ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59373— 2025

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматики ограничения повышения частоты. Нормы и требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

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 12 декабря 2025 г. № 1716-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 59373–2021

*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», 2026

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, сокращения и обозначения 3
4 Требования к устройствам автоматики ограничения повышения частоты 4
5 Требования к испытаниям устройств автоматики ограничения повышения частоты 7
Приложение А (обязательное) Методика проведения испытаний устройств автоматики ограничения повышения частоты 10
Библиография 33

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 указанных 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 повышения частоты. Нормы и требования

United power system and isolated power systems. Relay protection and automation. Automatic emergency control of electric power systems. Automatic overfrequency protection devices. Norms and requirements

Дата введения — 2026—02—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает:

- основные требования к микропроцессорным устройствам автоматики ограничения повышения частоты (далее соответственно — АОПЧ, устройства АОПЧ), в том числе микропроцессорным устройствам релейной защиты и автоматики (далее — РЗА) с функцией АОПЧ, обеспечивающие выполнение АОПЧ своих функций в электроэнергетической системе;
- порядок и методику проведения испытаний устройств АОПЧ 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 АОПЧ, проектных и научно-исследовательских организаций.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для применения при выборе и приобретении устройств РЗА, устанавливаемых на объектах электроэнергетики и энергопринимающих установках потребителей электрической энергии при выполнении технических условий для технологического присоединения объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии к электрическим сетям, 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 АОПЧ, указанных в 1.4.

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

Издание официальное

1.5 Требования настоящего стандарта не распространяются (за исключением случаев, указанных в абзаце четвертом настоящего пункта) на устройства АОПЧ 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 АОПЧ 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 АОПЧ.

Примечание — Под технической возможностью понимается совпадение типа (марки) модернизируемого устройства АОПЧ с типом (маркой) устройства АОПЧ, 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 и информационной безопасности устройств АОПЧ, оперативному и техническому обслуживанию устройств АОПЧ.

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, сокращения и обозначения

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 повышения частоты;** устройство АОПЧ: Микропроцессорное устройство противоаварийной автоматики, реализующее функцию АОПЧ, как выполненное в виде отдельного устройства противоаварийной автоматики, так и в виде микропроцессорного устройства РЗА, в котором реализована функция АОПЧ.

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

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

3.1.4 **тестовая модель энергосистемы:** Цифровая модель энергосистемы, созданная в программно-аппаратном комплексе моделирования энергосистем в режиме реального времени, в объеме, необходимом для проведения сертификационных испытаний устройств АОПЧ.

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

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АОПЧ — автоматика ограничения повышения частоты;

АПВ — автоматическое повторное включение;

АРВ — автоматический регулятор возбуждения;

АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическими процессами объекта электроэнергетики;

ДЦ — диспетчерский центр субъекта оперативно-диспетчерского управления;

КЗ — короткое замыкание;

ЛЭП — линия электропередачи;

ПАК РВ — программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени;

РЗА — релейная защита и автоматика;

ТИ — телеизмерение;

ТМИ — доаварийная телеметрическая информация;

ТН — трансформатор напряжения;

ТС — телесигнал;

УВ — управляющее воздействие;

ШБМ — шина бесконечной мощности;

ЭС — энергосистема;

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 Российской Федерации [Coordinated Universal Time (Soviet Union)].

4 Требования к устройствам автоматики ограничения повышения частоты

4.1 Устройства АОПЧ предназначены для предотвращения недопустимого по величине и длительности повышения частоты в энергосистеме до уровня, при котором возможно срабатывание автоматов безопасности или технологических защит от повышения частоты вращения турбин тепловых, гидравлических и атомных электростанций.

4.2 В соответствии с принципами организации автоматического ограничения повышения частоты в зависимости от пусковых факторов, использованных в устройстве, устройства АОПЧ могут быть одного из следующих видов:

- устройство АОПЧ с измерительными органами по частоте;
- устройство АОПЧ с измерительными органами по частоте и по скорости повышения частоты.

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

4.3 Для реализации функции АОПЧ устройство АОПЧ должно обеспечивать определение частоты электрического тока в месте установки устройства с контролем повышения частоты одновременно в трех фазах.

4.4 Устройство АОПЧ должно обеспечивать:

- время срабатывания измерительного органа по частоте не более 0,1 с при скорости изменения частоты от 0,5 до 10 Гц/с;
- возможность задания уставок по частоте в диапазоне от 50,50 до 60,00 Гц с шагом не более 0,05 Гц;
- возврат измерительных органов по частоте при снижении частоты на 0,1 Гц ниже уставки срабатывания;
- возможность задания уставок по времени в диапазоне от 0 до 180,0 секунд с шагом не более 0,1 с.

4.5 В устройстве АОПЧ должно быть предусмотрено не менее трех ступеней с уставками по частоте.

4.6 В устройстве АОПЧ с измерительными органами по частоте и по скорости повышения частоты должно быть предусмотрено не менее двух ступеней с уставками по скорости повышения частоты.

4.7 В устройстве АОПЧ с измерительными органами по частоте и по скорости повышения частоты ступени с уставками по скорости повышения частоты должны срабатывать при повышении частоты выше заданных значений в течение заданного времени.

4.8 В устройстве АОПЧ с измерительными органами по частоте и по скорости повышения частоты время от момента начала повышения частоты до срабатывания измерительного органа с уставкой по скорости повышения частоты 0,5 Гц/с и выше не должно превышать 250 мс при изменении частоты со скоростью, в 1,1 раза превышающей уставку.

4.9 В устройстве АОПЧ следует предусмотреть возможность работы устройства АОПЧ одновременно от двух ТН (цепей напряжения) или возможность автоматического переключения по источникам (цепям) напряжения для обеспечения резервирования по цепям напряжения.

4.10 Устройство АОПЧ не должно срабатывать (выдавать УВ при отсутствии условия для срабатывания):

- при КЗ;
- в цикле однофазного АПВ;
- при возникновении неисправностей в цепях напряжения;
- при потере цепей напряжения;
- при перезагрузке устройства;
- при замыкании на землю в одной точке в сети оперативного постоянного тока;
- при снятии, подаче оперативного тока (в том числе обратной полярности);

- при перерывах электропитания любой длительности и глубины снижения напряжения оперативного тока;

- при получении недостоверной ТМИ из ДЦ.

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

4.12 Устройство АОПЧ должно обеспечивать:

а) внутреннюю функцию регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий (осциллограмм) в объеме, необходимом для анализа работы устройства с временем длительности регистрации не менее 1 с доаварийного режима, полной длительности аварийного режима (существования условий пуска функции регистрации) и не менее 15 с послеаварийного режима, с максимальной длительностью регистрации одного события не менее 30 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. [3]) с учетом требований 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 перечня дискретных сигналов, изменявших свое состояние за время аварийного режима записи);

- к файлу информации;

- к файлу конфигурации;

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

4.13 В устройстве АОПЧ 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 [4], 1PPS, IRIG-B. Применяемый протокол синхронизации времени должен обеспечивать точность синхронизации 1 мс (не хуже). 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 АОПЧ данные должны иметь метки шкалы времени государственного эталона частоты и времени UTC (SU).

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

4.15 Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность экспорта конфигурации и параметров настройки (уставок).

4.16 Документация на устройство АОПЧ должна быть в электронном виде на русском языке и включать:

1) руководство по эксплуатации устройства АОПЧ, 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 АОПЧ, 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 [5] и, при необходимости, дополнительные объемы проверки, установленные производителем устройства АОПЧ;

- инструкцию по обновлению программного обеспечения устройства с необходимым объемом проверочных работ при обновлении программного обеспечения.

Примечание — Документацию по техническому обслуживанию, указанную в 4.16, 2), допускается включать в состав руководства по эксплуатации устройства АОПЧ;

3) методику расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройства АОПЧ, 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 АОПЧ, условия выбора каждого параметра настройки (уставки) и алгоритма функционирования устройства АОПЧ, типовые примеры их выбора.

4.17 В устройстве АОПЧ должна быть предусмотрена возможность:

- оперативного ввода/вывода функции АОПЧ (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АОПЧ);
- ввода/вывода каждой ступени АОПЧ;
- ввода/вывода каждого УВ;
- оперативного выбора ручного или автоматического ввода/вывода каждой ступени по факту получения информации об изменении схемы сети, состава генерирующего оборудования и баланса активной мощности в энергорайоне (далее — влияющего фактора);
- оперативного выбора ручной или автоматической (с использованием ТМИ) фиксации состояния ТС (для каждого ТС).

4.18 В устройстве АОПЧ должна быть предусмотрена возможность формирования сигналов о срабатывании и неисправности с целью их последующего использования в цепях внешней сигнализации.

4.19 Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность использования не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием замеров и обмен ТМИ.

4.20 В устройстве АОПЧ должна быть предусмотрена возможность автоматического ввода/вывода каждой ступени и УВ в зависимости от влияющего фактора при поступлении соответствующей ТМИ из ДЦ.

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

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

4.23 Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность автоматической фиксации ТМИ от ДЦ как недостоверной в следующих случаях:

- ТИ находится за пределами заданных физических границ в течение заданного времени. Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 60 с с шагом 0,1 с;
- различие ТМИ, получаемой по двум каналам, превышает заданную величину в течение заданного времени. Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 60 с, с шагом 0,1 с;
- ТМИ поступила из ДЦ с признаком недостоверности;
- ТИ, полученное по каналу связи, не изменяется в течение заданного времени на заданную величину. Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 3600 с, с шагом 1 с;
- ТС, полученный по каналу связи, не обновляется в течение заданного времени. Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 3600 с, с шагом 1 с;
- неисправен канал ввода (либо оба канала), по которому поступает ТМИ (недостоверность должна присваиваться информации, поступающей по данному (обоим) каналу(ам) ввода).

4.24 При фиксации ТМИ как недостоверной устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность функционирования в течение заданного времени с использованием последнего принятого из ДЦ достоверного значения. Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 3600 с, с шагом 1 с.

При этом должны формироваться:

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

4.25 При отсутствии поступления в устройство АОПЧ достоверной ТМИ в течение указанного в 4.24 времени устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность:

- перехода на функционирование без использования ТМИ из ДЦ. При этом устройство АОПЧ 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;

- предупредительная сигнализация.

4.26 При автоматической фиксации ТС, как недостоверного по обоим каналам, устройство АОПЧ 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.

4.27 Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность фиксации поступившего ТС об изменении состояния ЛЭП, сетевого или генерирующего оборудования через заданную выдержку времени. Устройство АОПЧ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 60 с, с шагом 0,1 с.

4.28 Устройство АОПЧ 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.

4.29 Устройство АОПЧ 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.

5 Требования к испытаниям устройств автоматики ограничения повышения частоты

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

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

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

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

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

5.2 Испытания устройств АОПЧ следует проводить в соответствии с методикой проведения испытаний устройств АОПЧ согласно приложению А с использованием ПАК РВ.

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

- иметь соответствующую производственно-техническую базу (технические средства), необходимые для проведения испытаний, включая математическую модель энергосистемы, созданную с применением ПАК РВ в составе тестовой схемы с характеристиками, требуемыми для проведения испытаний устройств АОПЧ в соответствии с приложением А;

- обеспечить независимость и достоверность результатов испытаний, в том числе исключить вмешательство работников и иных представителей лица, по инициативе которого проводятся испытания, в ход проведения испытаний, регистрацию проводимых опытов и влияние на их результаты.

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

5.4 Испытания следует проводить по программе, разработанной в соответствии с приложением А. Программа испытаний должна учитывать вид устройства АОПЧ.

5.5 Для проведения испытаний владельцем устройства АОПЧ должны быть предоставлены следующие документы и информация:

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

5.6 Для проведения испытаний владелец устройства передает организации, осуществляющей испытания, устройство АОПЧ и согласовывает схемы его подключения к тестовой модели энергосистемы (к интерфейсным блокам ПАК РВ), параметры настройки устройства АОПЧ и параметры ПАК РВ.

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

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

5.9 Протокол испытаний должен в том числе содержать следующую информацию:

- наименование и адрес производителя и владельца устройства (если владелец не является производителем);
- 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, года утверждения и версии стандарта, с учетом внесенных изменений [при наличии]);
- программу испытаний;
- описание устройства АОПЧ [вид, тип (марка), 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;
- параметры ПАК РВ (тип, модель, заводской номер);
- параметры настройки (уставки) устройства АОПЧ;
- 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 АОПЧ и т. п.), достаточные для оценки правильности функционирования испытываемого устройства АОПЧ и т. п., в каждом из проведенных опытов;

- скорректированные параметры настройки устройства АОПЧ (в случае если такие параметры, измененные по сравнению с первоначально выбранными параметрами настройки, были предложены владельцем устройства или уполномоченным им лицом в ходе испытаний) с приложением обоснования корректировки;

- оценку правильности функционирования устройства АОПЧ в каждом из проведенных опытов и выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров, характеристик устройства АОПЧ настоящему стандарту, в том числе отдельно по каждому проверяемому параметру, характеристике;

- протокол документальной проверки устройства АОПЧ.

5.10 В протокол испытаний не допускается включать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытанного устройства АОПЧ и (или) алгоритма его функционирования.

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

5.11 Устройство АОПЧ считают прошедшим испытания, если по результатам документальной проверки подтверждено соответствие устройства АОПЧ всем требованиям настоящего стандарта и по результатам оценки правильности функционирования устройства АОПЧ в каждом из проведенных опытов сделан вывод о соответствии всех проверяемых параметров, характеристик устройства АОПЧ требованиям настоящего стандарта.

5.12 Информация о результатах испытаний с указанием наименования, типа (марки) устройства АОПЧ, его типа (марки), номера версии алгоритма функционирования и номера версии программного обеспечения устройства АОПЧ, в отношении которой проводились испытания (далее — информация о результатах испытаний), а также регистрационного номера и года утверждения стандарта, с учетом внесенных изменений (при наличии), на соответствие которому проводились испытания, и приложением копии протокола испытаний должна быть направлена владельцем устройства (уполномоченным им лицом) субъекту оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.

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

5.14 В случае если испытания проводились по инициативе производителя устройства АОПЧ, 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.

5.15 Информация о результатах испытаний, полученная субъектом оперативного диспетчерского управления в электроэнергетике в соответствии с 5.12, должна систематизироваться и размещаться на официальном сайте субъекта оперативного диспетчерского управления в электроэнергетике или ином общедоступном ресурсе в сети Интернет.

Приложение А
(обязательное)

Методика проведения испытаний устройств автоматики ограничения повышения частоты

А.1 Область применения методики

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

А.2 Этапы подготовки и проведения испытаний устройств АОПЧ

А.2.1 Испытания устройств АОПЧ 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 АОПЧ требованиям настоящего стандарта организацией, осуществляющей испытания, должно быть обеспечено рассмотрение технической документации на устройство АОПЧ, 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		Документация предоставлена на русском языке Наличие документации	4.16
2 Проверка требований к аппаратной части и наличия сервисных функций			
2.1 Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ при отсутствии условия для срабатывания) при: - замыкании на землю в одной точке в сети оперативного постоянного тока; - перерывах электропитания любой длительности и глубины снижения напряжения оперативного тока; - возникновении неисправностей в цепях напряжения	Проверить по технической документации производителя обеспечение отсутствия срабатывания (выдачи УВ при отсутствии условия для срабатывания) при: - замыкании на землю в одной точке в сети оперативного постоянного тока; - перерывах электропитания любой длительности и глубины снижения напряжения оперативного тока; - возникновении неисправностей в цепях напряжения	Наличие требуемого функционала	4.10
2.2 Проверка возможности восстановления работоспособности с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерывов питания любой длительности и/или перезагрузки	Проверить по технической документации производителя возможности обеспечения восстановления работоспособности с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерывов питания любой длительности и/или перезагрузки	Наличие требуемого функционала	4.11

Продолжение таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
2.3 Проверка наличия функции сохранения в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства	Проверить по технической документации производителя наличие информации о сохранении в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства	Наличие требуемого функционала	4.12, г)
2.4 Проверка функции синхронизации времени	Проверить по технической документации производителя наличие информации о функции синхронизации времени от серверов (устройств) точного времени объекта электроэнергетики с использованием стандартных сетевых протоколов синхронизации времени: NTP/SNTP, PTP с поддержкой профиля (см. [4]), 1PPS, IRIG-B	Наличие требуемого функционала	4.13
2.5 Проверка передачи информации о функционировании устройства в АСУ ТП и во внешние регистраторы аварийных событий и процессов	Проверить по технической документации производителя наличие информации о передаче информации о функционировании устройства в АСУ ТП и во внешние регистраторы аварийных событий и процессов	Наличие требуемого функционала	4.13
2.6 Проверка 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	4.13
2.7 Проверка возможности формирования сигналов о срабатывании и неисправности с целью их последующего использования в цепях внешней сигнализации	Проверить по технической документации производителя наличие возможности формирования сигналов о срабатывании и неисправности с целью их последующего использования в цепях внешней сигнализации	Наличие требуемого функционала	4.18
3 Общефункциональные проверки			
3.1 Проверка наличия в устройстве АОПЧ контроля повышения частоты одновременно в трех фазах	Проверить по технической документации производителя наличие информации о том, что в устройстве АОПЧ обеспечивается контроль повышения частоты одновременно в трех фазах	Наличие требуемого функционала с указанными характеристиками	4.3

Продолжение таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
3.2 Проверка допустимых диапазонов и дискретности шага задания уставок	Проверить по технической документации производителя наличие информации о том, что устройство АОПЧ обеспечивает: - возможность задания уставок по частоте в диапазоне от 50,50 до 60,00 Гц с шагом не более 0,05 Гц; - возврат измерительных органов по частоте при снижении частоты на 0,1 Гц ниже уставки срабатывания; - возможность задания уставок по времени в диапазоне от 0 до 180,0 с с шагом не более 0,1 с	Наличие требуемого функционала с указанными характеристиками	4.4
3.3 Проверка требования возможности задания не менее трех ступеней с уставками по частоте	Проверить по технической документации производителя возможность задания не менее трех ступеней с уставками по частоте	Наличие требуемого функционала	4.5
3.4 Проверка требования возможности задания не менее двух ступеней с уставками по скорости повышения частоты	Проверить по технической документации производителя возможность задания не менее двух ступеней с уставками по скорости повышения частоты	Наличие требуемого функционала	4.6
3.5 Проверка наличия условия срабатывания измерительных органов по скорости повышения частоты только при повышении частоты выше заданных значений	Проверить по технической документации производителя наличие информации о том, что измерительные органы по частоте и по скорости повышения частоты ступени с уставками по скорости повышения частоты срабатывают при повышении частоты выше заданных значений	Наличие требуемого функционала	4.7
3.6 Проверка наличия в устройстве возможности: - оперативного ввода/вывода функции АОПЧ (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АОПЧ); - ввода/вывода каждой ступени АОПЧ; - ввода/вывода каждого УВ; - оперативного выбора ручного или автоматического ввода/вывода каждой ступени по факту получения информации об изменении влияющего фактора; - оперативного выбора ручной или автоматической (с использованием ТМИ) фиксации состояния ТС (для каждого ТС)	Проверить по технической документации производителя возможность: - оперативного ввода/вывода функции АОПЧ (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АОПЧ); - ввода/вывода каждой ступени АОПЧ; - ввода/вывода каждого УВ; - оперативного выбора ручного или автоматического ввода/вывода каждой ступени по факту получения информации об изменении влияющего фактора; - оперативного выбора ручной или автоматической (с использованием ТМИ) фиксации состояния ТС (для каждого ТС)	Наличие требуемого функционала	4.17

Окончание таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
3.7 Проверка наличия в устройстве возможности использования не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием замеров и обмен ТМИ	Проверить по технической документации производителя возможность использования в устройстве не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием замеров и обмен ТМИ	Наличие требуемого функционала	4.19
3.8 Проверка возможности задания уставок по времени в требуемых диапазонах	Проверить по технической документации производителя возможность задания уставок по времени в требуемых диапазонах	Наличие требуемого функционала	4.23, 4.24, 4.27

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

В протоколе документальной проверки, при проверке соответствия устройства АОПЧ требованиям второй и третьей позиций таблицы А.1, необходимо указать наименование(я) и пункт(ы) (раздел(ы)) документации на устройство АОПЧ, содержанием которых это соответствие подтверждено.

А.2.1.2 Испытания устройств АОПЧ на тестовой модели энергосистемы проводят с использованием тестовой модели энергосистемы (математической модели энергосистемы) и ПАК РВ.

А.2.2 Испытания на тестовой модели энергосистемы должны содержать следующие этапы:

- сборка тестовой модели энергосистемы и подготовка COMTRADE-файлов;
- установка в устройстве АОПЧ представленных владельцем устройства параметров настройки устройства АОПЧ для тестовой модели энергосистемы;
- подключение устройства АОПЧ к ПАК РВ;
- проведение испытаний устройства АОПЧ в соответствии с программой испытаний с регистрацией всех опытов;
- анализ результатов испытаний;
- подготовка протокола испытаний с заключением.

А.3 Сборка тестовой модели энергосистемы

А.3.1 Схема тестовой модели энергосистемы

А.3.1.1 Тестовая модель энергосистемы должна быть собрана в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.1.

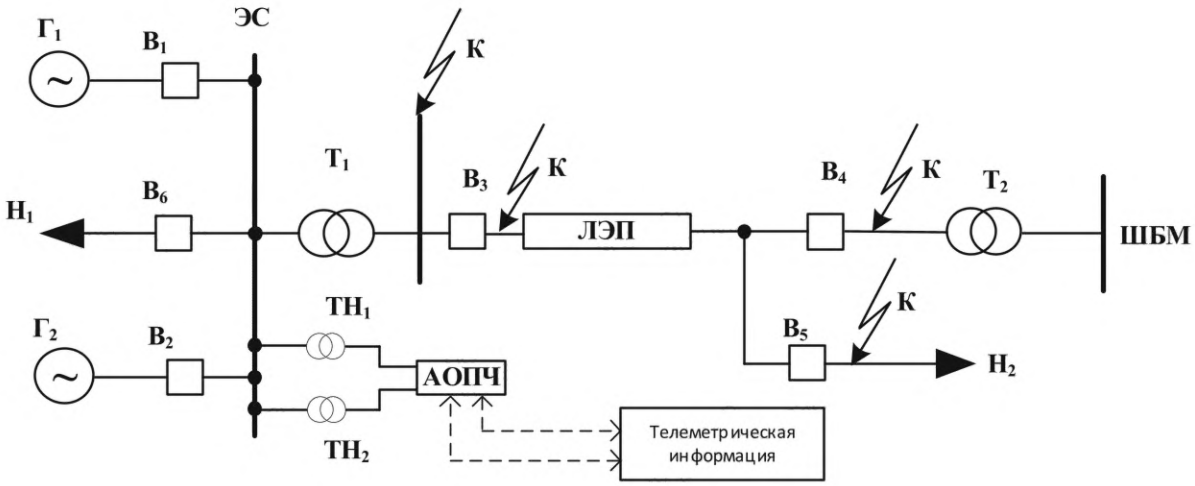


Рисунок А.1 — Схема тестовой модели энергосистемы для испытаний устройств АОПЧ

А.3.1.2 Схема тестовой модели энергосистемы должна иметь трехфазное исполнение.

А.3.1.3 Схема тестовой модели энергосистемы должна содержать:

- эквивалент энергосистемы большой мощности (ШБМ);
- электростанцию с двумя параллельно работающими синхронными генераторами (Г1 и Г2);
- два трансформатора (Т1 и Т2);
- два узла комплексной нагрузки (Н1 и Н2);
- ЛЭП, представленную моделью воздушной линии напряжением 330 кВ.

А.3.1.4 В тестовой модели энергосистемы необходимо реализовать:

- АРВ генераторов;
- автоматические регуляторы скорости турбины;
- модели, реализующие КЗ различного вида;
- устройства, моделирующие действия релейной защиты и АПВ;
- систему контроля и регистрации параметров электроэнергетического режима.

А.3.1.5 Тестовая модель энергосистемы должна обеспечивать моделирование электромеханических процессов с точностью по частоте не более 0,01 Гц и точностью по времени не более 1 мс.

А.3.1.6 Параметры ЛЭП, трансформаторов, синхронных генераторов должны соответствовать параметрам, приведенным в таблицах А.2—А.4.

Параметры сопротивлений обратной последовательности ЛЭП должны совпадать с параметрами сопротивлений прямой последовательности.

Параметры сопротивлений нулевой и обратной последовательностей трансформаторов должны совпадать с параметрами сопротивлений прямой последовательности.

Модели нагрузки $Н_1$ и $Н_2$ должны быть представлены шунтом, состоящим из параллельно включенных активного и реактивного сопротивлений, и двигательной нагрузки равной мощности. Величины мощностей нагрузок в исходном нормальном режиме должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.6. Модели нагрузки $Н_1$ и $Н_2$ должны обеспечивать изменение величины суммарной мощности нагрузки в диапазоне от 0 до 600 МВт.

А.3.1.7 Тестовая модель энергосистемы должна иметь возможность осуществления переключений (изменения схемы), необходимых для проведения опытов, приведенных в таблице А.8.

А.3.1.8 Модели турбины генераторов $Г_1$ и $Г_2$ должны быть оснащены устройствами, моделирующим автоматический статический регулятор скорости турбины, со статизмом регулирования по частоте 5 %.

А.3.1.9 Синхронные генераторы $Г_1$ и $Г_2$ должны быть оснащены моделями быстродействующих тиристорных систем возбуждения и автоматическими регулятором возбуждения (АРВ) сильного действия синхронных генераторов. Настройка АРВ, которыми оснащены синхронные генераторы тестовой модели, должна быть выполнена в соответствии с параметрами, приведенными в таблице А.5.

А.3.1.10 Устройство АОПЧ должно подключаться по цепям напряжения через два трансформатора напряжения ($ТН_1$ и $ТН_2$) к шинам 20 кВ ЭС.

А.3.1.11 Дополнительно к ПАК РВ или в его составе должно быть предусмотрено устройство, позволяющее имитировать обмен ТМИ с ДЦ (далее — имитатор).

А.3.1.12 Имитатор представляет собой программируемый контроллер, позволяющий передавать и принимать ТИ (включая секундный счетчик) и ТС по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6].

А.3.1.13 Имитатор должен подключаться кабелем Ethernet (витая пара) к устройству АОПЧ для обмена ТИ и ТС. По одному каналу ТМИ поступает от имитатора в устройство АОПЧ по ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, по второму каналу — GOOSE, MMS [6].

А.3.1.14 Имитатор подключается к устройству АОПЧ для обмена ТМИ в опытах 10.1—10.15 таблицы А.8.

А.3.1.15 По умолчанию оперативно выбрана автоматическая фиксация состояния ТС из ДЦ.

А.3.1.16 Уставки устройства АОПЧ по частоте (скорости повышения частоты) и времени должны быть заданы следующими:

- первая ступень: уставка по частоте 50,6 Гц с выдержкой времени срабатывания 1 с;
- вторая ступень: уставка по частоте 52 Гц с выдержкой времени срабатывания 0,1 с;
- третья ступень (при наличии в устройстве АОПЧ измерительных органов по скорости повышения частоты): уставка по скорости повышения частоты 1 Гц/с с выдержкой времени срабатывания 0,2 с, при повышении частоты сверх 50,6 Гц в течение 0,1 с.

В устройство АОПЧ от имитатора могут поступать два ТИ и два ТС. Указания о том, какой ТИ и ТС поступает в устройство АОПЧ, приведены для каждого опыта отдельно. Значения ТИ и ТС задаются таким образом, чтобы обеспечивалась проверка устройства АОПЧ, и могут не соответствовать схемно-режимным параметрам модели. Описание ТИ и ТС представлено в таблице А.7.

При получении ТС1 ремонта $В_6$ или ТС2 ремонта $В_5$ в устройстве АОПЧ через заданное время должна выводиться из работы первая ступень. По умолчанию при отсутствии ТС ремонта первая ступень АОПЧ введена в работу.

При поступлении ТИ1 величины генерации активной мощности генератора Г-1 или ТИ2 величины генерации активной мощности генератора Г-2 ниже 290 МВт в устройстве АОПЧ должна выводиться из работы вторая ступень. По умолчанию при отсутствии ТИ1 или ТИ2 вторая ступень АОПЧ введена в работу.

А.3.1.17 При проведении испытаний фиксируется срабатывание соответствующих ступеней и выдача управляющих воздействий от устройства АОПЧ, но управляющие воздействия не приводят к изменениям в тестовой модели.

Таблица А.2 — Параметры ЛЭП 330 кВ тестовой модели энергосистемы

Линия	L, км	$R_{1Л}$, Ом	$X_{1Л}$, Ом	$R_{0Л}$, Ом	$X_{0Л}$, Ом	$b_Л$, мкСм
ЛЭП	150	5,6	58,5	28,0	146,3	495

Таблица А.3 — Параметры трансформаторов тестовой модели энергосистемы

Трансформатор	$S_{ном}$, МВА	$U_{ВН.\ ном}$, кВ	$U_{НН.\ ном}$, кВ	$R_{1т}$, Ом	$X_{1т}$, Ом
$Т_1$	400	330	20	0,9	35,8
$Т_2$	16 500	330	10,5	0,1	2,5

Таблица А.4 — Параметры генераторов тестовой модели энергосистемы

Генераторы	$P_{г.\ ном}$, МВт	$S_{г.\ ном}$, МВ·А	$U_{г.\ ном}$, кВ	Н, МВт·с/ МВ·А	cosφ	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.	
$Г_1$	300	352,9	20	2,48	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9
$Г_2$	300	352,9	20	2,48	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9
ШБМ	Энергосистема большой мощности, суммарная генераторная мощность которой составляет 14 000 МВт, или ШБМ										

Примечание — В таблицах А.2—А.4 использованы следующие обозначения:
L — длина ЛЭП;
$R_{1Л}$ — активное сопротивление прямой последовательности ЛЭП;
$R_{0Л}$ — активное сопротивление нулевой последовательности ЛЭП;
$X_{1Л}$ — индуктивное сопротивление прямой последовательности ЛЭП;
$X_{0Л}$ — индуктивное сопротивление нулевой последовательности ЛЭП;
$b_Л$ — емкостная проводимость ЛЭП;
$S_{ном}$ — 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;
$P_{г.\ ном}$ — 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;
cosφ — коэффициент мощности.

Таблица А.5 — Параметры настройки 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_{1F}, е.в.н./ е.т.р./с	K_F, е.в.н. / Гц	K_{1F}, е.в.н./ Гц/с		
Г-1	Тиристорная	АРВ-СД	50	3,6	5	2,6	2,5	0,03	0,04
Г-2	Тиристорная	АРВ-СД	50	3,6	5	2,6	2,5	0,03	0,04

Примечание — В таблице использованы 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_{1F} — 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.

Таблица А.6 — Параметры нагрузки $Н_1$ и $Н_2$ в исходном режиме

Нагрузка	$P_ш$, МВт	$Q_ш$, МВАр	$P_д$, МВт	$Q_д$, МВАр
$Н_1$	97,5	36	97,5	62
$Н_2$	75	15	75	60

Таблица А.7 — Доаварийная телеметрическая информация, поступающая в устройство АОПЧ

ТМИ	Содержание	Значение, заданное в устройстве при недостоверности ТМИ
ТС1	Состояние выключателя $В_6$ (1 — включен, 0 — отключен/«ремонт»)	1 — включен
ТС2	Состояние выключателя $В_5$ (1 — включен, 0 — отключен/«ремонт»)	1 — включен
ТИ1	Генерация активной мощности $Г_1$, МВт	300 МВт
ТИ2	Генерация активной мощности $Г_2$, МВт	300 МВт

А.3.2 Система контроля и регистрации параметров электроэнергетического режима

А.3.2.1 Тестовая модель энергосистемы должна быть оснащена системой контроля и регистрации параметров электроэнергетического режима и выходных сигналов устройства АОПЧ, в том числе срабатывания сигнализации при возникновении недостоверности ТИ и ТС.

А.3.2.2 Система контроля параметров электроэнергетического режима должна обеспечивать возможность измерения и визуализации напряжений во всех узлах тестовой модели энергосистемы, токов и перетоков активной мощности в ветвях тестовой модели энергосистемы.

А.3.2.3 Система регистрации параметров электроэнергетического режима должна обеспечивать одновременную синхронизированную по времени регистрацию следующих параметров:

- активной и реактивной мощности генераторов $Г_1$ [$P_{Г1}$, $Q_{Г1}$], $Г_2$ [$P_{Г2}$, $Q_{Г2}$] и системы [$P_{ШБМ}$, $Q_{ШБМ}$];
- тока в ЛЭП [$I_{ЛЭП}$] и генераторах $Г_1$ [$I_{Г1}$], $Г_2$ [$I_{Г2}$];
- напряжения фаз А, В, С на шинах 20 кВ электростанции [$U_{ЭС}$] и ШБМ [$U_{ШБМ}$];
- частоты на шинах 20 кВ электростанции [$f_{ЭС}$] и ШБМ [$f_{ШБМ}$];

- обмен ТИ и ТС между устройством АОПЧ и имитатором в том числе, и возникновение недостоверности ТИ и ТС.

А.3.2.4 Система регистрации параметров электроэнергетического режима должна обеспечивать:

- измерение и запись параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 1 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима в течение не менее 30 с в формате COMTRADE (см. [3]).

А.3.3 Подготовка ПАК РВ и подключение устройства АОПЧ

А.3.3.1 ПАК РВ должен быть подготовлен для проверки работы устройства АОПЧ в соответствии с заданными параметрами срабатывания с регламентируемой точностью и проверки корректности функционирования устройства АОПЧ:

- при снятии или подаче питания;
- возникновении неисправности в цепях оперативного тока;
- неисправностях цепей напряжения;
- неисправностях цепей тока (при их наличии);
- потере цепей напряжения;
- восстановлении работоспособности устройства после перерыва питания;
- аварийных режимах, не приводящих к недопустимому повышению частоты;
- аварийных режимах, приводящих к недопустимому повышению частоты.

А.3.3.2 ПАК РВ должен обеспечивать возможность одновременного подключения, не менее:

- восьми аналоговых каналов по напряжению на выход;
- четырех аналоговых каналов по току на выход;
- шести дискретных каналов на выход;
- шести дискретных каналов на вход.

А.3.3.3 Подключение устройств АОПЧ к ПАК РВ должно осуществляться в соответствии с документацией завода — изготовителя устройства АОПЧ. Подключение должно обеспечить адекватное функционирование устройств АОПЧ при выполнении всех опытов программы испытаний.

А.4 Проведение испытаний

А.4.1 Испытания устройства АОПЧ проводят в соответствии с программой испытаний, разработанной организацией, осуществляющей испытания.

А.4.2 Испытания устройства АОПЧ проводят в виде опытов. В ходе опытов устройство АОПЧ должно функционировать в соответствии с заданными параметрами срабатывания с регламентируемой точностью.

А.4.3 При проведении испытаний срабатывание ступеней устройства АОПЧ должно фиксироваться, но не должно приводить к отключению присоединений или реализации иных управляющих воздействий.

А.4.4 Программа испытаний должна включать типовые опыты, приведенные в таблице А.8, выполняемые для подтверждения:

- отсутствия срабатывания устройства при снятии или подаче питания;
- отсутствия срабатывания устройства при возникновении неисправности в цепях оперативного тока (при их наличии);
- отсутствия срабатывания устройства при неисправностях цепей напряжения или потере цепей напряжения;
- отсутствия срабатывания устройства при аварийных режимах, не приводящих к недопустимому повышению частоты;
- восстановления работоспособности устройства с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания;
- срабатывания устройства с заданными уставками и точностью при аварийных режимах, приводящих к недопустимому повышению частоты.

Типовые опыты для проведения испытаний, приведенные в таблице А.8, соответствуют как устройствам АОПЧ с измерительными органами по частоте, так и устройствам АОПЧ с измерительными органами по частоте и по скорости повышения частоты.

А.4.5 Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства АОПЧ.

А.4.6 Проверку работы устройств АОПЧ осуществляют путем реализации в тестовой модели энергосистемы возмущений и воспроизведений COMTRADE-файлов.

А.4.7 Число опытов может быть сокращено, если опыты 2.1, 2.2 (см. таблицу А.8) проводились в ходе заводских испытаний и подтверждены соответствующими протоколами испытаний.

А.4.8 Настройка испытуемого устройства АОПЧ должна быть выполнена в соответствии с параметрами тестовой модели энергосистемы и представленными параметрами настройки устройства АОПЧ для тестовой модели энергосистемы.

А.4.9 Все опыты, предусмотренные в программе испытаний, должны быть выполнены при неизменных параметрах настройки устройства АОПЧ.

При выявлении в процессе проведения испытаний необходимости корректировки выбранных параметров настройки устройства АОПЧ (отсутствие положительных результатов опытов) допустимо осуществить корректировку параметров настройки испытуемого устройства АОПЧ. В указанном случае все опыты, предусмотренные программой испытаний, должны быть выполнены повторно с измененными параметрами настройки устройства АОПЧ.

При проведении опытов 9.1 и 9.2 (см. таблицу А.8) допускается изменение уставок устройства АОПЧ по частоте и скорости изменения частоты, требуемые для проведения испытаний.

А.4.10 Регистрацию параметров электроэнергетического режима необходимо выполнять для каждого опыта.

А.4.11 По умолчанию оперативно выбрана автоматическая фиксация состояния ТС из ДЦ.

Таблица А.8 — Типовые опыты для проведения испытаний устройств АОПЧ

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка восстановления работоспособности с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания	1	Нормальный режим	Отключение оперативного питания и после выдержки времени, равной 60 с, в течение которой происходит повышение частоты в энергосистеме до уставок срабатывания первой и второй ступеней АОПЧ, включение питания	—	Восстановление работоспособности после перерыва питания. Срабатывание устройства с заданными уставками и алгоритмом функционирования после восстановления работоспособности
Проверка отсутствия срабатывания при возникновении неисправности в цепях оперативного тока	2.1	Нормальный режим	Замыкание клеммы питания «+» устройства на землю	—	Отсутствие срабатывания
	2.2	Нормальный режим	Замыкание клеммы питания «—» устройства на землю	—	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей напряжения	3.1	Нормальный режим	Отключение фазы А вторичных цепей $ТН_1$	—	Отсутствие срабатывания
	3.2	Нормальный режим	Отключение фаз А и В вторичных цепей $ТН_1$	—	Отсутствие срабатывания
	3.3	Нормальный режим	Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток $ТН_1$, соединенных «звездой»	—	Отсутствие срабатывания
	3.4	Нормальный режим	Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток $ТН_1$, соединенных «треугольником»	—	Отсутствие срабатывания
	3.5	Нормальный режим	Замыкание фазы А вторичной цепи от $ТН_1$ на корпус (землю)	—	Отсутствие срабатывания
	3.6	Нормальный режим	Замыкание фаз А и В вторичной цепи от $ТН_1$ на корпус (землю)	—	Отсутствие срабатывания
	3.7	Нормальный режим	Смена фаз А и В вторичной цепи от $ТН_1$	—	Отсутствие срабатывания
	3.8	Нормальный режим	Отключение нулевого вывода обмоток $ТН_1$, соединенных «звездой»	—	Отсутствие срабатывания

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка отсутствия срабатывания при перезагрузке	4	Нормальный режим	Перезагрузка устройства (с помощью кнопки на устройстве, тумблера и т. д.)	—	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при изменении уставок	5	Нормальный режим	Изменение уставок в устройстве АОПЧ	—	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	6.1	Нормальный режим	Нормальный режим	—	Отсутствие срабатывания
	6.2	Нормальный режим	Отключение выключателя $В_5$ (отключение нагрузки $Н_2$)	—	Отсутствие срабатывания
	6.3	Нормальный режим	Отключение выключателя $В_6$ (отключение нагрузки $Н_1$)	—	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания устройства при аварийных режимах, не приводящих к недопустимому повышению частоты	7.1	Увеличение нагрузки $Н_1$	Отключение выключателя $В_6$ (отключение нагрузки $Н_1$)	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания
	7.2	Нормальный режим	3-ф КЗ на нагрузке $Н_2$ вблизи выключателя $В_5$ с успешным АПВ	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания
	7.3	Нормальный режим	1-ф КЗ на нагрузке $Н_2$ вблизи выключателя В5 с успешным однофазным АПВ	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания
	7.4	Нормальный режим	3-ф КЗ рядом с шинами 330 кВ $Т_1$	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания
	7.5	Нормальный режим	2-ф КЗ на землю рядом с шинами 330 кВ $Т_1$	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка отсутствия срабатывания устройства при аварийных режимах, не приводящих к недопустимому повышению частоты	7.6	Нормальный режим	1-ф КЗ рядом с шинами 330 кВ $Т_1$	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания
	7.7	Нормальный режим	Отключение выключателя $В_3$ и последующее несинхронное включение	Затухающие синхронные качания с увеличением частоты до 50,5 Гц	Отсутствие срабатывания
Проверка срабатывания при аварийных режимах, приводящих к избытку активной мощности и недопустимому повышению частоты	8.1	Нормальный режим	Отключение выключателя $В_4$	Повышение частоты до уставок срабатывания первой ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.2	Уменьшение нагрузки $Н_1$ и $Н_2$	Отключение выключателя $В_4$	Повышение частоты до уставок срабатывания первой ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.3	Нормальный режим	Отключение выключателя $В_3$	Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.4	Нормальный режим	3-ф КЗ На ЛЭП вблизи выключателя $В_4$ с неуспешным АПВ	Повышение частоты до уставок срабатывания первой ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.5	Нормальный режим	1-ф КЗ на ЛЭП вблизи выключателя $В_4$ с неуспешным однофазным АПВ	Повышение частоты до уставок срабатывания первой ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка срабатывания при аварийных режимах, приводящих к избытку активной мощности и недопустимому повышению частоты	8.6	Нормальный режим	3-ф КЗ на ЛЭП рядом с выключателем $В_3$ с неуспешным АПВ	Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.7	Нормальный режим	2-ф КЗ на землю на ЛЭП рядом с выключателем $В_3$ с неуспешным АПВ	Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.8	Нормальный режим	1-ф КЗ на ЛЭП рядом с выключателем $В_3$ с неуспешным однофазным АПВ	Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.9	Нормальный режим	Отключение выключателя $В_3$ с одновременным отключением одного из ТН АОПЧ (работа от одного ТН)	Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.10	Нормальный режим	1-ф КЗ на ЛЭП рядом с выключателем $В_3$ с неуспешным однофазным АПВ, при отключении одного из ТН АОПЧ (работа от одного ТН)	Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ	Срабатывание устройства
	8.11	COMTRADE-файл*	COMTRADE-файл. Отделение электростанции с небалансом 134 МВт и работой устройства АОПЧ	Повышение частоты до 52 Гц	Срабатывание устройства
	8.12	COMTRADE-файл*	COMTRADE-файл. Отделение электростанции с небалансом 240 МВт и работой устройства АОПЧ	Повышение частоты до 52,5 Гц	Срабатывание устройства

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка срабатывания при аварийных режимах, приводящих к избытку активной мощности и недопустимому повышению частоты	8.13	COMTRADE-файл*	COMTRADE-файл. Отделение электростанции с небалансом 345 МВт и работой устройства АОПЧ	Повышение частоты до 53 Гц	Срабатывание устройства
	8.14	COMTRADE-файл*	COMTRADE-файл. Отделение электростанции с небалансом 500 МВт и работой устройства АОПЧ	Повышение частоты до 54 Гц	Срабатывание устройства
Проверка требуемого времени срабатывания измерительных органов по частоте и по скорости повышения частоты	9.1	Генератор переменного синусоидального напряжения с регулируемой частотой. Изменение уставки по частоте второй ступени устройства АОПЧ на 53,0 Гц	Монотонное изменение частоты синусоидального напряжения от 50,0 Гц до 61,0 Гц со скоростью 0,5 Гц/с	Повышение частоты до 61 Гц	Срабатывание устройства. Время срабатывания измерительного органа частоты первой и второй ступеней не превышает 100 мс
	9.2	Генератор переменного синусоидального напряжения с регулируемой частотой. Изменение уставки по скорости изменения частоты на 0,5 Гц/с	Монотонное изменение частоты синусоидального напряжения от 50,0 Гц до 61,0 Гц со скоростью 0,6 Гц/с	Повышение частоты до 61 Гц	Срабатывание устройства. Время срабатывания измерительного органа частоты первой и второй ступеней не превышает 100 мс. Время срабатывания измерительного органа по скорости повышения частоты третьей ступени не превышает 250 мс

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6][1)]	10.1	Нормальный режим. Настроены прием в АОПЧ и периодическая передача в ДЦ (один раз в 1 с) значений ежесекундного счетчика	Выдавать от имитатора значения ежесекундного счетчика от 0 до 60 с. Перезагрузка устройства		В имитаторе фиксируется периодическое получение значений ежесекундного счетчика. После перезагрузки устройства восстановление периодического получения значений ежесекундного счетчика
	10.2	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ	Выдать от имитатора ТС ремонта $В_6$. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		Срабатывание второй ступени АОПЧ (первая ступень АОПЧ выведена из работы в связи с наличием ТС ремонта $В_6$)
	10.3	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ	Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		Срабатывание первой ступени АОПЧ (вторая ступень АОПЧ выведена из работы в связи со снижением генерации активной мощности Г-1 ниже 290 МВт)
	10.4	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ	Неисправен первый канал. Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		Срабатывание первой ступени АОПЧ (вторая ступень АОПЧ выведена из работы в связи со снижением генерации активной мощности Г-1 ниже 290 МВт)
	10.5	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ	Неисправен второй канал. Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		Срабатывание первой ступени АОПЧ (вторая ступень АОПЧ выведена из работы в связи со снижением генерации активной мощности Г-1 ниже 290 МВт)

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

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6]	10.6	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТИ задан переход на последнее достоверное значение	Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1 по обоим каналам за пределами физических границ, заданных для данного ТИ в АОПЧ. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТИ величины генерации активной мощности Г-1 и осуществлен переход на последнее достоверное ТИ, выдан ТС о недостоверности ТИ, предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ. Срабатывание первой ступени АОПЧ
	10.7	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТИ задан переход на заранее заданные в АОПЧ значения.	Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1 по обоим каналам за пределами физических границ, заданных для данного ТИ в АОПЧ, в течение времени, достаточного для перехода АОПЧ на функционирование без использования значений данного ТИ от имитатора. Через указанное время отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТИ величины генерации активной мощности Г-1 и через заданную выдержку времени осуществлен переход на заранее заданные в АОПЧ значения, выдан ТС о недостоверности ТИ, предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ. Срабатывание первой и второй ступеней АОПЧ
	10.8	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТИ задан переход на последнее достоверное значение	Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1 с различием по двум каналам более допустимой величины. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТИ величины генерации активной мощности Г-1 и осуществлен переход на последнее достоверное ТИ, выдан ТС о недостоверности ТИ, предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ. Срабатывание первой ступени АОПЧ

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6]	10.9	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТИ задан переход на последнее достоверное значение	Выдать от имитатора ТИ величины генерации активной мощности Г-1 с признаком недостоверности. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТИ и осуществлен переход на последнее достоверное ТИ, выдан ТС о недостоверности ТИ, предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ. Срабатывание первой ступени АОПЧ
	10.10	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 285 МВт. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТИ задан переход на последнее достоверное значение	В АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1 по обоим каналам неизменяющееся в течение времени, достаточного для перехода АОПЧ на последнее достоверное значение. Через указанное время отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТИ величины генерации активной мощности Г-1 и осуществлен переход на последнее достоверное ТИ, выдан ТС о недостоверности ТИ, предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ. Срабатывание первой ступени АОПЧ
	10.11	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТИ величины генерации активной мощности Г-1, равное 300 МВт и ТС включенного состояния $В_6$. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТИ и ТС задан переход на последнее достоверное значение	Фиксируется неисправность обоих каналов связи с ДЦ. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТИ величины генерации активной мощности Г-1, ТС состояния $В_6$ и осуществлен переход на последнее достоверное ТИ и ТС, выдан ТС о недостоверности ТИ и ТС, предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ и ТС. Срабатывание первой и второй ступеней АОПЧ

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6]	10.12	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТС ремонта $В_6$. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТС задан переход на последнее достоверное значение ТС	В АОПЧ поступает ТС ремонта $В_6$ по обоим каналам с признаком недостоверности. Отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТС ремонта В-6 и осуществлен переход на последнее достоверное ТС, выдан ТС о недостоверности ТС, предупредительная сигнализация о недостоверности ТС. Срабатывание второй ступени АОПЧ
	10.13	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТС ремонта $В_6$. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТС задан переход на заранее заданные в АОПЧ значения	В АОПЧ поступает ТС ремонта $В_6$ по обоим каналам с признаком недостоверности в течение времени, достаточного для перехода на функционирование без использования ТС от имитатора. Через указанное время отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ Восстановление достоверности ТС		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТС ремонта В-6 и через заданную выдержку времени осуществлен переход на заранее заданные в АОПЧ значения, выдан ТС о недостоверности ТС, предупредительная сигнализация о недостоверности ТС. Срабатывание первой и второй ступеней АОПЧ. После восстановления достоверности ТС первая ступень АОПЧ выводится из работы
	10.14	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройство АОПЧ поступает ТС ремонта $В_6$. В АОПЧ при недостоверности поступающих ТС задан переход на заранее заданные в АОПЧ значения	В АОПЧ поступает ТС ремонта $В_6$ по обоим каналам, не обновляющийся в течение времени, достаточного для перехода АОПЧ в течение времени, достаточного для перехода на функционирование без использования ТС от имитатора. Через указанное время отключение выключателя $В_3$. Повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В АОПЧ зафиксирована недостоверность ТС ремонта В-6 и через заданную выдержку времени осуществлен переход на заранее заданные в АОПЧ значения, выдан ТС о недостоверности ТС, предупредительная сигнализация о недостоверности ТС. Срабатывание первой и второй ступеней АОПЧ

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6]	10.15	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. Выдержки времени перехода на заранее заданное значение ТМИ при ее недостоверности могут быть изменены. При недостоверности поступающих ТИ, ТС задан переход на заранее заданные в АОПЧ значения. 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» При выявлении недостоверности ТИ и ТС заданы выдержки времени функционирования с использованием последних достоверных значений: - при фиксации недостоверности ТИ1 t = 1 с; - при фиксации недостоверности ТИ2 t = 2 с; - при фиксации недостоверности ТС1 t = 1 с;	1. В АОПЧ поступает ТИ1. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТИ1. Возврат к исходному режиму. 2. В АОПЧ поступает ТИ2. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТИ2. Возврат к исходному режиму. 3. В АОПЧ поступает ТС1. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТС1. Возврат к режиму.		1. При фиксации недостоверности ТИ1 выдача ТС о недостоверности ТИ1, предупредительная сигнализация о недостоверности. Через 1 с АОПЧ переходит на заранее заданное значение для ТИ1. При этом появляется предупредительная сигнализация. 2. При фиксации недостоверности ТИ2 выдача ТС о недостоверности ТИ2, предупредительная сигнализация о недостоверности. Через 2 с АОПЧ переходит на заранее заданное значение для ТИ2. При этом появляется предупредительная сигнализация. 3. При фиксации недостоверности ТС1 выдача ТС о недостоверности ТС1, предупредительная сигнализация о недостоверности. Через 1 с АОПЧ переходит на заранее заданное значение для ТС1. При этом появляется предупредительная сигнализация.

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6]		- при фиксации недостоверности ТС2 t = 2 с	4. В АОПЧ поступает ТС2. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТС2. Возврат к исходному режиму. 5. ТИ1, ТИ2, ТС1, ТС2 присваивается код качества «ручной ввод».		4. При фиксации недостоверности ТС2 выдача ТС о недостоверности ТС2, предупредительная сигнализация о недостоверности. Через 2 с АОПЧ переходит на заранее заданное значение для ТС2. При этом появляется предупредительная сигнализация. 5. В устройстве АОПЧ при получении кода качества «ручной ввод» ТИ1 и ТС1 фиксируются недостоверными, ТИ2 и ТС2 продолжают считаться достоверными. При фиксации недостоверности ТИ1 и ТС1 выдача ТС о недостоверности ТИ1 и ТС1, предупредительная сигнализация о недостоверности. Через 1 с АОПЧ переходит на заранее заданное значение для ТИ1 и ТС1. При фиксации недостоверности ТИ2 и ТС2 выдача ТС о недостоверности ТИ2 и ТС2, предупредительная сигнализация о недостоверности. Через 2 с АОПЧ переходит на заранее заданное значение для ТИ2 и ТС2

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка обмена ТИ и ТС между ДЦ и устройством АОПЧ по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и GOOSE, MMS [6]	10.16	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. В устройстве АОПЧ ключ (логический ключ) ТС1 переведен из автоматической фиксации состояния ТС в ручное управление состоянием ТС с фиксацией положения ТС1 «ремонт $В_6$» (выведена первая ступень АОПЧ)	В АОПЧ от имитатора поступает ТС1 в состоянии «включенное состояние $В_6$» по обоим каналам. Далее отключение выключателя В3 и повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		В связи с наличием ключа (логического ключа) ТС в состоянии ручного управления в положении ТС1 «ремонт $В_6$», в АОПЧ выведена первая ступень. Срабатывание второй ступени АОПЧ
	10.17	Нормальный режим. Настроен обмен ТМИ между АОПЧ и ДЦ. Устройство АОПЧ получает ТС1 в состоянии «ремонт $В_6$» от имитатора (выведена первая ступень). При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АОПЧ задано использование последнего достоверного значения ТС	1. В АОПЧ от имитатора поступает ТС1 по обоим каналам с признаком недостоверности в течение времени, достаточного для перехода на функционирование без использования ТС от имитатора. В устройстве АОПЧ ключом (логическим ключом) производится перевод из автоматической фиксации состояния ТС в ручное управление ТС1 в положение «включенное состояние $В_6$» (введены первая и вторая ступени АОПЧ). Далее отключение выключателя $В_3$ и повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ. 2. Включение выключателя $В_3$, Восстановление частоты 50 Гц. 3. Восстановление достоверности ТС1 в состоянии «ремонт $В_6$» по обоим каналам от имитатора. Перевод в устройстве АОПЧ ключа (логического ключа) в положение автоматической фиксации состояния ТС. Далее отключение выключателя $В_3$ и повышение частоты до уставок срабатывания второй ступени устройства АОПЧ		1. При фиксации недостоверности ТС1 выдача ТС о недостоверности ТС1, предупредительная сигнализация о недостоверности, использование последнего достоверного значения. После перевода ключом (логическим ключом) в ручное управления ТС1 в положение «включенное состояние $В_6$», в АОПЧ вводится в работу первая ступень. Срабатывание первой и второй ступеней АОПЧ. 2. После восстановления достоверности ТС1 от имитатора и перевода ключа (логического ключа) в положение автоматической фиксации ТС в АОПЧ выводится из работы первая ступень. Срабатывание второй ступени АОПЧ

Окончание таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Предшествующий режим	Испытания	Характер переходного процесса	Корректное действие устройства АОПЧ
Проверка требований к регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий	11.1	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. Экспортировать осциллограммы в формат COMTRADE и проверить 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 (ПК) по всем проведенным опытам. Соответствие содержания журнала событий в устройстве и на ПК программе испытаний. Суммарная длительность осциллограмм не менее 300 с. Соответствие длительности записей доаварийных, послеаварийных режимов и максимальной длительности регистрации одного события в осциллограммах выставленным уставкам встроенного осциллографа. Соответствие осциллограмм в формате COMTRADE требованиям ГОСТ Р 58601 в части: - требований к наименованию файлов осциллограмм аварийных событий; - требований к наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файлах осциллограмм аварийных событий; - требований к файлу заголовка (исключая требование о включении в файл перечня дискретных сигналов, изменявших свое состояние за время аварийного режима записи); - требований к файлу информации; - требований к файлу конфигурации		Проверка требований к регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий
* COMTRADE-файл предоставляется субъектом оперативно диспетчерского управления.					

А.5 Анализ результатов испытаний

А.5.1 При проведении испытаний устройств АОПЧ с измерительными органами по частоте корректность функционирования устройства АОПЧ проверяют путем анализа срабатывания/несрабатывания ступеней с уставками по частоте.

При проведении испытаний устройств АОПЧ с измерительными органами по частоте и по скорости повышения частоты корректность функционирования устройства АОПЧ проверяют путем анализа срабатывания/несрабатывания ступеней с уставками по частоте и с уставками по скорости повышения частоты.

А.5.2 Результаты испытаний считают положительными, а устройство АОПЧ — прошедшим испытания при одновременном выполнении следующих условий:

а) отсутствие срабатывания устройства АОПЧ при неисправностях цепей напряжения и потере напряжения, а также при включении/отключении оперативного питания, перезагрузке устройства;

б) восстановление работоспособности устройства АОПЧ с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания;

в) отсутствие срабатывания устройства АОПЧ в допустимых нагрузочных или устойчивых переходных режимах без повышения частоты;

г) отсутствие срабатывания устройства АОПЧ при аварийных режимах, не приводящих к недопустимому повышению частоты;

д) срабатывание всех ступеней устройства АОПЧ с заданными уставками и точностью при аварийных режимах, приводящих к недопустимому повышению частоты;

е) правильная работа устройства АОПЧ в каждом из опытов в соответствии с заданными уставками и точностью.

А.5.3 Устройство АОПЧ считают не прошедшим испытания, если хотя бы в одном из опытов оно работало неправильно.

Библиография

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

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

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

[4] 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)

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

[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, повышение частоты, скорость повышения частоты, энергосистема, автоматика ограничения повышения частоты

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 16.12.2025. Подписано в печать 13.01.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,72.

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