], 1PPS, IRIG-B. Применяемый протокол синхронизации времени должен обеспечивать точность синхронизации не более 1 мс. В случае одновременной работы разных протоколов синхронизации времени сервер точного времени должен вести их независимую обработку и исключать влияние друг на друга. Все зарегистрированные в устройстве АОПО данные должны иметь метки шкалы времени государственного эталона частоты и времени UTC (SU).

4.21 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность передачи информации о его функционировании в АСУ ТП и во внешние регистраторы аварийных событий и процессов.

4.22 Для приема информации о ТНВ устройство АОПО должно обеспечивать возможность подключения не менее двух ДТ. Допускается прием информации о ТНВ от ДТ с использованием интеллектуального электронного устройства[1)]. При этом интеллектуальное электронное устройство должно резервироваться.

4.23 В устройстве АОПО должна обеспечиваться возможность проверки достоверности поступающей информации о ТНВ как минимум по следующим критериям:

а) наличие сигнала не менее чем от двух ДТ;

б) отсутствие выхода измерения ТНВ за заданный диапазон измерений не менее чем у двух ДТ, указанных в перечислении а);

в) отсутствие выхода разности между показаниями ДТ за допустимую величину не менее чем у двух ДТ, соответствующих критериям, указанным в перечислениях б), в).

4.24 При выявлении недостоверности поступающей информации о ТНВ устройство АОПО должно без выдержки времени переходить с автоматического режима задания уставок на уставки, соответствующие последним достоверным данным.

4.25 При выявлении поступления в устройство АОПО достоверной информации о ТНВ устройство должно без выдержки времени переходить с уставок, соответствующих последним достоверным данным, на автоматический режим изменения уставок по фактору изменения ТНВ.

4.26 Устройство АОПО Т (АТ) должно обеспечивать возможность использования цифровых и аналоговых входов для приема сигналов о положении РПН трансформатора (автотрансформатора) (от указателя положения РПН или АРНТ).

[1)] Многофункциональный измерительный преобразователь, контроллер.

4.27 Устройство АОПО Т (АТ) должно автоматически фиксировать поступающий на вход устройства сигнал о положении РПН как недостоверный как минимум в следующих случаях:

а) сигнал получен с признаком недостоверности (при использовании цифрового входа);

б) сигнал о положении РПН выходит за заданный диапазон (при использовании цифрового или аналогового входа);

в) вместо сигнала о положении РПН получен иной тип данных (при использовании цифрового входа);

г) получен сигнал (от указателя положения РПН или АРНТ) о промежуточном положении РПН или отличный от всех физически возможных (при возможности получения данного сигнала);

д) отсутствие сигнала о положении РПН в течение заданного времени;

е) получен сигнал о нескольких положениях РПН.

4.28 В устройстве АОПО Т (АТ) при выявлении недостоверности поступающего сигнала о положении РПН должна быть предусмотрена возможность перехода без выдержки времени на уставки, соответствующие последнему достоверному значению положения РПН.

4.29 При выявлении поступления в устройство АОПО Т (АТ) достоверного сигнала о положении РПН, устройство должно без выдержки времени переходить с уставок, соответствующих последнему достоверному значению положения РПН, на уставки, соответствующие текущему положению РПН.

4.30 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность обмена ТМИ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6].

4.31 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность обмена ТМИ как по одному, так и по двум каналам связи.

4.32 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность автоматической фиксации ТМИ от ДЦ как недостоверной в следующих случаях:

- ТИ находится за пределами заданных физических границ в течение заданного времени;
- различие ТМИ, получаемой по двум каналам, превышает заданную величину в течение заданного времени;
- ТМИ поступила из ДЦ с признаком недостоверности;
- ТИ, полученное по каналу связи, не изменяется в течение заданного времени на заданную величину;
- ТС, полученный(ые) по каналу связи, не обновляется(ются) в течение заданного времени;
- неисправен канал ввода (либо оба канала), по которому поступает ТМИ (недостоверность должна присваиваться информации, поступающей по данному (обоим) каналу ввода).

4.33 При фиксации ТМИ как недостоверной устройство АОПО должно обеспечивать возможность функционирования в течение заданного времени с использованием последнего принятого из ДЦ достоверного значения.

При этом должны формироваться:

- ТС о недостоверности соответствующего ТИ или ТС;
- предупредительная сигнализация.

4.34 При отсутствии поступления в устройство АОПО достоверной ТМИ в течение указанного в 4.33 времени устройство АОПО должно обеспечивать возможность:

- перехода на функционирование без использования ТМИ из ДЦ. При этом устройство АОПО должно обеспечивать возможность функционирования с использованием заранее заданных значений вместо недостоверных значений ТМИ или перехода на другой алгоритм функционирования, в котором не используется недостоверная ТМИ;
- блокировки работы алгоритмов функционирования, использующих ТМИ из ДЦ, зафиксированную недостоверной;
- дальнейшего функционирования с использованием последней достоверной ТМИ.

При этом должны формироваться:

- ТС о неиспользовании ТМИ (общий) по причине ее недостоверности (за исключением дальнейшего функционирования с использованием последней достоверной);
- предупредительная сигнализация.

4.35 При автоматической фиксации ТС как недостоверного по обоим каналам устройство АОПО должно обеспечивать:

- приоритет местного управления при изменении значения ТС посредством местного управления;
- возможность функционирования с использованием последнего достоверного значения до изменения значения ТС посредством местного управления.

4.36 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность фиксации поступившего ТС об изменении состояния ЛЭП, сетевого или генерирующего оборудования через заданную выдержку времени.

4.37 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность задания для разных ТИ и ТС разных выдержек времени функционирования устройства с использованием последних достоверных значений при автоматической фиксации ТМИ как недостоверной.

4.38 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность определять поступление ТМИ из ДЦ с кодом качества «ручной ввод». Для каждого ТИ и (или) ТС с кодом качества «ручной ввод» должна быть предусмотрена возможность выбора одного из следующих алгоритмов обработки:

- автоматически фиксировать недостоверными ТИ (ТС) с кодом качества «ручной ввод»;
- считать ТИ (ТС) с кодом качества «ручной ввод» достоверными.

4.39 В устройстве АОПО должна быть предусмотрена внешняя сигнализация о недостоверности сигналов РПН [для АОПО Т (АТ)], ДТ, ТМИ, о любом изменении режима (ручной, автоматический) задания уставок, срабатывающая через заданную выдержку времени.

4.40 Устройство АОПО должно обеспечивать возможность экспорта конфигурации и параметров настройки (уставок).

4.41 Документация на устройство АОПО должна быть в электронном виде на русском языке и включать:

1) руководство по эксплуатации устройства АОПО, содержащее:

- информацию об области применения устройства;
- версию программного обеспечения устройства и версию алгоритма функционирования;
- описание технических параметров (характеристик) устройства;
- функционально-логические схемы и схемы программируемой логики устройства с описанием алгоритма работы данных схем;
- схемы подключения устройства по всем входным и выходным цепям (электронный вид должен быть в редактируемом формате);

2) документацию по техническому обслуживанию устройства АОПО, включающую:

- инструкции по наладке, техническому обслуживанию и эксплуатации устройства с указанием требований по периодичности, виду технического обслуживания и необходимому объему профилактических работ по каждому виду технического обслуживания;
- форму протокола технического обслуживания, учитывающую последовательность и объем работ по техническому обслуживанию устройств РЗА, установленных Правилами [3] и, при необходимости, дополнительные объемы проверки, установленные производителем устройства АОПО;
- инструкцию по обновлению программного обеспечения устройства с необходимым объемом проверочных работ при обновлении программного обеспечения.

Примечание — Документацию по техническому обслуживанию, указанную во втором перечислении 4.41, допускается включать в состав руководства по эксплуатации устройства АОПО;

3) методику расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройства АОПО, в том числе включающую бланк уставок (электронный вид должен быть в редактируемом формате), содержащий перечень всех параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования, предусмотренных организацией — изготовителем устройства АОПО, условия выбора каждого параметра настройки (уставки) и алгоритма функционирования устройства АОПО, типовые примеры их выбора.

5 Требования к испытаниям устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования

5.1 Для проверки выполнения требований к устройствам АОПО, установленных настоящим стандартом, следует проводить испытания.

Результаты испытаний распространяются на конкретный вид устройства (в соответствии с 4.2), конкретную версию алгоритма функционирования устройства АОПО, непосредственно прошедшую проверку выполнения указанных требований.

Для оценки возможности использования устройства АОПО в соответствии с другим видом предназначения (отличного от прошедшего испытания) испытания необходимо проводить в полном объеме, предусмотренном для другого вида устройства.

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

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

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

5.2 Испытания устройств АОПО следует проводить в соответствии с методикой проведения испытаний устройств АОПО согласно приложению А.

5.3 Испытания устройств АОПО проводят с использованием ПАК РВ или ПТ ИК РЗА.

5.4 Для проведения испытаний устройства АОПО организация (испытательная лаборатория, испытательный центр), проводящая испытания (далее — организация, осуществляющая испытания), должна:

- иметь соответствующую производственно-техническую базу (технические средства), необходимую для проведения испытаний, включая математическую модель энергосистемы, созданную с применением ПАК РВ в составе тестовой схемы, либо ПТ ИК РЗА с характеристиками, требуемыми для проведения испытаний устройств АОПО в соответствии с приложением А;
- обеспечить независимость и достоверность результатов испытаний, в том числе исключить вмешательство работников и иных представителей лица, по инициативе которого проводят испытания, в ход проведения испытаний, регистрацию проводимых опытов и влияние на их результаты.

Примечание — Указанные требования являются минимально необходимыми. В случаях, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации, или по решению производителя устройства АОПО, собственника или иного законного владельца объекта электроэнергетики, на котором планируется к установке (установлено) устройство АОПО, 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.

5.5 Испытания следует проводить по программе, разработанной в соответствии с приложением А. Программа испытаний должна учитывать вид предназначения устройства АОПО.

5.6 Для проведения испытаний владельцем устройства АОПО должны быть предоставлены следующие документы:

- руководство (инструкция) по эксплуатации устройства АОПО, включающее техническое описание с обязательным указанием вида предназначения устройства, типа (марки) устройства, номера версии алгоритма функционирования и номера версии программного обеспечения устройства АОПО, функционально-логические схемы устройства АОПО с описанием алгоритмов работы устройства;
- инструкция по монтажу, настройке и вводу в эксплуатацию устройства АОПО;
- номер версии алгоритма функционирования и номер версии программного обеспечения устройства АОПО, применяемого в устройстве АОПО, и краткое описание алгоритма функционирования устройства АОПО;
- параметры настройки устройства АОПО для проведения испытаний, а также обоснование их выбора;
- письменное обязательство производителя устройства АОПО по использованию соответствующего номера версии исключительно в отношении проверяемого алгоритма функционирования устройства АОПО, обязательному указанию номера версии алгоритма функционирования устройства АОПО на выпускаемых устройствах АОПО в доступной пользователям информации о программном обеспечении устройства АОПО и в документации на устройства АОПО (установленное на нем программное обеспечение) в целях идентификации применяемой версии алгоритма функционирования устройства АОПО.

5.7 Для проведения испытаний владелец устройства передает организации, осуществляющей испытания, устройство АОПО и согласовывает схемы его подключения к тестовой модели энергосистемы (к интерфейсным блокам ПАК РВ) либо к ПТ ИК РЗА.

5.8 Организация, осуществляющая испытания, проводит их в соответствии с этапами подготовки и проведения испытаний устройств АОПО согласно А.2.

5.9 Результаты испытаний оформляют протоколом. Протокол испытаний должен быть подписан всеми участниками испытаний и утвержден уполномоченным должностным лицом организации, осуществляющей испытания.

5.10 Протокол испытаний должен, в том числе, содержать следующую информацию:

- наименование, идентификационный номер налогоплательщика 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 настоящий стандарт, на соответствие которому проведены испытания (с указанием регистрационного номера и года утверждения и версии стандарта с учетом внесенных изменений);
- программу испытаний;
- описание устройства АОПО (вид предназначения, тип, номинальные параметры, номер версии алгоритма функционирования и номер версии программного обеспечения, структурная схема алгоритма функционирования и ее описание с учетом внесенных при испытаниях изменений);
- описание тестовой модели энергосистемы, на которой проводились испытания (при использовании ПАК РВ);
- параметры ПАК РВ или ПТ ИК РЗА (тип, модель, заводской номер);
- параметры настройки (уставки) испытываемого устройства АОПО с обоснованием их выбора, представленные владельцем устройства или уполномоченным им лицом;
- результаты проведенных испытаний, содержащие материалы (осциллограммы, отражающие все входные и выходные аналоговые и дискретные сигналы, а также информацию о внутренних вычисляемых переменных и сигналах, показания регистрирующих приборов, журналы срабатываний испытываемого устройства АОПО и т. п.), достаточные для оценки правильности функционирования испытываемого устройства АОПО в каждом из проведенных опытов;
- скорректированные параметры настройки устройства АОПО (в случае если такие параметры были изменены по сравнению с первоначально выбранными параметрами настройки) с приложением обоснования корректировки;
- оценку правильности функционирования устройства АОПО в каждом из проведенных опытов и выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров, характеристик устройства АОПО настоящему стандарту, в том числе отдельно по каждому проверяемому параметру, характеристике;
- протокол документальной проверки устройства АОПО.

5.11 В протоколе испытаний не допускается включать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытанного устройства АОПО и (или) алгоритма его функционирования.

Содержащиеся в протоколе испытаний выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров устройства АОПО и (или) алгоритма его функционирования требованиям настоящего стандарта должны носить безусловный, констатирующий характер. Не допускается включение в протокол испытаний выводов о соответствии параметров испытанного устройства АОПО и (или) алгоритма его функционирования требованиям настоящего стандарта в сослагательном наклонении или при условии реализации определенных мер.

5.12 Устройство АОПО считают прошедшим испытания, если по результатам документальной проверки подтверждено соответствие устройства АОПО всем требованиям настоящего стандарта, предъявляемым к устройству АОПО соответствующего вида предназначения, и по результатам оценки правильности функционирования устройства АОПО в каждом из проведенных опытов сделан вывод о соответствии всех проверяемых параметров, характеристик устройства АОПО требованиям настоящего стандарта.

5.13 Информация о результатах испытаний с указанием наименования, вида предназначения, типа (марки) устройства АОПО, номера версии алгоритма функционирования и номера версии программного обеспечения устройства АОПО, в отношении которой проводились испытания, а также регистрационного номера и года утверждения настоящего стандарта, с учетом внесенных изменений, на соответствие которой проводились испытания (далее — информация о результатах 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.

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

5.14 Информация о результатах испытаний, полученная субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в соответствии с 5.13, должна систематизироваться и размещаться на официальном сайте субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике или ином общедоступном ресурсе в сети Интернет.

Приложение А
(обязательное)

Методика проведения испытаний устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования

А.1 Область применения методики

Методика должна применяться при проведении испытаний устройств АОПО для проверки их соответствия требованиям настоящего стандарта.

А.2 Этапы подготовки и проведения испытаний устройств АОПО

А.2.1 Испытания устройств АОПО необходимо проводить в два этапа:

1) документальная проверка;

2) проведение испытаний на тестовой модели энергосистемы.

А.2.1.1 В целях первичной оценки соответствия устройства АОПО требованиям настоящего стандарта организацией, осуществляющей испытания, должно быть обеспечено рассмотрение технической документации на устройство АОПО, представленное для проведения испытаний (далее — документальная проверка). Программа документальной проверки приведена в таблице А.1.

Таблица А.1 — Программа документальной проверки

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
1 Проверка наличия и состава технической документации			
Проверка наличия и состава документации в соответствии с настоящим стандартом		Документация предоставлена на русском языке. Наличие документации в объеме в соответствии с 4.41	4.41
2 Проверка требований к аппаратной части и наличия сервисных функций			
2.1 Проверка наличия функции сохранения в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства	Проверить по технической документации производителя сохранение в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства	Наличие требуемого функционала	4.19, г)
2.2 Проверка наличия функции синхронизации времени	Проверить по технической документации производителя наличие функции синхронизации времени от серверов (устройств) точного времени объекта электроэнергетики с использованием стандартных сетевых протоколов синхронизации времени: NTP/SNTP, PTP с поддержкой профиля (см. [5]), 1PPS, IRIG-B	Наличие требуемого функционала	4.20
2.3 Проверка наличия возможности передачи информации о функционировании устройства в АСУ ТП объекта электроэнергетики и во внешние регистраторы аварийных событий и процессов	Проверить по технической документации производителя наличие возможности передачи информации о функционировании устройства в АСУ ТП и во внешние регистраторы аварийных событий и процессов	Наличие требуемого функционала	4.21
2.4 Проверка наличия функции экспорта конфигурации и параметров настройки (уставок)	Проверить по технической документации производителя наличие информации о возможности экспорта конфигурации и параметров настройки (уставок)	Наличие требуемого функционала	4.40
3 Общефункциональные проверки			
3.1 Проверка требования к контролю тока	Проверить по технической документации наличие возможности контроля тока в каждой из трех фаз и использование в качестве пускового фактора повышение полного фазного тока	Наличие требуемого функционала	4.4

Окончание таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
3.2 Проверка требования к возможности задания количества уставок	Проверить по технической документации производителя возможность задания не менее десяти ступеней с контролем величины токовой нагрузки и для каждой ступени возможности задания нескольких выдержек на срабатывание	Наличие требуемого функционала	4.5
3.3 Проверка требования к возможности задания групп уставок по току в зависимости от схемы подключения	Проверить по технической документации производителя возможность задания не менее двух групп уставок по току в зависимости от схемы подключения с возможностью выбора оперативного или автоматического способа изменения группы уставок при изменении схемы подключения	Наличие требуемого функционала	4.6
3.4 Проверка наличия в устройстве возможности ввода/вывода ступеней	Проверить по технической документации производителя возможность ввода/вывода ступеней в зависимости от схемы сети или состава генерирующего оборудования	Наличие требуемого функционала	4.14
3.5 Проверка наличия в устройстве возможности ввода/вывода каждого УВ	Проверить по технической документации производителя возможность ввода/вывода каждого УВ, одновременно для всех ступеней, при этом для каждой ступени возможность ввода/вывода УВ вида «Отключение защищаемого элемента»	Наличие требуемого функционала	4.14
3.6 Проверка реализации в устройстве отдельных алгоритмов для каждого из направлений перетоков активной мощности при действии на разные УВ при разных направлениях активной мощности	Проверить по технической документации производителя реализацию в устройстве отдельных алгоритмов функционирования для каждого из направлений активной мощности при действии на разные УВ при разных направлениях перетока активной мощности	Наличие требуемого функционала	4.17

Результат документальной проверки соответствия устройства АОПО технической документации должен быть приведен в протоколе документальной проверки устройства АОПО, являющемся приложением к протоколу испытаний.

При проверке соответствия устройства АОПО требованиям второй и третьей позиций таблицы А.1 необходимо указывать наименование(я) и пункт(ы) [раздел(ы)] документации на устройство АОПО, содержанием которых это соответствие подтверждено.

А.2.1.2 В случае проведения испытаний с использованием ПАК РВ сборку тестовой модели энергосистемы необходимо осуществлять в соответствии с А.3.

В случае проведения испытаний с использованием ПТ ИК РЗА его настройка проводится в соответствии с инструкцией завода — изготовителя ПТ ИК РЗА и должна позволять провести опыты согласно А.5.

Минимальные требования к ПТ ИК РЗА указаны в А.4.

А.2.2 Испытания должны содержать следующие этапы:

- сборка тестовой модели энергосистемы (в случае проведения испытаний с использованием ПАК РВ) либо настройка ПТ ИК РЗА;
- установка в устройстве АОПО представленных владельцем устройства параметров настройки для тестовой модели энергосистемы (при использовании ПАК РВ);
- подключение испытываемого устройства АОПО к ПАК РВ либо к ПТ ИК РЗА;
- проведение испытаний устройства АОПО;
- анализ результатов испытаний;
- подготовка протокола испытаний с заключением.

А.3 Сборка тестовой модели энергосистемы

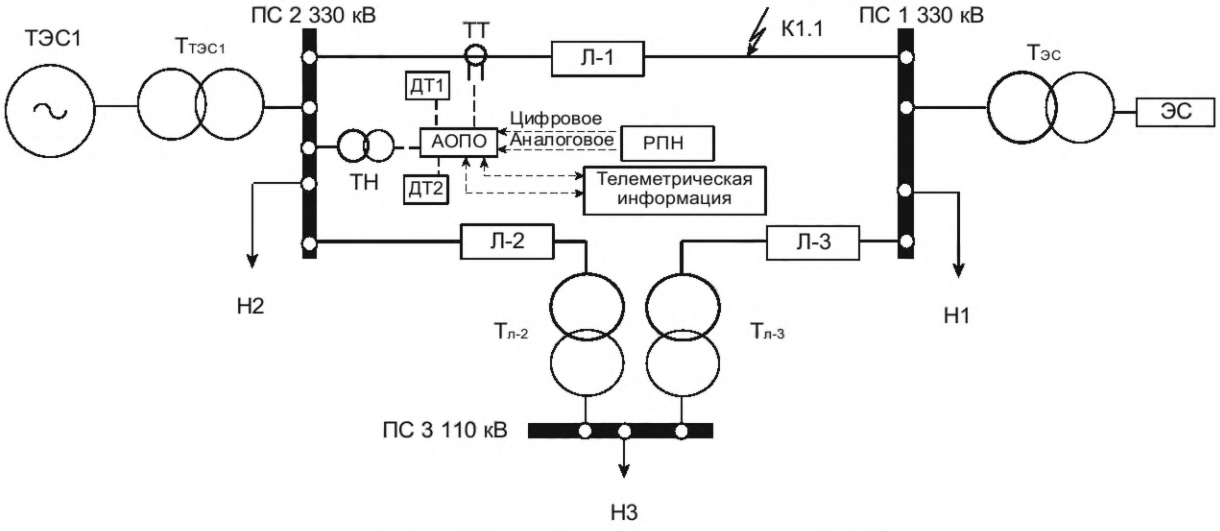
А.3.1 Тестовая модель энергосистемы должна быть собрана в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.1.

А.3.2 Устройство АОПО должно подключаться на ПС № 2 к ЛЭП 330 кВ Л-1. Схему подключения применяют как для устройства АОПО ЛЭП, так и для устройства АОПО Т (АТ). При подключении устройства АОПО Т (АТ) в устройство дополнительно заводят сигналы положения РПН.

А.3.3 Параметры элементов тестовой модели энергосистемы должны соответствовать параметрам, приведенным в таблицах А.2—А.5.

Таблица А.2 — Параметры ЛЭП тестовой модели энергосистемы

Номер линии	Номера ПС примыкания	$R_1 + jX_1$, Ом	X_0, Ом	b, мкСм
1	ПС1-ПС2	7,5 + *j81,5*	120	335
2	ПС1-ПС3	1,05 + *j16,25*	40,75	167,5
3	ПС2-ПС3	1,05 + *j16,25*	40,75	167,5



Н1, Н2, Н3 — нагрузки потребления 1, 2, 3; ПС1, ПС2, ПС3 — подстанции 1, 2, 3;
ТЭС1 — тепловая электростанция 1; Л-1, Л-2, Л-3 — линии (электропередачи) 1, 2, 3; ДТ1, ДТ2 — датчики тока;
Т — трансформатор; ТТ — трансформатор тока; К — место короткого замыкания (КЗ); ЭС — энергосистема

Рисунок А.1 — Схема тестовой модели энергосистемы для проведения испытаний устройств АОПО

Таблица А.3 — Параметры генераторов тестовой модели энергосистемы

Генераторы	$P_{г.\ ном}$, МВт	$S_{г.\ ном}$, МВА	H, МВт·с/МВА	$U_{г.\ ном}$, кВ	cos φ	Реактивные сопротивления					T_{do}, с
						X_d, о.е.	$X_{d'}$, о.е.	$X_{d''}$, о.е.	X_q, о.е.	$X_{q''}$, о.е.	
Энергосистема	Шины бесконечной мощности										
ТЭС	500	588,2	1,848	20	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9

Таблица А.4 — Параметры трансформаторов тестовой модели энергосистемы

Трансформатор	$S_{ном}$, МВА	$U_{ВН.\ ном}$, кВ	$U_{НН.\ ном}$, кВ	$R_{1т}$, о.е.	$X_{1т}$, о.е.
$Т_{ТЭС1}$	550	330	20	0,003	0,1315
$Т_{ЭС}$	16 500	330	10,5	0,001	0,378
$Т_{л\text{-}2}$	100	330	110	0*	0,1
$Т_{л\text{-}3}$	100	330	110	0*	0,1
* Используется линеаризованная модель трансформатора без учета гистерезиса и насыщения с нулевыми омическими (активными) потерями.					

Примечание — В таблицах А.2—А.4 используются следующие обозначения:

R — активное сопротивление ЛЭП;
X — реактивное сопротивление ЛЭП;
j — обозначение мнимой части комплексного числа;
X_0 — реактивное сопротивление нулевой последовательности;
b — емкостная проводимость ЛЭП;
$P_{г.\ ном}$ — номинальная активная мощность генератора;
$S_{г.\ ном}$ — номинальная полная мощность генератора;
$U_{г.\ ном}$ — напряжение на шинах генератора;
X_d — продольное синхронное индуктивное сопротивление;
$X_{d'}$ — продольное переходное индуктивное сопротивление;
$X_{d''}$ — продольное сверхпереходное индуктивное сопротивление;
X_q — поперечное синхронное индуктивное сопротивление;
$X_{q''}$ — поперечное сверхпереходное индуктивное сопротивление;
T_{do} — постоянная времени обмотки возбуждения при разомкнутой статорной обмотке;
H — механическая инерционная постоянная агрегата (генератора и турбины) относительно полной мощности;
cos φ — коэффициент мощности;
$S_{ном}$ — номинальная мощность трансформатора;
$U_{ВН.\ ном}$ — номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора;
$U_{НН.\ ном}$ — номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора;
$R_{1т}$ — активное сопротивление прямой последовательности трансформатора;
$X_{1т}$ — индуктивное сопротивление прямой последовательности трансформатора.

Таблица А.5 — Параметры АРВ синхронных генераторов тестовой модели энергосистемы

Генератор	Тип системы возбуждения	Тип АРВ	Коэффициенты					$T_{СВ}$, с	$T_{АРВ}$, с
			K_U, е.в.н./е.н.с.	K_{1U}, е.в.н./е.н.с./с	K_{1IF}, е.в.н./е.т.р./с	K_F, е.в.н./Гц	K_{1F}, е.в.н./Гц/с		
ТЭС	Тиристорная	АРВ-СД	50	5	5	1	7	0,03	0,04
Примечание — Используются следующие обозначения: K_U — коэффициент усиления пропорционального канала регулятора напряжения (по отклонению напряжения); K_{1U} — коэффициент усиления дифференциального канала регулятора напряжения (по производной напряжения); K_{1IF} — коэффициент усиления канала внутренней стабилизации по производной тока ротора; K_F — коэффициент усиления канала системной стабилизации по частоте напряжения; K_{1F} — коэффициент усиления канала системной стабилизации по производной частоты напряжения; $T_{СВ}$ — постоянная времени системы возбуждения; $T_{АРВ}$ — постоянная времени АРВ; АРВ-СД — автоматический регулятор возбуждения сильного действия; е.в.н. — единица возбуждения номинальная; е.н.с. — единица напряжения статора; е.т.р. — единица тока ротора.									

А.3.4 Величина нагрузки на ПС1, ПС2, ПС3 может изменяться в диапазоне от 0 до 1000 МВт.

А.3.5 Значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.6.

Таблица А.6 — Ориентировочные значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы для проведения испытаний устройств АОПО

Параметр режима	Единица измерений	Значение параметра режима
$U_{ТЭС1}$	кВ	20,12
$P_{ТЭС1}$	МВт	448,9
$P_{ЭС}$	МВт	600
$U_{ЭС}$	кВ	10,56
$U_{ПС1}$	кВ	335,7
$U_{ПС2}$	кВ	335,7
$U_{ПС3}$	кВ	112,2
$P_{Н1}$	МВт	550,9*
$P_{Н2}$	МВт	475,8*
$P_{Н3}$	МВт	23,8*
* Нагрузка моделируется активным сопротивлением.		

А.3.6 Тестовая модель энергосистемы должна быть оснащена системой контроля и регистрации параметров электроэнергетического режима (регистратор), обеспечивающей:

- измерение параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 1 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 20 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима в течение не менее 30 с;
- моделирование изменения температуры наружного воздуха в диапазоне от минус 30 °С до 50 °С.

А.3.7 Тестовая модель должна включать в себя устройство, позволяющее имитировать указатель РПН и обмен ТМИ с ДЦ (далее — имитатор).

А.3.7.1 Имитатор представляет собой программируемый контроллер, позволяющий передавать и принимать ТИ (включая секундный счетчик) и ТС по протоколам в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6], сигналы постоянного тока (4—20 мА).

А.3.7.2 Имитатор должен подключаться кабелем Ethernet к устройству АОПО для обмена ТИ и ТС.

А.3.7.3 Обмен ТИ и ТС между устройством АОПО и имитатором должен фиксироваться в регистраторе.

А.3.7.4 Из устройств АОПО на входы регистратора подаются сигналы о выдаче команд устройства АОПО, срабатывании сигнализации, о возникновении недостоверности ТИ и ТС.

А.4 Минимальные требования к ПТ ИК РЗА для проведения испытаний

А.4.1 ПТ ИК РЗА должен иметь:

- не менее двух регулируемых источников переменного тока в диапазоне от 0 до 50 А;
- генератор не менее двух аналоговых сигналов постоянного тока (4—20 мА);
- источники следующих цифровых значений ТС по сети Ethernet:
  1) не менее четырех с использованием протокола по ГОСТ Р МЭК 60870-5-104;
  2) не менее четырех с использованием протокола GOOSE (см. [6]);
- источник следующих цифровых значений ТИ (включая секундный счетчик) по сети Ethernet (электрической или оптической):
  1) не менее двух с использованием протокола по ГОСТ Р МЭК 60870-5-104;
  2) не менее двух с использованием протокола MMS (см. [6]);
- не менее четырех регулируемых источников переменного напряжения в диапазоне от 0 до 200 В (в том числе гальванически изолированный канал $3U_0$);
- фазорегулятор в диапазоне от 0° до 360°;
- измерительные приборы: амперметры, вольтметры и ваттметры переменного тока промышленной частоты класса точности 0,5;
- генератор технической частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц;

- источник постоянного напряжения 110 В и 220 В (оперативный ток);
- сигнальные лампы, реостаты и т. п.

А.4.2 ПТ ИК РЗА должен позволять:

- воспроизводить длительные ТС;
- выполнять обновление цифровых значений ТС с заданной периодичностью;
- выполнять обновление цифровых ТИ с заданной периодичностью;
- выполнять изменение цифровых ТИ в заданном диапазоне с заданной периодичностью;
- моделировать КЗ различного типа с успешным и неуспешным АПВ;
- моделировать аварийные режимы с увеличением и уменьшением тока;
- моделировать изменение температуры наружного воздуха в диапазоне от минус 30 °С до 50° С;
- воспроизводить аварийные возмущения с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с;
- регистрировать режимные параметры и срабатывание ступеней устройств АОПО при помощи системы цифрового осциллографирования с периодом опроса входных сигналов с частотой не более 0,01 с (их просмотр и дальнейшую обработку выполняют с помощью персональной электронно-вычислительной машины);
- в различных режимах работы проверять соответствие измеряемых в устройстве АОПО режимных параметров их значениям, фиксируемых измерительными и сигнальными средствами ПТ ИК РЗА.

А.5 Проведение испытаний

А.5.1 Испытания проводят в соответствии с программой испытаний, разработанной организацией, осуществляющей испытания.

А.5.2 Программа испытаний устройства АОПО каждого вида предназначения должна включать опыты, приведенные в таблице А.7, с учетом следующего: опыты 20.1—21.6 включают только в программу испытаний устройства АОПО Т (АТ).

А.5.3 Программа испытаний и опыты могут быть дополнены с учетом индивидуальных особенностей выполнения и функционирования устройства АОПО.

А.5.4 Число опытов может быть сокращено, если опыты 2.1, 2.2 и 3.1—3.7, приведенные в таблице А.7, проводились в ходе заводских испытаний и подтверждены соответствующими протоколами испытаний.

А.5.5 Настройка испытываемых устройств АОПО должна быть выполнена в соответствии с представленными владельцем устройства АОПО параметрами настройки устройств АОПО для тестовой модели энергосистемы. Для испытаний с помощью ПТ ИК РЗА настройки устройства АОПО аналогичные.

А.5.6 При выявлении необходимости корректировки выбранных параметров настройки устройств АОПО (отсутствии положительных результатов опытов в соответствии с таблицей А.7) заявитель или уполномоченное им лицо может осуществить корректировку параметров настройки устройств АОПО. Информация о корректировке параметров настройки устройств АОПО при проведении испытаний должна быть указана в протоколе испытаний.

В указанном случае по решению организации, осуществляющей испытания, часть или все опыты, предусмотренные программой испытаний (за исключением опытов, для которых указано о необходимости изменения параметров настройки в таблице А.7), должны быть выполнены повторно с измененными параметрами настройки устройств АОПО.

А.5.7 Соответствие испытываемого устройства требованиям настоящего стандарта не может быть подтверждено при отсутствии возможности выбора параметров настройки, обеспечивающих наличие положительного результата каждого опыта.

А.5.8 Регистрацию параметров электроэнергетического режима необходимо выполнять для каждого опыта.

А.5.9 В устройстве АОПО должно быть задано не менее трех ступеней по току, при этом:

- первая ступень должна быть с контролем направления перетока активной мощности в сторону ПС 1 (в линию) и действовать с первой выдержкой времени на сигнал (в опытах по умолчанию действием на сигнал считается действие на одно из УВ, условно УВ1), со второй выдержкой времени на УВ4 (отключение контролируемого элемента) (по умолчанию действие на УВ4 выведено);
- вторая ступень должна быть с контролем направления перетока активной мощности в сторону ПС 2 (в шины) и действовать с первой выдержкой времени на УВ2, со второй выдержкой времени на УВ1 (по умолчанию для второй ступени действие на УВ1 выведено) и УВ3, с третьей выдержкой времени на УВ4 (по умолчанию действие на УВ4 выведено);
- третья ступень должна быть без контроля направления перетока активной мощности и действовать с одной выдержкой времени на УВ4. Уставка срабатывания по току ненаправленной ступени должна быть больше уставок срабатывания направленных ступеней.

А.5.10 В устройстве АОПО Т (АТ) должны быть заданы уставки по току как минимум для шести положений РПН (от +1 до +6). В исходном режиме токовая нагрузка по Л-1 соответствует «+5» положению РПН. После фиксации недостоверного положения РПН устройство АОПО Т (АТ) без выдержки времени должно переходить на последнее достоверное положение РПН. В опытах 20.1—21.6 в устройстве АОПО Т (АТ) включено автоматическое изменение уставок по положению РПН.

А.5.11 В устройстве АОПО должны быть заданы две группы уставок по току. По умолчанию устройство АОПО работает на первой группе уставок. При получении ТС ремонта Л-2 устройство АОПО должно переходить на вторую группу уставок.

А.5.12 Имитатор подключается к устройству АОПО для обмена ТМИ в опытах 22.1—22.17.

А.5.13 По умолчанию оперативно выбрана автоматическая фиксация состояния ТС из ДЦ.

А.6 Анализ результатов испытаний

А.6.1 Описание правильной работы устройства АОПО при проведении опытов приведено в таблице А.7.

А.6.2 Устройство АОПО считают прошедшим испытания, если в каждом из опытов оно работало правильно.

А.6.3 Устройство АОПО считают не прошедшим испытания, если хотя бы в одном из опытов оно работало неправильно.

Таблица А.7 — Перечень опытов программы испытаний устройств АОПО

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
Проверка отсутствия срабатывания при включении и отключении питания	1.1	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Включение оперативного питания	Отсутствие срабатывания
	1.2		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение оперативного питания	
Проверка отсутствия срабатывания при возникновении неисправности в цепях оперативного тока	2.1		Л-1/ПТ ИК РЗА	Замыкание клеммы питания «+» на землю	
	2.2		Л-1/ПТ ИК РЗА	Замыкание клеммы питания «–» на землю	
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей напряжения	3.1		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение одной фазы вторичных цепей ТН	
	3.2		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение двух фаз вторичных цепей ТН	
	3.3		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток ТН, соединенных «звездой»	
	3.4		Л-1/ПТ ИК РЗА	Замыкание фазы вторичной цепи от ТН на корпус (землю)	
	3.5		Л-1/ПТ ИК РЗА	Замыкание двух фаз вторичной цепи от ТН на корпус (землю)	
	3.6		Л-1/ПТ ИК РЗА	Смена фаз А и В вторичной цепи от ТН	
	3.7		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение нулевого вывода обмоток ТН, соединенных «звездой»	

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей переменного тока	4.1		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение одной фазы вторичных цепей трансформатора тока	
	4.2		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение двух фаз вторичных цепей трансформатора тока	
Проверка отсутствия срабатывания при изменении уставок (групп уставок)	5.1		Л-1/ПТ ИК РЗА	Изменение уставок в устройстве АОПО	Отсутствие срабатывания. При изменении уставок (групп уставок) — появление соответствующей информации на дисплее устройства. При возможности — отображение сигнала на осциллограмме
	5.2	Заданы три группы уставок. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Изменение группы уставок в устройстве АОПО (без перезагрузки устройства)	
	5.3		Л-1/ПТ ИК РЗА	Дистанционное изменение групп уставок в устройстве АОПО (без перезагрузки устройства)	
Проверка отсутствия срабатывания при перезагрузке	6	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Перезагрузка устройства (с помощью кнопки на устройстве, тумблера и т. д.)	Отсутствие срабатывания
Проверка восстановления работоспособности с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания	7		Л-1/ПТ ИК РЗА	Отключение оперативного питания. Включение оперативного питания через 60 с. За время отсутствия питания увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток активной мощности направлен в линию. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	Восстановление работоспособности. Фиксация пуска первой и третьей ступени. Срабатывание первой и третьей ступени через заданные выдержки времени с появлением сигналов на выдачу УВ
Проверка срабатывания при превышении значения допустимой токовой нагрузки ЛЭП	8.1		Л-1/ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток активной мощности направлен в линию. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	Фиксация пуска первой и третьей ступени. Срабатывание первой и третьей ступени через заданные выдержки времени с появлением сигналов на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	8.2		Л-1/ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки в одной фазе Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания направленных ступеней устройства АОПО. Переток активной мощности направлен в линию. Время существования перегрузки больше времени срабатывания первой и второй ступеней АОПО	Фиксация пуска первой ступени. Срабатывание первой ступени через заданную выдержку времени с появлением сигнала на выдачу УВ
	8.3		Л-1/ПТ ИК РЗА	Скачкообразное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в линию. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	Фиксация пуска первой и третьей ступени. Срабатывание первой и третьей ступени через заданные выдержки времени с появлением сигналов на выдачу УВ
	8.4		Л-1/ПТ ИК РЗА	Скачкообразное увеличение токовой нагрузки в одной фазе Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в линию. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	Фиксация пуска первой и третьей ступени. Срабатывание первой и третьей ступени через заданные выдержки времени с появлением сигналов на выдачу УВ
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	9.1		Л-1/ПТ ИК РЗА	Плавное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до величины 0,9 уставки срабатывания первой ступени устройства АОПО. Время существования данной токовой нагрузки больше времени срабатывания первой ступени АОПО	Отсутствие срабатывания

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	9.2		Л-1/ПТ ИК РЗА	Скачкообразное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до величины 0,9 уставки срабатывания первой ступени устройства АОПО. Время существования данной токовой нагрузки больше времени срабатывания первой ступени АОПО	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при КЗ	10	Время срабатывания устройства АОПО задано 3 с. Уставка по току меньше тока КЗ (определяется экспериментально). Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Двухфазное КЗ на землю на Л-1 с ее отключением через 2 с и включением через 1 с на двухфазное КЗ на землю (имитация работы резервной защиты и неуспешного АПВ). Через 2 с ликвидация КЗ, токовая нагрузка по Л-1 ниже уставок срабатывания АОПО	Фиксация пуска первой и третьей ступени устройства АОПО во время двухфазного КЗ на землю. Во время бестоковой паузы между КЗ и после ликвидации КЗ — снятие сигнала пуска ступеней. Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка срабатывания при направлении перетока активной мощности по ЛЭП [Т (АТ)] в контролируемом направлении и отсутствия срабатывания при перетоке активной мощности по ЛЭП [Т (АТ)] в направлении, обратном контролируемому	11.1	Заданы исходные уставки. В устройстве АОПО выведена вторая ступень. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания всех ступеней устройства АОПО, при этом переток мощности направлен в сторону ПС2. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	Фиксация пуска третьей ступени. Отсутствие срабатывания первой и второй ступени, срабатывание через заданную выдержку времени третьей ступени с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	11.2	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	1. Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания направленных ступеней устройства АОПО, при этом переток мощности направлен в сторону ПС1. 2. Через время, достаточное для срабатывания направленных ступеней, изменение направления мощности по Л-1 в сторону ПС2 с токовой нагрузкой по Л-1 выше величины срабатывания всех ступеней АОПО. Время существования перегрузки с направлением мощности в сторону ПС2 больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	1. Фиксация пуска первой ступени. Срабатывание первой ступени через заданную выдержку времени с появлением сигнала на выдачу УВ. 2. Фиксация пуска второй и третьей ступени. Срабатывание второй и третьей ступени с появлением сигналов на выдачу УВ
	11.3	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания направленных ступеней устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1. Через время, меньшее времени срабатывания направленных в сторону ПС1 ступеней, резкое изменение направления мощности по Л-1 в сторону ПС2 с токовой нагрузки по Л-1 выше величины срабатывания направленных в сторону ПС2 ступеней	Фиксация пуска первой ступени устройства АОПО. Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ первой ступени при направлении мощности в сторону ПС1 (так как не достигнута выдержка времени на срабатывание), отсутствие срабатывания ступеней, направленных в сторону ПС2. При изменении направления перетока мощности в сторону ПС2 срабатывание второй ступени с появлением сигналов на выдачу УВ через заданные выдержки времени

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
Проверка блокирования пуска всех УВ, кроме воздействия на отключение защищаемого элемента при направлении перетока активной мощности в контролируемом направлении и неисправности цепей напряжения	12.1	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	1. Отключение одной фазы вторичных цепей ТН. 2. Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания всех ступеней устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	1. Через заданную выдержку времени (задается рекомендуемое производителем устройства время срабатывания блокировки) фиксация срабатывания блокировки при неисправности цепей напряжения. 2. При достижении токовой нагрузкой уставок срабатывания направленных и ненаправленной ступеней фиксация пуска третьей ступени и отсчет выдержки времени на пуск УВ. Через заданную выдержку времени срабатывание третьей ступени с появлением сигнала на выдачу УВ
	12.2	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Увеличение токовой нагрузки на Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1. В момент достижения током уставок срабатывания направленных ступеней кратковременное (на 3 с) отключение одной фазы вторичных цепей ТН. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	Фиксация пуска первой и третьей ступеней устройства АОПО. При возникновении неисправности цепей напряжения — через заданную выдержку времени срабатывание блокировки при неисправности цепей напряжения, при этом отсчет выдержки времени третьей ступени продолжается. После исчезновения неисправности цепей напряжения, через заданную выдержку времени фиксация снятия блокировки. Пуск выдержки времени первой ступени. После доотсчета выдержек времени ступеней — срабатывание третьей ступени, затем первой ступени с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
Проверка коэффициента возврата	13	Заданы исходные уставки. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 выше уставки срабатывания всех ступеней устройства АОПО и до момента срабатывания — скачкообразное уменьшение токовой нагрузки	При увеличении токовой нагрузки выше заданных уставок — фиксация сигнала пуска всех ступеней устройства АОПО. При уменьшении токовой нагрузки ниже уставки возврата по току — снятие сигнала пуска всех ступеней устройства АОПО
Проверка перехода устройства АОПО с автоматического режима изменения уставок на уставки, соответствующие последним достоверным данным, полученным от ДТ при выявлении недостоверности поступающей информации о ТНВ. Проверка возврата к автоматическому режиму задания уставок при поступлении в устройство АОПО достоверной информации о ТНВ	14.1	Заданы исходные уставки. Исходный режим	Л-1, ДТ1+ДТ2/ ПТ ИК РЗА	1. На ДТ1 и ДТ2 имитируется скачкообразный выход измерения ТНВ за заданный диапазон измерений. 2. Через выдержку времени увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО. 3. Через 10 с токовая нагрузка снижается до исходной, на ДТ1 и ДТ2 температура вводится в допустимый диапазон. 4. На ДТ1 и ДТ2 имитируется снижение температуры на 10 °С ниже исходной, токовая нагрузка по Л1 увеличивается до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания всех ступеней устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1	1. При выходе измерения ТНВ за заданный диапазон — сигнализация устройства о событии (например, загорание светодиода) и переход устройства на уставки, соответствующие последним достоверным данным, полученным от ДТ, без выдержки времени. 2. При увеличении токовой нагрузки — срабатывание первой и третьей ступеней с уставками, соответствующими последним достоверным с заданными выдержками времени. 3. После ввода измерений в допустимый диапазон — переход в автоматический режим задания уставок. 4. Срабатывание первой и третьей ступеней устройства АОПО с уставками, соответствующими установившейся температуре с заданными выдержками времени

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	14.2			1. На ДТ1 ТНВ не изменяется, на ДТ2 имитируется скачкообразное снижение ТНВ с выходом разности между показаниями датчиков ТНВ за допустимую величину. 2. Через выдержку времени увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО. 3. Через 10 с токовая нагрузка снижается до исходной, на ДТ2 имитируется повышение температуры до величины, равной температуре на ДТ1. 4. На ДТ1 и ДТ2 имитируется снижение температуры на 10 °С ниже исходной, токовая нагрузка по Л1 увеличивается до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания всех ступеней устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1	1. При выходе разности между показаниями ДТ за допустимую величину — сигнализация устройства о событии (например, загорание светодиода) и переход устройства на уставки, соответствующие последним достоверным данным, полученным от ДТ, без выдержки времени. 2. При увеличении токовой нагрузки — срабатывание первой и третьей ступени с уставками, соответствующими последним достоверным данным с заданной выдержкой времени. 3. После достижения непревышения разности между показаниями ДТ допустимой величины — переход в автоматический режим задания уставок. 4. Срабатывание первой и третьей ступеней устройства АОПО с уставками, соответствующими установившейся температуре с заданными выдержками времени
	14.3			1. ДТ1 и ДТ2 отключается. 2. Увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС3. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО. 4. Через 10 с токовая нагрузка снижается до исходной, включается ДТ1.	1. При отключении всех ДТ (ДТ1 и ДТ2) сигнализация устройства о событии (например, загорание светодиода) и переход устройства на уставки, соответствующие последним достоверным данным, полученным от ДТ. 2. При увеличении токовой нагрузки — срабатывание первой и третьей ступеней с уставками, соответствующими последним достоверным данным с заданными выдержками времени.

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
				4. Увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС 1. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО. 5. Через 10 с токовая нагрузка снижается до исходной, включается ДТ2 (в работе ДТ1 и ДТ2). 6. Увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС 1. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	3. После включения ДТ1 — работа устройства на уставках, соответствующих последним достоверным данным, полученным от ДТ (до отключения ДТ1 и ДТ2). 4. Срабатывание всех ступеней устройства АОПО с уставками, соответствующими последним достоверным данным с заданными выдержками времени. 5. После включения обоих ДТ — переход устройства на автоматический режим задания уставок. 6. Срабатывание первой и третьей ступеней устройства АОПО с уставками, соответствующими установившейся температуре с заданными выдержками времени
	14.4			1. На ДТ1 ТНВ не изменяется, ДТ2 отключается (или пропадает сигнал от ДТ2). 2. Через выдержку времени увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1. Время существования перегрузки больше времени срабатывания всех ступеней АОПО. 3. Через 10 с токовая нагрузка снижается до исходной, включается ДТ2 со значением температуры, равным температуре на ДТ1.	1. При отключении ДТ2 или пропадании сигнала от ДТ2— сигнализация устройства о событии (например, загорание светодиода) и переход устройства на уставки, соответствующие последним достоверным данным, полученным от ДТ без выдержки времени. 2. При увеличении токовой нагрузки — срабатывание первой и третьей ступеней с уставками, соответствующими последним достоверным данным с заданными выдержками времени. 3. После включения ДТ2, появления сигнала от ДТ2 — переход в автоматический режим задания уставок.

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
				4. На ДТ1 и ДТ2 имитируется снижение температуры на 10 °С ниже исходной, токовая нагрузка по Л-1 увеличивается до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания всех ступеней устройства АОПО. Переток мощности направлен в сторону ПС1	4. Срабатывание первой и третьей ступеней устройства АОПО с уставками, соответствующими установившейся температуре с заданными выдержками времени
Проверка автоматической смены групп уставок при изменении ТНВ	15	Заданы две группы уставок, соответствующие определенной ТНВ. На входе в устройство АОПО имитируется температура, соответствующая температуре для первой группы уставок. Исходный режим	Л-1, ДТ1+ДТ2/ ПТ ИК РЗА	Плавное повышение ТНВ на ДТ1 и ДТ2 до температуры, соответствующей температуре для второй группы уставок, токовая нагрузка по Л-1 соответствует уставке срабатывания второй группы уставок	Через заданную выдержку времени автоматическая смена группы уставок с выдачей сигнализации и срабатывание устройства с уставками, соответствующими второй группе уставок
Проверка возможности дистанционной смены группы уставок	16	Заданы две группы уставок. Исходный режим	Л-1, ДТ1+ДТ2/ ПТ ИК РЗА	На устройство АОПО подается сигнал об изменении группы уставок	Смена группы уставок с выдачей сигнализации
Проверка обеспечения блокировки ввода одинаковых значений температуры для задания разных точек зависимости уставок по току от ТНВ при использовании метода линейной интерполяции и (или) экстраполяции	17	Исходный режим	Л-1, ДТ1+ДТ2/ ПТ ИК РЗА	Вводятся два одинаковых значения по температуре	Блокируется ввод двух одинаковых значений температуры с выдачей сигнализации

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
Проверка выбора в алгоритме устройства АОПО уставки по току, соответствующей максимальному (минимальному) заданному значению ТНВ, при отсутствии в алгоритме вычисления уставок по току методом линейной экстраполяции и выходе достоверного значения ТНВ за заданное максимальное (минимальное) значение зависимости уставок по току от ТНВ	18.1	Задана линейная зависимость: три точки по току, соответствующие определенной ТНВ: *I*ср = 900 А, *T* = +20 °С, *t* = 5 с; *I*ср = 800 А, *T* = +25 °С, *t* = 5 с; *I*ср = 700 А, *T* = +30 °С, *t* = 5 с; (уставки указаны для примера, в опыте задаются в соответствии с выбранными уставками). Исходный режим	Л-1, ДТ1+ДТ2/ ПТ ИК РЗА	На ДТ1 и ДТ2 температура повышается до +35 °С, ток по Л-1 увеличивается до 750 А	В алгоритме устройства АОПО, в котором рассчитываются уставки методом линейной экстраполяции, — срабатывание с уставкой по току, рассчитанной алгоритмом устройства методом линейной экстраполяции, через заданную выдержку времени. При отсутствии в алгоритме устройства АОПО расчета уставок методом линейной экстраполяции — срабатывание устройства АОПО с уставками *I*ср = 700 А, *t* = 5 с
	18.2			На ДТ1 и ДТ2 температура понижается до +15 °С, ток по Л-1 увеличивается до 1000 А	В алгоритме устройства АОПО, в котором рассчитываются уставки методом линейной экстраполяции, — срабатывание с уставкой по току, рассчитанной алгоритмом устройства методом линейной экстраполяции, через заданную выдержку времени. При отсутствии в алгоритме устройства АОПО расчета уставок методом линейной экстраполяции — срабатывание устройства АОПО с уставками *I*ср = 900 А, *t* = 5 с
Проверка пуска и срабатывания ступеней с меньшими уставками по току при срабатывании ступеней с большими уставками по току	19	Заданы три уставки: *I*ср = 700 А, *t* = 6 с; *I*ср = 800 А, *t* = 4 с; *I*ср = 900 А, *t* = 2 с; (уставки указаны для примера, в опыте задаются в соответствии с выбранными уставками). Все ступени ненаправленные. Исходная схема	Л-1/ПТ ИК РЗА	Скачкообразное увеличение токовой нагрузки по Л-1 выше уставок срабатывания всех ступеней устройства АОПО. После срабатывания ступени с большей уставкой по току, через выдержку времени, меньшую времени срабатывания несработавших ступеней, — снижение токовой нагрузки по Л-1 до величины, превышающей остальные уставки по току	При увеличении токовой нагрузки выше заданных уставок — фиксация сигнала пуска всех ступеней устройства АОПО. Через заданную выдержку времени срабатывание ступени с большей уставкой по току. При уменьшении токовой нагрузки через заданные выдержки времени фиксация срабатывания остальных ступеней устройства АОПО

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
Проверка автоматической смены уставок устройства АОПО Т (АТ) при изменении положения РПН трансформатора (автотрансформатора)	20.1	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО поступает сигнал, имитирующий переключение с пятого на шестое положение РПН. После фиксации смены уставок скачкообразное увеличение токовой нагрузки по Л-1 выше уставок, соответствующих шестому положению РПН	Смена уставок при изменении положения РПН трансформатора (автотрансформатора). После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени срабатывания устройства с уставками, соответствующими шестому положению РПН
	20.2	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО поступает сигнал, имитирующий переключение с пятого на шестое положение РПН. После фиксации смены уставок, токовая нагрузка по Л-1 ниже уставок, соответствующих пятому положению РПН	Смена уставок при изменении положения РПН трансформатора (автотрансформатора). Отсутствие срабатывания устройства
Проверка отсутствия срабатывания устройства АОПО Т (АТ) при выявлении недостоверности поступающего сигнала положения РПН	21.1	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО поступает сигнал, имитирующий переключение с пятого на шестое положение РПН. До истечения выдержки времени срабатывания АОПО поступает сигнал о переключении на «+7» положения РПН. После фиксации недостоверности, токовая нагрузка по Л-1 увеличивается выше уставок, соответствующих «+5» положения РПН	Выдача сигнала о недостоверности. Без выдержки времени переход на группу уставок, соответствующую пятому положению РПН (последнее достоверное). После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени — отсутствие срабатывания устройства с уставками, соответствующими пятому положению РПН
	21.2	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО вместо сигнала о шестом положении РПН поступает текстовая информация. После фиксации недостоверности токовая нагрузка по Л-1 увеличивается выше уставок, соответствующих «+5» положения РПН	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности. Без выдержки времени переход на уставку, соответствующую «+5» положения РПН (последнее достоверное). После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени срабатывание устройства с уставками, соответствующими «+5» положения РПН

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	21.3	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО вместо сигнала о шестом положении РПН поступает сигнал с кодом качества «недостоверно». После фиксации недостоверности токовая нагрузка по Л-1 увеличивается выше уставок, соответствующих «+5» положения РПН	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности. Без выдержки времени переход на уставку, соответствующую «+5» положения РПН (последнее достоверное). После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени срабатывание устройства с соответствующими «+5» положения РПН
	21.4	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На входе устройства АОПО не обновляется сигнал положении РПН в течение времени, достаточного для перехода на последнее достоверное положение РПН (пятое). После фиксации недостоверности токовая нагрузка по Л-1 увеличивается выше уставок, советующих «+5» положения РПН	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности. Без выдержки времени переход на группу уставок, соответствующую «+5» положения РПН. После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени срабатывание устройства с уставками, соответствующими уставкам для «+5» положения РПН
	21.5	Исходный режим Положение РПН «+5» соответствует току 20 мА	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на аналоговый вход (4—20 мА)/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО поступает ток 25 мА. После фиксации недостоверности токовая нагрузка по Л-1 увеличивается выше уставок, соответствующих пятому положению РПН	Через заданную выдержку времени — выдача сигнала о недостоверности. Без выдержки времени переход на группу уставок, соответствующую пятому положению РПН (последнее достоверное). После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени — срабатывание устройства с уставками, соответствующими уставкам для пятого положения РПН

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	21.6	Исходный режим	Л-1, сигнал о положении РПН поступает на цифровой вход/ ПТ ИК РЗА	На вход устройства АОПО вместо сигнала о пятом положении РПН поступает сигнал о положении четвертом, пятом, шестом. После фиксации недостоверности токовая нагрузка по Л-1 увеличивается выше уставок, соответствующих пятому положению РПН	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности. Без выдержки времени переход на группу уставок, соответствующую пятому положению РПН. После увеличения токовой нагрузки через заданную выдержку времени — срабатывание устройства с уставками, соответствующими пятому положению РПН
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПО по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и протоколу [6][1)]	22.1	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТИ ТНВ по обоим каналам за пределами заданных физических границ в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование с использованием последнего достоверного ТИ ТНВ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего последнему достоверному значению ТИ ТНВ от имитатора	После фиксации недостоверности через заданную выдержку времени переход на последнее достоверное ТИ ТНВ, выдача ТС о недостоверности ТИ, сигнализация о недостоверности ТИ. Через заданную выдержку времени — срабатывание АОПО с уставкой по току, соответствующей последней достоверной ТИ ТНВ с появлением сигнала на выдачу УВ

[1)] По одному каналу поступает по ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, по второму каналу — по [6].

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.2	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора	Л-1/ПТ ИК РЗА	1.В АОПО поступает ТИ ТНВ по обоим каналам. Отключается один канал. 2.По оставшемуся каналу в АОПО поступает ТИ ТНВ за пределами заданных физических границ в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование с использованием последнего достоверного ТИ ТНВ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего последнему достоверному значению ТИ ТНВ от имитатора	1.После отключения одного канала устройство АОПО продолжает работать по оставшемуся каналу. 2.После фиксации недостоверности через заданную выдержку времени переход на последнее достоверное ТИ ТНВ, выдача ТС о недостоверности ТИ, сигнализация о недостоверности ТИ. Через заданную выдержку времени срабатывание АОПО с уставкой по току, соответствующей последней достоверной ТИ ТНВ с появлением сигнала на выдачу УВ
	22.3	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора. При переходе на функционирование без использования ТМИ в алгоритме АОПО задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТИ ТНВ по обоим каналам за пределами заданных физических границ в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования значений ТИ ТНВ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующей заданной уставке при заданной ТНВ	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени переход на использование заранее заданных уставок и выдача ТС о неиспользовании ТИ по причине ее недостоверности, предупредительная сигнализация. Через заданную выдержку времени срабатывание АОПО с уставкой, соответствующей заданной уставке при заданной ТНВ, с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.4	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора. При переходе на функционирование без использования ТМИ, в алгоритме АОПО задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений	Л-1/ПТ ИК РЗА	Моделируется поступление в АОПО ТИ ТНВ с различием по двум каналам более заданной величины в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования значений ТИ ТНВ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующей заданной уставке при заданной ТНВ	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени переход на использование заранее заданных уставок и выдача ТС о неиспользовании ТИ по причине ее недостоверности, предупредительная сигнализация. Через заданную выдержку времени срабатывание АОПО с уставкой, соответствующей заданной уставке при заданной ТНВ, с появлением сигнала на выдачу УВ
	22.5	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о направлении перетока активной мощности по Л-1 от имитатора. При переходе на функционирование без использования ТМИ, в алгоритме АОПО задана блокировка работы алгоритмов функционирования, использующих недостоверную ТМИ (блокировка направленных ступеней)	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТМИ о направлении перетока активной мощности по Л-1 по обоим каналам с признаком недостоверности в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования ТМИ. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания всех ступеней	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени блокировка направленных ступеней с выдачей ТС о неиспользовании ТМИ по причине ее недостоверности, сигнализация о недостоверности ТМИ. Через заданную выдержку времени срабатывание третьей ступени с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.6	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора. При переходе на функционирование без использования ТМИ от имитатора в алгоритме АОПО задано дальнейшее функционирование с использованием последней достоверной ТМИ	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТИ ТНВ по обоим каналам за пределами заданных физических границ в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования значений ТИ ТНВ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего уставке	После фиксации недостоверности — использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени продолжается использование последнего достоверного ТИ без выдачи ТС о неиспользовании ТИ ТНВ по причине ее недостоверности, сигнализация о недостоверности ТИ. После заданной выдержки времени — срабатывание АОПО с уставками, соответствующими последним достоверным ТИ ТНВ с заданными выдержками времени. появлением сигнала на выдачу УВ
	22.7	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора. При переходе на функционирование без использования ТМИ в алгоритме АОПО задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТИ по обоим каналам с признаком недостоверности в течение времени, достаточного для перехода на функционирование без использования ТИ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего заданной уставке	После фиксации недостоверности — использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени — переход на использование заранее заданных уставок, выдача ТС о неиспользовании ТИ по причине ее недостоверности, сигнализация о недостоверности ТИ. После заданной выдержки времени — срабатывание АОПО с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.8	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТС в состоянии «ремонт Л-2» от имитатора (АОПО работает на второй группе уставок). При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АОПО задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений (на первую группу уставок)	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТС по обоим каналам с признаком недостоверности в течение времени, достаточного для перехода на функционирование без использования ТС от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего первой группе уставок. Восстановление достоверности ТС	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, сигнализация о недостоверности ТС. Через заданную выдержку времени переход на первую группу уставок. После заданной выдержки времени срабатывание устройства с уставками, соответствующими первой группе уставок с появлением сигнала на выдачу УВ. После восстановления достоверности ТС переход устройства АОПО на вторую группу уставок
	22.9	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТИ по обоим каналам, неизменяющееся в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования ТИ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего заданной уставке	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени переход на использование заранее заданных уставок, выдача ТС о неиспользовании ТИ по причине ее недостоверности, сигнализация о недостоверности ТИ. После заданной выдержки времени срабатывание АОПО с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.10	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТС в состоянии «ремонт Л-2» от имитатора (АОПО работает на второй группе уставок). В устройстве АОПО ключом (логическим ключом) местного управления зафиксирован ТС в состоянии «включенное состояние Л-2». При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АОПО задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений (на первую группу уставок)	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТС по обоим каналам, необновляющийся в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования ТС от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего первой группе уставок	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, сигнализация о недостоверности ТС. Через заданную выдержку времени переход на первую группу уставок. После заданной выдержки времени срабатывание устройства с уставками, соответствующими первой группе уставок с появлением сигнала на выдачу УВ
	22.11	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТМИ о ТНВ от имитатора. При переходе на функционирование без использования ТМИ в алгоритме АОПО задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений	Л-1/ПТ ИК РЗА	Фиксируется неисправность обоих каналов в течение времени, достаточного для перехода АОПО на функционирование без использования ТИ от имитатора. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего заданной уставке	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, через заданную выдержку времени переход на использование заранее заданных уставок, выдача ТС о неисправности обоих каналов, ТС о неиспользовании ТИ по причине ее недостоверности. После заданной выдержки времени срабатывание АОПО с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.12	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Настроены прием в АОПО и периодическая передача в имитатор (один раз в 1 с) значений ежесекундного счетчика	Л-1/ПТ ИК РЗА	Выдавать от имитатора значения ежесекундного счетчика от нуля до 60	В имитаторе фиксируется периодическое получение значений ежесекундного счетчика
	23.13	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Настроены: - прием в АОПО и периодическая передача в имитатор ТМИ; - фиксация в АОПО ТС через заданную выдержку времени	Л-1/ПТ ИК РЗА	Выдать от имитатора ТС ремонта Л-2	В АОПО поступает ТС ремонта Л-2. Через заданную выдержку времени в АОПО фиксируется ТС Л-2 и изменяется группа уставок с выдачей сигнализации. В имитатор передается информация о переходе на вторую группу уставок
	22.14	Заданы исходные уставки. Исходный режим. При выявлении недостоверности ТИ и ТС в алгоритме АОПО предусмотрена работа по заранее заданным значениям. Заданы следующие уставки, на которые переходит АОПО при получении ТИ и ТС: - при получении ТИ1 Iср = Iср$_{1,1}$;	Л-1/ПТ ИК РЗА	1. В АОПО поступает ТИ1 по обоим каналам с признаком недостоверности ТИ1. Возврат к исходному режиму. 2. В АОПО поступает ТИ2 по обоим каналам с признаком недостоверности ТИ2. Возврат к исходному режиму. 3. В АОПО поступает ТС1 по обоим каналам с признаком недостоверности ТС1. Возврат к исходному режиму. 4. В АОПО поступает ТС2 по обоим каналам, фиксируется с признаком недостоверности ТС2.	1. При фиксации недостоверности ТИ1 выдача ТС о недостоверности ТИ1, сигнализация о недостоверности. Через 3 с устройство переходит на работу по уставке, равной Iср$_{1,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация. 2. При фиксации недостоверности ТИ2 выдача ТС о недостоверности ТИ2, сигнализация о недостоверности. Через 4 с устройство переходит на работу по уставке равной Iср$_{2,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация.

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
		- при выявлении недостоверности ТИ1 Iср = Iср$_{1,2}$; - при получении ТИ2 Iср = Iср$_{2,1}$; - при выявлении недостоверности ТИ2 Iср = Iср$_{2,2}$; - при получении ТС1 Iср = Iср$_{3,1}$; - при выявлении недостоверности ТС1 Iср = Iср$_{3,2}$; - при получении ТС2 Iср = Iср$_{4,1}$; - при выявлении недостоверности ТС2 Iср = Iср$_{4,2}$. При выявлении недостоверности ТИ и ТС заданы выдержки времени функционирования с использованием последних достоверных значений: - при фиксации недостоверности ТИ1 t = 3 с; - при фиксации недостоверности ТИ2 t = 4 с; - при фиксации недостоверности ТС1 t = 5 с; - при фиксации недостоверности ТС2 t = 6 с		Возврат к исходному режиму.	3. При фиксации недостоверности ТС1 выдача ТС о недостоверности ТС1, сигнализация о недостоверности. Через 5 с устройство переходит на работу по уставке равной Iср$_{3,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация. 4. При фиксации недостоверности ТС2 выдача ТС о недостоверности ТС2, сигнализация о недостоверности. Через 6 с устройство переходит на работу по уставке, равной Iср$_{4,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация. На соответствующих каждому опыту осциллограммах должны быть выведены значения Iср

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.15	Заданы исходные уставки. Исходный режим. В устройстве АОПО ключ (логический ключ) переведен из автоматической фиксации состояния ТС в ручное управление в состояние «ремонт Л-2» (АОПО работает на второй группе уставок)	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО от имитатора поступает ТС в состоянии «включенное состояние Л-2» по обоим каналам. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего второй группе уставок	После получения ТС о включенном состоянии Л-2 устройство АОПО остается на второй группе уставок. Через заданную выдержку времени срабатывание с появлением сигнала на выдачу УВ
	22.16	Заданы исходные уставки. Исходный режим. Устройство АОПО получает ТС в состоянии «ремонт Л-2» от имитатора (АОПО работает на второй группе уставок). При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АОПО задано использование последнего достоверного значения ТС	Л-1/ПТ ИК РЗА	В АОПО поступает ТС по обоим каналам с признаком недостоверности. В устройстве АОПО ключом (логическим ключом) производится перевод из автоматической фиксации состояния ТС в ручное управление в состояние «включенное состояние Л-2» (АОПО работает на первой группе уставок). Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего первой группе уставок. Восстановление достоверности ТС по обоим каналам от имитатора. Возврат к исходному режиму. Перевод в устройстве АОПО ключа (логического ключа) в положение автоматической фиксации состояния ТС. Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения величины тока, соответствующего второй группе уставок	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, сигнализация о недостоверности ТС. Проверить, что АОПО работает на второй группе уставок. После фиксации ключом включенного состояния Л-2 переход на первую группу уставок. Через заданную выдержку времени срабатывание с появлением сигнала на выдачу УВ. После восстановления достоверности ТС от имитатора отсутствие перехода АОПО на вторую группу уставок. После перехода с ручной на автоматическую фиксацию состояния ТС Л-2, переход АОПО на вторую группу уставок. Через заданную выдержку времени срабатывание второй группы уставок с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
	22.17	Исходная схема. Настроены: прием в АОПО и периодическая передача в ДЦ ТМИ. Для ТИ1 и ТС1 выбрано автоматическое присваивание недостоверности при получении кода качества «ручной ввод», для ТИ2 и ТС2 — считать достоверными при получении кода качества «ручной ввод»	Л-1/ПТ ИК РЗА	ТИ1, ТИ2, ТС1, ТС2 присваивается код качества «ручной ввод»	В устройстве АОПО при получении кода качества «ручной ввод» ТИ1 и ТС1 фиксируется недостоверными, ТИ2 и ТС2 продолжают считаться достоверными
Проверка выполнения требований к регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий	23	—	—	1. Проверить длительности записей доаварийных, послеаварийных режимов и максимальную длительность регистрации одного события в осциллограммах. 2. Проверить наличие осциллограмм и журналов событий предыдущих опытов (до и после пропадания или при плавном снижении питания устройства) в памяти устройства. 3. Экспортировать осциллограммы и журналы событий из устройства. 4. Проверить суммарную длительность сохраненных в памяти устройства осциллограмм. 5. Экспорт осциллограмм в формат COMTRADE и проверка соответствия требованиям ГОСТ Р 58601. 6. Проверить работу встроенного осциллографа устройства в режиме наличия сигнала пуска, превышающего по длительности максимальное время записи одной осциллограммы (заданной уставкой устройства), и при максимальном объеме записываемых сигналов	Наличие осциллограмм в устройстве и на персональном компьютере по всем проведенным опытам. Соответствие содержания журнала событий в устройстве и на персональном компьютере 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. Соответствие осциллограмм в формате COMTRADE ГОСТ Р 58601 в части требований: - к наименованию файлов осциллограмм аварийных событий; - к наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файлах осциллограмм аварийных событий; - к файлу заголовка (исключая требование о включении в файл

Окончание таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АОПО	Испытания	Корректное действие устройства АОПО
					перечня дискретных сигналов, изменявших свое состояние за время аварийного режима записи); - к файлу информации; - к файлу конфигурации
Проверка возможности ввода/вывода каждого УВ одновременно для всех ступеней, возможности ввода/вывода УВ вида «Отключение защищаемого элемента» для каждой ступени	24	Исходная схема. Для первой ступени введено действие на УВ4, для второй ступени введено действие на УВ1 и УВ4, для третьей ступени выведено действие УВ4	Л-1/ПТ ИК РЗА	1. Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 до достижения величины тока выше заданных уставок срабатывания направленных и ненаправленной ступеней устройства АОПО, при этом переток мощности направлен в сторону ПС1. 2. Ввод для третьей ступени действия на УВ4. Через время, достаточное для срабатывания направленных и ненаправленной ступеней, изменение направления мощности по Л-1 в сторону ПС2 с токовой нагрузкой по Л-1, выше величины срабатывания всех ступеней АОПО. Время существования перегрузки с направлением мощности в сторону ПС2 больше времени срабатывания всех ступеней АОПО	1. При достижении токовой нагрузкой уставок срабатывания фиксация пуска первой и третьей ступени и отсчет выдержки времени на пуск УВ. Через заданную выдержку времени срабатывание первой ступени с появлением выходного сигнала на УВ1, УВ4, срабатывание третьей ступени и отсутствие выходного сигнала на УВ4. 2. При изменении перетока активной мощности в сторону ПС2 и достижении токовой нагрузкой уставок срабатывания фиксация пуска второй и третьей ступени и отсчет выдержки времени на пуск УВ. Через заданную выдержку времени срабатывание второй ступени с появлением выходного сигнала на УВ2, УВ1, УВ3 и УВ4, срабатывание третьей ступени с появлением выходного сигнала на УВ4

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] Правила технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики (утверждены приказом Минэнерго России от 13 июля 2020 г. № 555)

[4] МЭК 60255-24:2013 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)

[5] МЭК 61850-9-3:2016 Сети и системы связи для автоматизации энергетических систем общего пользования. Часть 9-3. Профиль протокола точного времени для автоматизации энергетических систем общего пользования (Communication networks and systems for power utility automation — Part 9-3: Precision time protocol profile for power utility automation)

[6] МЭК 61850-8-1: 2020 Сети связи и системы автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 8-1. Специфическое отображение сервиса связи (SCSM). Отображения для MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и ISO/IEC 8802-3 (Communication networks and systems for power utility automation — Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) — Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3)

УДК 621.311:006.354 ОКС 27.010-01

Ключевые слова: противоаварийная автоматика, энергосистема, перегрузка по току, автоматика ограничения перегрузки оборудования

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 10.07.2025. Подписано в печать 06.08.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 4,63.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru