ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59234— 2025

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматики разгрузки при перегрузке по мощности. 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 26 сентября 2025 г. № 1115-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 59234—2020

*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 разгрузки при перегрузке по мощности 4
5 Требования к испытаниям устройств автоматики разгрузки при перегрузке по мощности 9
Приложение А (обязательное) Методика проведения испытаний устройств автоматики разгрузки при перегрузке по мощности 12
Библиография 45

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 разгрузки при перегрузке по мощности. Нормы и требования

United power system and isolated power systems.
Relay protection and automation.
Automatic emergency control of electric power systems. Automatic unloading devices in case of power overload.
Norms and requirements

Дата введения — 2025—11—15

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает:

- основные требования к микропроцессорным устройствам автоматики разгрузки при перегрузке по мощности (далее соответственно — АРПМ, устройства АРПМ), в том числе микропроцессорным устройствам релейной защиты и автоматики (далее — РЗА) в части реализации функции АРПМ;
- порядок и методику проведения испытаний устройств АРПМ 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 АРПМ, проектных и научно-исследовательских организаций.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для применения при выборе и приобретении устройств РЗА, устанавливаемых на объектах электроэнергетики, 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 АРПМ, указанных в 1.4.

1.4 Требования настоящего стандарта распространяются на вновь устанавливаемые на объектах электроэнергетики устройства АРПМ, а также на существующие устройства АРПМ 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 АРПМ 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 противоаварийной автоматики, согласованной и утвержденной в установленном порядке до вступления в силу настоящего стандарта.

Для указанных устройств АРПМ 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 АРПМ.

Примечание — Под технической возможностью понимают совпадение типа (марки) модернизируемого устройства АРПМ с типом (маркой) устройства АРПМ, 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, изоляции, пожаробезопасности, электробезопасности, информационной безопасности устройств АРПМ, оперативному и техническому обслуживанию устройств АРПМ.

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 57114, ГОСТ Р 55105, ГОСТ Р 72037, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **устройство автоматики разгрузки при перегрузке по мощности;** устройство АРПМ: Микропроцессорное устройство противоаварийной автоматики, реализующее функцию АРПМ, как выполненное в виде отдельного устройства противоаварийной автоматики, так и в виде микропроцессорного устройства РЗА, в котором реализована функция АРПМ.

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

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

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

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

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АРВ — автоматический регулятор возбуждения;
АРМ — автоматизированное рабочее место;
АРПМ — автоматика разгрузки при перегрузке по мощности;
АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическими процессами объекта электроэнергетики;
ГИС — генератор испытательных сигналов;
ДП СМЗУ — величина допустимого перетока активной мощности, рассчитанная системой мониторинга запасов устойчивости;
ДМ — датчик мощности;
ДЦ — диспетчерский центр субъекта оперативно-диспетчерского управления;
КЗ — короткое замыкание;
ЛЭП — линия электропередачи;
ПАК РВ — программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени;
ПС — подстанция;
РЗА — релейная защита и автоматика;
СМЗУ — система мониторинга запасов устойчивости;
ССПИ — система сбора и передачи информации;
СФС — сигнал фиксации состояния;
ТИ — телеизмерение;
ТМИ — доаварийная телеметрическая информация;
ТН — трансформатор напряжения;
ТС — телесигнал;
ТТ — трансформатор тока;
ТЭС — тепловая электростанция;
ФРЛ — фиксация ремонта линии (электропередачи);

УВ — управляющее воздействие;
1PPS — (Pulse-per-second signal) сигнал синхронизации времени «один импульс в секунду»;
IRIG-B — протокол синхронизации времени с использованием выделенных линий связи;
NTP/SNTP — (Network Time Protocol/Simple Network Time Protocol) сетевой протокол синхронизации/простой сетевой протокол синхронизации);
UTC(SU) — (Coordinated Universal Time (Soviet Union)) национальная шкала координированного времени Российской Федерации.

4 Требования к устройствам автоматики разгрузки при перегрузке по мощности

4.1 Устройства АРПМ предназначены для ликвидации перегрузки сечения электрической сети по активной мощности.

4.2 В соответствии с принципами организации автоматической разгрузки при перегрузке по мощности, в зависимости от пускового фактора, использованного в устройстве, устройства АРПМ могут быть одного из следующих видов:

- устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности;
- устройство АРПМ с пусковым органом по фазовому углу.

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

4.3 Допускается совмещение в одном устройстве АРПМ с пусковым органом по фазовому углу и АРПМ с пусковым органом по активной мощности.

4.4 Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности (по фазовому углу) должно обеспечивать:

- срабатывание при выявлении превышения величиной перетока активной мощности по элементам, входящим в сечение электрической сети (фазовым углом между векторами напряжения в узлах энергосистемы) заданной величины;
- выдачу УВ через заданную выдержку времени;
- отсутствие выдачи УВ при КЗ и последующих затухающих синхронных качаниях;
- отсутствие выдачи УВ при недостоверности значения активной мощности по линии электропередачи (оборудованию) или фазы вектора напряжения, полученного в месте установки устройства АРПМ или от удаленных объектов электроэнергетики (телеизмерение) и использующегося в качестве пускового фактора (далее — замер), и отсутствии условий для срабатывания;
- отсутствие выдачи УВ при недостоверности ТМИ (включая доаварийные ТИ, ДП СМЗУ, ТС, полученные с других объектов электроэнергетики или из ДЦ в соответствии с ГОСТ Р 72037) и отсутствии условий для срабатывания.

4.5 Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно обеспечивать возможность задания не менее двух ступеней с контролем величины перетока активной мощности. При этом для каждой ступени должна быть предусмотрена возможность задания нескольких выдержек времени на срабатывание.

4.6 В устройстве АРПМ должна быть предусмотрена возможность задания не менее трех групп уставок.

4.7 В устройстве АРПМ должна быть предусмотрена возможность:

- оперативного ввода/вывода функции АРПМ (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АРПМ);
- оперативного изменения группы уставок;
- ввода/вывода каждой ступени АРПМ;
- ввода/вывода каждого УВ;
- оперативного выбора ручного изменения уставок (групп уставок) или автоматического изменения уставок (групп уставок) по сигналу от отдельного устройства (в том числе при фиксации ремонта ЛЭП, сетевого или генерирующего оборудования);

- оперативного выбора работы устройства АРПМ с заранее заданными уставками по активной мощности (далее — автономный режим работы) или с использованием ДП СМЗУ (далее — адаптивный режим работы);

- оперативного выбора ручной или автоматической (с использованием ТМИ) фиксации состояния ТС (для каждого ТС).

4.8 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность использования:

- не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием замеров и обмен ТМИ;

- не менее двух аналоговых входов постоянного тока (4—20 мА), обеспечивающих прием замеров.

4.9 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность автоматической фиксации поступающих на вход устройства замеров или ТМИ как недостоверных в следующих случаях:

- различие замеров/ТМИ, получаемых по двум каналам, превышает заданную величину в течение заданного времени;

- замер/ТМИ (в части ТИ) находится за пределами физических границ в течение заданного времени;

- замер/ТМИ получены с признаком(ами) недостоверности;

- неисправен канал ввода, по которому поступает замер/ТМИ (недостоверность должна присваиваться информации, поступающей по данному каналу ввода);

- замер/ТМИ (в части ТИ) не изменяется в течение заданного времени на заданную величину;

- замер/ТМИ (в части ТС) не обновляется в течение заданного времени;

- наличие сигнала о неисправности ДМ или оборудования ССПИ;

- отсутствие сигнала от ДМ или оборудования ССПИ (потеря замера);

- неисправность цепей напряжения в месте установки устройства АРПМ при непосредственном и прямом измерении напряжения;

- отличие ТМИ (в части ТИ) от предыдущего полученного значения, превышающее заданную величину;

- ТИ ДП СМЗУ меньше величины перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса.

При этом должна формироваться предупредительная сигнализация.

4.10 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания величины запаса, на которую ДП СМЗУ должна превышать величину перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП).

4.11 При выявлении недостоверности по обоим каналам хотя бы одного замера, поступающего на вход устройства АРПМ, устройство АРПМ должно блокироваться.

При этом должны формироваться:

- ТС о блокировке устройства АРПМ по причине недостоверности замера;

- предупредительная сигнализация.

4.12 При выявлении поступления на вход устройства АРПМ всех достоверных замеров устройство АРПМ должно обеспечивать возможность сохранять работоспособность с заданными уставками и алгоритмом функционирования.

4.13 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность обмена ТМИ по протоколам [3] и GOOSE, MMS [4].

4.14 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность обмена ТМИ по двум каналам связи.

4.15 При автоматической фиксации ТМИ (за исключением ДП СМЗУ), как недостоверной по обоим каналам, устройство АРПМ должно обеспечивать возможность функционирования в течение заданного времени с использованием последнего принятого достоверного значения. Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 3600 с.

При этом должны формироваться:

- ТС о недостоверности соответствующего ТИ или ТС;

- предупредительная сигнализация.

4.16 При отсутствии поступления в устройство АРПМ достоверной ТМИ (за исключением ДП СМЗУ) по обоим каналам в течение указанного в 4.15 времени устройство АРПМ должно обеспечивать возможность:

- перехода на функционирование без использования ТМИ. При этом устройство АРПМ 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, зафиксированную недостоверной.

При этом должны формироваться:

- ТС о неиспользовании соответствующей ТМИ по причине ее недостоверности;
- предупредительная сигнализация.

При выявлении поступления на вход устройства АРПМ достоверной ТМИ, устройство АРПМ должно обеспечивать возможность функционирования с использованием достоверной ТМИ.

4.17 При автоматической фиксации ТС, как недостоверного по обоим каналам, устройство АРПМ 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.

4.18 При фиксации ТИ ДП СМЗУ, как недостоверного, устройство АРПМ должно обеспечивать возможность функционирования с уставкой, определенной с использованием последнего достоверного ДП СМЗУ, в течение заданного времени. Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 3600 с.

При этом должны формироваться:

- ТС недостоверности ТИ ДП СМЗУ;
- предупредительная сигнализация о недостоверности ТИ ДП СМЗУ.

4.19 При отсутствии поступления в устройство АРПМ достоверной ДП СМЗУ в течение указанного в 4.18 времени устройство АРПМ должно обеспечивать возможность перехода в автономный режим работы при выполнении условия, что заранее заданная уставка по активной мощности превышает в течение заданного времени величину перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса. Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 60 с.

При невыполнении данного условия устройство АРПМ должно функционировать с уставкой, определенной с использованием последней достоверной ДП СМЗУ.

При этом при переходе в автономный режим должны:

- сниматься ТС работы АРПМ в адаптивном режиме работы;
- формироваться предупредительная сигнализация.

4.20 Устройство АРПМ при поступлении из ДЦ ТС перевода АРПМ на автономную уставку (далее — ТС блокировки) должно обеспечивать возможность перехода через заданную выдержку времени в автономный режим работы без проверки превышения заранее заданной уставкой по активной мощности величины перетока в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса. Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 60 с.

При этом должны:

- сниматься ТС работы АРПМ в адаптивном режиме работы;
- сниматься ТС готовности АРПМ к работе в адаптивном режиме работы;
- формироваться ТС блокировки из ДЦ;
- формироваться предупредительная сигнализация.

4.21 Устройство АРПМ при поступлении из ДЦ ТС об отсутствии расчета СМЗУ должно обеспечивать возможность перехода через заданную выдержку времени в автономный режим работы при выполнении условия, что заранее заданная уставка по активной мощности превышает в течение заданного времени величину перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса. Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания указанного времени в диапазоне от 1 до 3600 с.

При невыполнении данного условия устройство АРПМ должно функционировать с уставкой, определенной с использованием последней достоверной ДП СМЗУ.

При этом при переходе в автономный режим работы должны:

- сниматься ТС работы АРПМ в адаптивном режиме работы;
- сниматься ТС готовности АРПМ к работе в адаптивном режиме;
- формироваться ТС об отсутствии расчета СМЗУ;
- формироваться предупредительная сигнализация.

4.22 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность формировать ТС готовности АРПМ к работе в адаптивном режиме работы при наличии совокупности следующих условий:

- оперативный выбор адаптивного режима работы;

- наличие информационного обмена с ДЦ;
- отсутствие ТС блокировки и ТС об отсутствии расчета СМЗУ из ДЦ.

4.23 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность формировать ТС работы АРПМ в адаптивном режиме при наличии совокупности следующих условий:

- оперативный выбор адаптивного режима работы;
- наличие информационного обмена с ДЦ;
- отсутствие ТС блокировки и ТС об отсутствии расчета СМЗУ из ДЦ;
- использование достоверного значения ДП СМЗУ.

ТС должен сниматься, когда устройство АРПМ переходит в автономный режим работы.

4.24 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность формировать отдельные ТС при:

- получении ДП СМЗУ ниже величины перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса;
- величине заранее заданной уставки по активной мощности для автономного режима работы АРПМ ниже величины перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса (ТС «Автономная уставка АРПМ не превышает переток в сечении»);
- отсутствии ДП СМЗУ и невозможности перейти на заранее заданную уставку по активной мощности для автономного режима работы устройства АРПМ.

При этом должна формироваться соответствующая сигнализация.

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

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

4.27 Устройство АРПМ 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.

4.28 В устройстве АРПМ с пусковым органом по активной мощности должна быть реализована возможность селективного срабатывания при реверсивных перетоках активной мощности (выдачи различных УВ при разных направлениях перетоков активной мощности).

4.29 В устройствах АРПМ с пусковым органом по активной мощности в качестве дополнительного условия пуска должна быть реализована возможность использования контроля снижения напряжения прямой последовательности ниже заданной уставки для обеспечения селективного срабатывания устройства, в том числе исключения срабатывания устройства АРПМ в нагрузочных режимах.

Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность задания шага уставок по напряжению прямой последовательности не более 0,1 В (вторичные величины).

При этом пуск выдержки времени АРПМ должен осуществляться после выполнения совокупности следующих условий:

- увеличение перетока активной мощности в контролируемом сечении АРПМ выше уставки по активной мощности;
- снижение напряжения ниже уставки по напряжению.

При использовании дополнительного условия пуска АРПМ по факту снижения напряжения прямой последовательности должна быть реализована блокировка, исключающая срабатывание устройства АРПМ в нагрузочных режимах в случае потери цепей напряжения.

4.30 Коэффициент возврата измерительных органов для устройства АРПМ должен быть не менее 0,99 для активной мощности и угла и не более 1,01 для напряжения.

4.31 После перерывов питания любой длительности и (или) перезагрузки устройство АРПМ должно восстанавливать работоспособность с заданными уставками и алгоритмом функционирования.

4.32 Устройство АРПМ 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 и глубины снижения напряжения оперативного тока;

- возникновении неисправностей в цепях напряжения или (и) тока;
- потере цепей напряжения;
- перезагрузке устройства;
- изменении уставок (групп уставок).

4.33 В устройстве АРПМ 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 0,5 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. [5]) с соблюдением 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.

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

4.35 В устройстве АРПМ 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 по [6], 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 АРПМ данные должны иметь метки шкалы времени государственного эталона частоты и времени Российской Федерации UTC (SU).

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

4.36 Устройство АРПМ должно обеспечивать возможность экспорта конфигурации и параметров настройки (уставок).

4.37 Документация на устройство АРПМ должна быть в электронном виде на русском языке и включать следующие документы:

4.37.1 Руководство по эксплуатации устройства АРПМ, 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).

4.37.2 Документацию по техническому обслуживанию устройства АРПМ, 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 [6] и, при необходимости, дополнительные объемы проверки, установленные производителем устройства АРПМ;

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

Примечание — Документацию по техническому обслуживанию, указанную в 4.37.2, допускается включать в состав руководства по эксплуатации устройства АРПМ.

4.37.3 Методику расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройства АРПМ, 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 АРПМ, условия выбора каждого параметра настройки (уставки) и алгоритма функционирования устройства АРПМ, типовые примеры их выбора.

5 Требования к испытаниям устройств автоматики разгрузки при перегрузке по мощности

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

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

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

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

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

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

5.3 Для АРПМ с пусковым органом по активной мощности испытания необходимо выполнять в объеме согласно таблице А.7.

5.4 Для АРПМ с пусковым органом по фазовому углу испытания необходимо выполнять в объеме согласно таблицам А.7 и А.8.

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

- быть оснащена соответствующей производственно-технической базой (техническими средствами), необходимой для проведения испытаний, включая математическую модель энергосистемы, созданную с применением ПАК РВ в составе тестовой схемы с характеристиками, требуемыми для проведения испытаний устройств АРПМ 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.

5.6 Указанные в 5.5 требования являются минимально необходимыми. В случаях, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации, или по решению производителя устройства АРПМ, собственника или иного законного владельца объекта электроэнергетики, на котором планируется к установке (установлено) устройство АРПМ, или иного лица, заинтересованного в проведении испытаний (далее — владелец устройства), к организации, осуществляющей испытания, могут предъявляться дополнительные требования.

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

Программа испытаний должна учитывать вид устройства АРПМ (устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности или устройство АРПМ с пусковым органом по фазовому углу).

5.8 Для проведения испытаний владельцем устройства АРПМ должны быть предоставлены следующие документы и информация:

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

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

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

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

5.12 Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- наименование и адрес производителя и владельца (если владелец не является производителем) устройства;
- наименование и адрес организации, проводившей испытания;
- номер и дату протокола испытаний, нумерацию каждой страницы протокола, а также общее количество страниц;
- дату (период) проведения испытаний;
- место проведения испытаний;
- перечень лиц, принявших участие в испытаниях;
- ссылку на 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 АРПМ (вид, тип, номинальные параметры, номер версии алгоритма функционирования и номер версии программного обеспечения, структурную схему алгоритма функционирования и ее описание с учетом внесенных при испытаниях изменений);
- описание тестовой модели энергосистемы, на которой проводились испытания;
- параметры ПАК РВ (тип, модель, заводской номер);
- параметры настройки (уставки) испытываемого устройства АРПМ 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, значения ТИ, а также информацию о внутренних вычисляемых переменных и сигналах, показания регистрирующих приборов, журналы срабатываний испытываемого устройства АРПМ и т. п.), достаточные для оценки правильности функционирования испытываемого устройства АРПМ в каждом из проведенных опытов;
- скорректированные параметры настройки устройства АРПМ (в случае если такие параметры были изменены по сравнению с первоначально выбранными параметрами настройки) с приложением обоснования корректировки;

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

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

Содержащиеся в протоколе испытаний выводы о соответствии или несоответствии проверяемых параметров устройства АРПМ 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 АРПМ и (или) алгоритма его функционирования требованиям настоящего стандарта в сослагательном наклонении или при условии реализации определенных мер.

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

5.15 Информация о результатах испытаний с указанием наименования, вида устройства АРПМ, его типа (марки) и номера версии алгоритма функционирования и номера версии программного обеспечения устройства АРПМ, в отношении которой проводились испытания (далее — информация о результатах испытаний), а также версии настоящего стандарта, на соответствие которой проводились испытания, 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 АРПМ, 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.

5.16 Информация о результатах испытаний, полученная субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в соответствии с 5.15, 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 разгрузки при перегрузке по мощности

А.1 Область применения методики

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

А.2 Этапы подготовки и проведения испытаний устройств АРПМ

А.2.1 Испытания устройств АРПМ 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 АРПМ требованиям настоящего стандарта организацией, осуществляющей испытания, должно быть обеспечено рассмотрение технической документации на устройство АРПМ, 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	4.37
2 Проверка требований к аппаратной части и наличия сервисных функций			
2.1 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	4.31
2.2 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 или (и) тока; - изменении уставок (групп уставок)	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 или (и) тока; - изменении уставок (групп уставок)	Наличие требуемого функционала	4.32

Продолжение таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
2.3 Проверка наличия:	Проверить по технической документации производителя наличие:	Наличие требуемого функционала	4.33
- функции внутренней регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий (осциллограмм);	- функции внутренней 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 0,5 с послеаварийного режима, с максимальной длительностью регистрации одного события не менее 10 с;		
- энергонезависимой памяти, обеспечивающей запись и хранение осциллограмм;	- энергонезависимой памяти, обеспечивающей запись и хранение осциллограмм суммарной длительностью не менее 300 с при максимальном объеме регистрируемых аналоговых и дискретных сигналов;		
- возможности экспорта осциллограмм в установленном формате в части требований:	- возможности экспорта осциллограмм в установленном формате (см. [5]) с учетом требований ГОСТ Р 58601 в части требований:		
- к наименованию файлов осциллограмм аварийных событий;	- к наименованию файлов осциллограмм аварийных событий;		
- наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файлах осциллограмм аварийных событий;	- наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файлах осциллограмм аварийных событий;		
- файлу заголовка;	- файлу заголовка (исключая требование о включении в файл перечня дискретных сигналов, изменявших свое состояние за время аварийного режима записи);		
- файлу информации;	- файлу информации;		
- файлу конфигурации;	- файлу конфигурации;		
- функции сохранения в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства	- функции сохранения в памяти данных регистрации (осциллограмм и журналов событий) при пропадании или плавном снижении питания устройства		

Продолжение таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
2.4 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	4.34
2.5 Проверка функции синхронизации времени	Проверить по технической документации производителя наличие функции синхронизации времени с глобальными навигационными системами и проставления в устройстве АРПМ всем зарегистрированным данным меток всемирного координированного времени	Наличие требуемого функционала	4.35
2.6 Проверка передачи информации о функционировании устройства в АСУ ТП 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	4.35
2.7 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	4.36
3 Общефункциональные проверки			
3.1 Проверка требования возможности задания не менее двух ступеней	Проверить по технической документации наличие возможности задания не менее двух ступеней с контролем величины перетока активной мощности, возможности задания для каждой ступени нескольких выдержек времени на срабатывание	Наличие требуемого функционала	4.5
3.2 Проверка требования к возможности задания не менее трех групп уставок	Проверить по технической документации производителя возможность задания не менее трех групп уставок	Наличие требуемого функционала	4.6
3.3 Проверка наличия в устройстве возможности: - оперативного ввода/вывода функции АРПМ (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АРПМ); - оперативного изменения группы уставок; - ввода/вывода каждой ступени АРПМ; - ввода/вывода каждого УВ	Проверить по технической документации производителя возможность: - оперативного ввода/вывода функции АРПМ (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АРПМ); - оперативного изменения группы уставок; - ввода/вывода каждой ступени АРПМ; - ввода/вывода каждого УВ	Наличие требуемого функционала	4.7

Продолжение таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
3.4 Проверка наличия в устройстве возможности использования: - не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием замеров и обмен ТМИ; - не менее двух аналоговых входов постоянного тока (4—20 мА), обеспечивающих прием замеров	Проверить по технической документации производителя возможность использования в устройстве: - не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием замеров и обмен ТМИ; - не менее двух аналоговых входов постоянного тока (4—20 мА), обеспечивающих прием замеров	Наличие требуемого функционала	4.8
3.5 Проверка наличия в устройстве возможности автоматической фиксации поступающих на вход устройства замеров или ТМИ как недостоверных в следующих случаях: - наличие сигнала о неисправности ДМ или оборудования ССПИ; - отсутствие сигнала от ДМ или оборудования ССПИ (потеря замера)	Проверить по технической документации производителя в устройстве возможности автоматической фиксации поступающих на вход устройства замеров или ТМИ как недостоверных в следующих случаях: - наличие сигнала о неисправности ДМ или оборудования ССПИ; - отсутствие сигнала от ДМ или оборудования ССПИ (потеря замера)	Наличие требуемого функционала	4.9
3.6 Проверка обеспечения возможности задания величины запаса, на которую ДП СМЗУ должна превышать величину перетока в контролируемом сечении (ЛЭП)	Проверить по технической документации производителя возможность задания величины запаса, на которую ДП СМЗУ должна превышать величину перетока в контролируемом сечении (ЛЭП)	Наличие требуемого функционала	4.10
3.7 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	4.15, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.25
3.8 Проверка наличия в устройстве возможности формировать отдельный ТС при отсутствии ДП СМЗУ и невозможности перейти на заранее заданную уставку по активной мощности для автономного режима работы АРПМ. При этом должна формироваться соответствующая сигнализация	Проверить по технической документации производителя возможности в устройстве формировать отдельный ТС при отсутствии ДП СМЗУ и невозможности перейти на заранее заданную уставку по активной мощности для автономного режима работы АРПМ, формирование при этом соответствующей сигнализации	Наличие требуемого функционала	4.24

Окончание таблицы А.1

Вид проверки	Описание проверки	Ожидаемый результат проверки	Проверяемое требование настоящего стандарта (пункт, перечисление)
3.9 Проверка возможности задания шага уставок по напряжению прямой последовательности	Проверить по технической документации производителя возможность задания шага уставок по напряжению прямой последовательности не более 0,1 В	Наличие требуемого функционала	4.29
3.10 Проверка наличия в устройстве возможности задания коэффициента возврата измерительных органов не менее 0,99 для активной мощности и угла и не более 1,01 для напряжения	Проверить по технической документации производителя возможности в устройстве задания коэффициента возврата измерительных органов не менее 0,99 для активной мощности и угла и не более 1,01 для напряжения	Наличие требуемого функционала	4.30

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

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

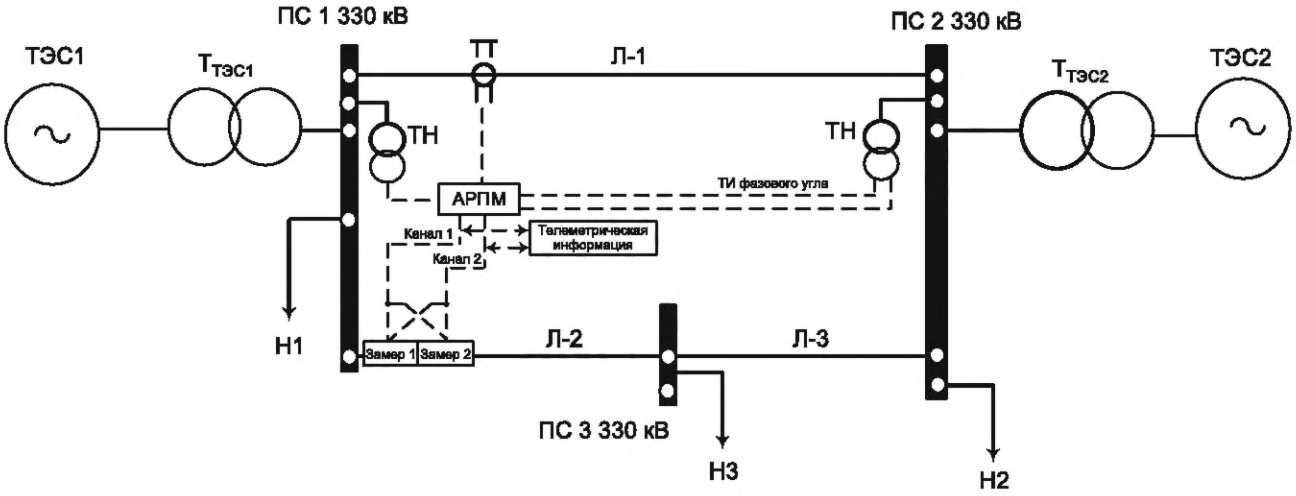
А.2.1.2 Испытания устройств АРПМ проводят с использованием тестовой модели энергосистемы и ПАК РВ.

А.2.2 Испытания должны содержать следующие этапы:

- сборка тестовой модели энергосистемы;
- установка в устройстве АРПМ представленных владельцем устройства параметров настройки для тестовой модели энергосистемы;
- подключение устройства АРПМ к ПАК РВ;
- проведение испытаний устройства АРПМ 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 Тестовая модель энергосистемы должна быть собрана в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.1.



Н1, Н2, Н3 — нагрузка потребления 1, 2, 3; ПС1, ПС2, ПС3 — подстанция 1, 2, 3; ТЭС1, ТЭС2 — тепловая электростанция 1 и 2; Л-1, Л-2, Л-3 — линия (электропередачи) 1, 2, 3; $Т_{ТЭС1}$, $Т_{ТЭС2}$ — трансформаторы 1 и 2; замер 1, замер 2 — замеры от датчиков мощности

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

А.3.2 Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно подключаться в зависимости от опытов (если в опытах не указано иное) на ПС1 к воздушным линиям 330 кВ Л-1 (через ТТ Л-1 и ТН ПС1), Л-2 (через датчики мощности (на схеме условно «Замер 1» и «Замер 2», каждый из которых передается в АРПМ по каналу 1 и каналу 2) и к Л-1 и Л-2 одновременно.

А.3.3 Устройство АРПМ с пусковым органом по фазовому углу должно подключаться на ПС 1 (к ТН ПС1) и с использованием ТИ фазы вектора напряжения с ПС2 (от ТН ПС2), получаемого по двум каналам.

А.3.4 Устройство АРПМ, имеющее два пусковых органа, должно подключаться поочередно согласно А.3.2 и А.3.3.

А.3.5 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	$R_1 + jX_1$	X_0	b
		Ом	Ом	мкСм
1	ПС1-ПС2	10 + j157	392,5	1614
2	ПС1-ПС3	5,5 + j100	250	1026,1
3	ПС2-ПС3	4,2 + j143,8	575	586
Примечание — ПС1, ПС2, ПС3 — подстанции 1, 2, 3; R — активное сопротивление ЛЭП; X — реактивное сопротивление ЛЭП; j — обозначение мнимой части комплексного числа; X_0 — реактивное сопротивление нулевой последовательности; b — емкостная проводимость ЛЭП.				

Таблица А.3 — Параметры генераторов тестовой модели энергосистемы

Генераторы	$P_{г.ном}$	$S_{г.ном}$	H	$U_{г.ном}$	cos φ	Реактивные сопротивления					T_{do}
						X_d	X'_d	X''_d	X_q	X''_q	
	МВт	МВА	МВт·с/МВА	кВ		о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	с
ТЭС1	1000	1176,4	1,848	20	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9
ТЭС2	1000	1176,4	1,848	20	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9

Примечание — $P_{г.ном}$ — номинальная активная мощность генератора; $S_{г.ном}$ — номинальная полная мощность генератора; H — постоянная времени инерции турбогенератора, $U_{г.ном}$ — номинальное напряжение генератора; cos φ — номинальный коэффициент мощности турбогенератора; X_d — синхронное реактивное сопротивление по продольной оси; X'_d — переходное реактивное сопротивление по продольной оси; X''_d — сверхпереходное реактивное сопротивление по продольной оси; X_q — синхронное реактивное сопротивление по поперечной оси; X''_q — сверхпереходное реактивное сопротивление по поперечной оси; T_{d0} — постоянная времени обмотки возбуждения при разомкнутой обмотке якоря; о.е. — относительные единицы; с — секунды.

Таблица А.4 — Параметры трансформаторов тестовой модели энергосистемы

Трансформатор	$S_{ном}$	$U_{ВН.ном}$	$U_{НН.ном}$	$R_{1т}$	$X_{1т}$
	МВА	кВ	кВ	Ом	Ом
$Т_{ТЭС1}$	1200	330	20	0,2	14,2
$Т_{ТЭС2}$	1200	330	20	0,2	14,2

Примечание — $Т_{ТЭС1}$, $Т_{ТЭС2}$ — трансформатор тепловой электростанции 1 и 2; $S_{ном}$ — номинальная полная мощность; $U_{ВН.ном}$ — высшее номинальное напряжение трансформатора; $U_{НН.ном}$ — низшее номинальное напряжение трансформатора; $R_{1т}$ — активное сопротивление трансформатора в опыте КЗ; $X_{1т}$ — реактивное сопротивление трансформатора в опыте КЗ.

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

Генератор	Тип системы возбуждения	Тип АРВ	Коэффициенты					$T_{СВ}$	$T_{АРВ}$
			K_U	K_{1U}	K_{1IF}	K_F	K_{1F}		
			е.в.н./е.н.с.	е.в.н./е.н.с./с	е.в.н./е.т.р./с	е.в.н./Гц	е.в.н./Гц/с	с	с
ТЭС1	Тиристорная	АРВ-СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04
ТЭС2	Тиристорная	АРВ-СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04

Примечание — ТЭС1, ТЭС2 — трансформатор тепловой электростанции 1 и 2; K_U — коэффициент усиления канала отклонения напряжения; K_{1U} — коэффициент усиления канала производной напряжения; K_{1IF} — коэффициент усиления канала производной тока; K_F — коэффициент усиления канала отклонения частоты; K_{1F} — коэффициент усиления канала производной частоты; $T_{СВ}$ — постоянная времени системы возбуждения; $T_{АРВ}$ — постоянная времени АРВ; е.в.н. — единица возбуждения номинальная; е.н.с. — единица напряжения статора; е.т.р. — единица тока ротора.

А.3.6 Величина нагрузки на ПС1, ПС2, ПС3 может изменяться в диапазоне от 0 до 2000 МВт.

А.3.7 Значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.6.

Таблица А.6 — Значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы для проведения испытаний устройств АРПМ

Параметр режима	Единица измерений	Значение параметра режима
Напряжение тепловой электростанции $U_{ТЭС1}$	кВ	20,12
Активная мощность генератора ТЭС 1, $P_{ТЭС1}$	МВт	867
Активная мощность генератора ТЭС 2, $P_{ТЭС2}$	МВт	890
Напряжение энергосистемы $U_{ЭС}$	кВ	20,12
Напряжение подстанции 1 $U_{ПС1}$	кВ	337,7
Напряжение подстанции 2 $U_{ПС2}$	кВ	337,7
Напряжение подстанции 3 $U_{ПС3}$	кВ	339,7
Нагрузка потребления $P_{Н1}$	МВт	750*
Нагрузка потребления $P_{Н2}$	МВт	750*
Нагрузка потребления $P_{Н3}+Q_{Н3}$	МВт, Мвар	250 + j40
* Нагрузка моделируется активным сопротивлением.		

А.3.8 Тестовая модель энергосистемы должна быть оснащена системой контроля и регистрации параметров электроэнергетического режима, обеспечивающей:

- измерение параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 1 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 1 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима в течение не менее 30 с.

А.3.9 Оснащение тестовой модели (ДМ, каналы передачи данных от ДМ до устройства АРПМ, протоколы передачи данных) должно обеспечивать суммарное время (задержку) от возникновения условий для срабатывания устройства АРПМ до момента пуска устройства АРПМ не более 500 мс.

А.3.10 ПАК РВ должен включать в себя ГИС (имитатор ДЦ).

А.3.11 ГИС должен позволять генерировать дискретные СФС ЛЭП (ремонт), замеры активной мощности, ТИ и СФС по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, СФС по протоколу GOOSE [4], замеры активной мощности и ТИ по протоколу MMS [4], сигналы постоянного тока (4—20 мА) для аналоговых замеров активной мощности.

А.3.12 ГИС должен включать имитатор ДЦ, который подключен кабелем Ethernet (витая пара) к устройству АРПМ для передачи в АРПМ по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 (GOOSE и MMS [4]) секундного счетчика, СФС и ТИ, приема телеметрической информации и секундного счетчика от устройств АРПМ.

А.3.13 Посредством ГИС в устройство АРПМ выдаются длительные дискретные СФС и ТИ, которые параллельно заводятся в регистратор:

- ТС состояния Л-1 («включенное состояние Л-1»/ «ремонт Л-1»);
- ТС1 и ТС2;
- ТИ ДП СМЗУ;
- ТИ1 и ТИ2;
- ТИ секундного счетчика.

А.3.14 Из устройств АРПМ на входы регистратора подаются сигналы о выдаче УВ, срабатывании сигнализации. Регистратор настраивается для запуска записи осциллограммы для фиксации функционирования устройства АРПМ.

А.4 Проведение испытаний

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

А.4.2 Программа испытаний должна включать опыты, приведенные в таблицах А.7 и (или) А.8.

А.4.3 Программа испытаний и опыты могут быть дополнены с учетом индивидуальных особенностей выполнения и функционирования устройства АРПМ.

А.4.4 Число опытов может быть сокращено, если опыты 2.1, 2.2 (см. таблицу А.7) проводились в ходе заводских испытаний и подтверждены соответствующими протоколами испытаний.

А.4.5 Настройка испытываемого устройств АРПМ должна быть выполнена организацией, осуществляющей испытания, в соответствии с представленными владельцем устройства параметрами настройки устройства АРПМ для тестовой модели энергосистемы.

А.4.6 При выявлении необходимости корректировки выбранных параметров настройки устройств АРПМ (отсутствии положительных результатов опытов в соответствии с таблицами А.7 и А.8), заявитель или уполномоченное им лицо может осуществить корректировку параметров настройки устройств АРПМ. Информация о корректировке параметров настройки устройства АРПМ 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 таблицах А.7 и А.8), должны быть выполнены повторно с измененными параметрами настройки устройств АРПМ.

А.4.7 Соответствие испытываемого устройства требованиям настоящего стандарта не может быть подтверждено при отсутствии возможности выбора параметров настройки, обеспечивающих наличие положительного результата каждого опыта.

А.4.8 Регистрацию параметров электроэнергетического режима необходимо выполнять для каждого опыта.

А.4.9 Параметры настройки устройства АРПМ должны соответствовать следующим условиям:

а) для устройства АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно быть задано две группы уставок, при этом:

- величина $P_{сраб}$ первой группы уставок (включена Л-1 и Л-2) должна быть больше величины $P_{сраб}$ второй группы уставок (отключена Л-1),
- по умолчанию устройство АРПМ работает на первой группе уставок, переток активной мощности направлен в сторону ПС2;
- величины $P_{сраб}$ первой и второй группы уставок должны быть больше перетока активной мощности в исходном режиме,
- время срабатывания уставок должно быть больше длительности КЗ и синхронных качаний (определяется экспериментально);
- для первой группы уставок предусмотрено три ступени: первая ступень действует при перетоке мощности в сторону ПС2 на УВ1 с выдержкой времени $t1$, на УВ2 с выдержкой времени $t2$; вторая ступень действует при перетоке мощности в сторону ПС2 на УВ3 с выдержкой времени $t3$ ($t3 < t1$); третья ступень действует при перетоке мощности в сторону ПС1 на УВ4 с выдержкой времени $t4$ ($t4 = t1$), уставка по активной мощности первой ступени равна уставке третьей ступени;
- для второй группы уставок задана одна выдержка времени $t5$ с действием на УВ5;
- задаваемые для испытаний выдержки времени, указанные в 4.15, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.25 должны различаться;

б) для устройства АРПМ с пусковым органом по углу должно быть задано две группы уставок, при этом уставка по фазовому углу первой и второй группы уставок должна превышать фазовый угол между векторами напряжения на ПС1 и ПС2 в исходном режиме;

в) по умолчанию:

- устройство АРПМ работает в автономном режиме (за исключением опытов, в которых указано о работе в адаптивном режиме);
- выведено использование контроля снижения напряжения прямой последовательности ниже заданной уставки (за исключением опытов, в которых указано о вводе такого контроля);
- оперативно выбрана автоматическая фиксация состояния ТС из ДЦ (за исключением опытов, в которых указано иное).

А.5 Анализ результатов испытаний

А.5.1 Описание правильной работы устройства АРПМ при проведении опытов приведено в таблицах А.7, А.8.

А.5.2 Устройство АРПМ считают прошедшим испытания, если в каждом из опытов оно работало правильно.

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

Таблица А.7 — Перечень опытов программы испытаний устройств АРПМ с пусковым органом по активной мощности

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка отсутствия срабатывания при включении и отключении питания	1.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Включение оперативного питания	Отсутствие срабатывания
	1.2	Исходная схема	Л-1+Л-2	Отключение оперативного питания	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при возникновении неисправности в цепях оперативного тока (при замыкании на землю в одной точке в сети оперативного постоянного тока)	2.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Замыкание клеммы питания «+» на землю	Отсутствие срабатывания
	2.2	Исходная схема	Л-1+Л-2	Замыкание клеммы питания «—» на землю	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей напряжения	3.1	Исходная схема	Л-1	Отключение одной фазы вторичных цепей ТН	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
	3.2	Исходная схема	Л-1	Отключение двух фаз вторичных цепей ТН	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
	3.3	Исходная схема	Л-1	Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток ТН, соединенных «звездой»	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
	3.4	Исходная схема	Л-1	Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток ТН, соединенных «треугольником»	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
	3.5	Исходная схема	Л-1	Замыкание фазы вторичной цепи от ТН на корпус (землю)	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей напряжения	3.6	Исходная схема	Л-1	Замыкание двух фаз вторичной цепи от ТН на корпус (землю)	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
	3.7	Исходная схема	Л-1	Смена фаз А и В вторичной цепи от ТН	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
	3.8	Исходная схема	Л-1	Отключение нулевого вывода обмоток ТН, соединенных «звездой»	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей напряжения
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей переменного тока	4.1	Исходная схема	Л-1	Отключение одной фазы вторичных цепей ТТ	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей тока
	4.2	Исходная схема	Л-1	Отключение двух фаз вторичных цепей ТТ	Отсутствие срабатывания. Через заданную выдержку времени выдача сигнала о неисправности цепей тока
Проверка отсутствия срабатывания при изменении уставок (групп уставок)	5.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Изменение уставок ($P_{срaб}$, $t_{срaб}$) первой группы на устройстве АРПМ (допускается перезагрузка устройства после изменения уставок), при этом новые уставки выше перетока по Л-1+Л-2	Отсутствие срабатывания при изменении уставок (групп уставок) — появление соответствующей информации на дисплее устройства. При возможности — отображение сигнала на осциллограмме
	5.2	Исходная схема	Л-1+Л-2	Изменение группы уставок на устройстве АРПМ с первой группы на вторую группу (допускается перезагрузка устройства после изменения уставок)	
Проверка отсутствия срабатывания при перезагрузке	6	Исходная схема	Л-1+Л-2	Перезагрузка устройства (с помощью кнопки на устройстве, тумблера и т. д.)	Отсутствие срабатывания

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка восстановления работоспособности с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания	7	Исходная схема	Л-1+Л-2	Отключение оперативного питания. Включение оперативного питания через 60 с. За время отсутствия питания переток активной мощности по Л-1 и Л-2 увеличивается выше заданной уставки АРПМ	Восстановление работоспособности. Срабатывание АРПМ с заданными уставками после восстановления работоспособности с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка срабатывания при превышении активной мощности по контролируемой ЛЭП заданной уставки	8.1	Исходная схема. «Замер 1» поступает через аналоговый вход 4—20 мА, «Замер 2» поступает через цифровой вход устройства АРПМ	Л-1+Л-2	Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1 и Л-2 выше заданной уставки АРПМ	Срабатывание первой и второй ступени первой группы уставок через заданные выдержки времени с появлением выходных сигналов на выдачу УВ: УВ3, УВ1, УВ2
	8.2	Исходная схема. «Замер 1» поступает через аналоговый вход 4—20 мА, «Замер 2» поступает через цифровой вход устройства АРПМ	Л-1+Л-2	Скачкообразное увеличение перетока активной мощности по Л-1 и Л-2 выше заданной уставки АРПМ	Срабатывание первой и второй ступени первой группы уставок через заданные выдержки времени с появлением выходных сигналов на выдачу УВ: УВ3, УВ1, УВ2
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	9.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до величины $0{,}9P_{\text{сраб}}$ и уменьшение напряжения на шинах ПС1 до $0{,}9U_{\text{ном}}$ в течение 10 с	Отсутствие срабатывания

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	9.2	Исходная схема. В качестве дополнительного условия пуска задана уставка по напряжению 0,9 от $U_{ном}$	Л-1+Л-2	1 Увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до величины $P_{сраб}$ при напряжении на шинах ПС1 более $0,9U_{ном}$ в течение времени более выдержки на срабатывание. 2 Снижение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 ниже величины $P_{сраб}$ и снижение напряжения ниже величины $0,9U_{ном}$. 3 Увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до величины $P_{сраб}$	1 При увеличении активной мощности и напряжении выше уставки — отсутствие срабатывания. 2 При снижении перетока ниже величины $P_{сраб}$ и напряжения ниже $0,9U_{ном}$ — отсутствие срабатывания. 3 При увеличении перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до величины $P_{сраб}$ и напряжении ниже $0,9U_{ном}$ — срабатывание через заданную выдержку времени
	9.3	Исходная схема. В качестве дополнительного условия пуска задана уставка по напряжению 0,9 от $U_{ном}$. Выдержка времени на срабатывание АРПМ задана не более 0,1 с	Л-1+Л-2	1 Увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до величины $P_{сраб}$ и при напряжении на шинах ПС1 более $0,9U_{ном}$ в течение времени более выдержки на срабатывание. 2 Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток ТН, соединенных «звездой», на время более выдержки времени на срабатывание. Восстановление цепей напряжения	1 При увеличении активной мощности и напряжении выше уставки — отсутствие срабатывания. 2 При отключении трех фаз вторичных цепей от обмоток ТН, соединенных «звездой» — появление сигнала о неисправности цепей напряжения, отсутствие срабатывания АРПМ, сброс выдержки на срабатывание. После исчезновения неисправности цепей напряжения отсутствие срабатывания АРПМ, срабатывание с появлением сигнала на выдачу УВ
Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при КЗ и последующих затухающих синхронных качаниях	10.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Трехфазное КЗ на ПС2 в течение 0,15 с. После КЗ возникновение затухающих синхронных качаний (длительность качаний определяется экспериментально), переток по Л-1+Л-2 после качаний соответствует исходному режиму	Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ во время КЗ и синхронных качаний

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при КЗ и последующих затухающих синхронных качаниях	10.2	Исходная схема	Л-1+Л-2	Однофазное КЗ на землю на ПС2 в течение 0,15 с. После КЗ возникновение затухающих синхронных качаний (длительность качаний определяется экспериментально). После синхронных качаний отключение генератора ТЭС2 через 1 с. Переток мощности по Л-1+Л-2 выше уставки срабатывания	Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ во время КЗ и синхронных качаний, срабатывание после отключения генератора ТЭС2 через заданную выдержку времени с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при КЗ	11.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Двухфазное КЗ на землю на Л-1 с ее отключением через 0,15 с и включением Л-1 через 2 с на двухфазное КЗ на землю (имитация работы РЗ с неуспешным АПВ). Через 0,15 с ликвидация КЗ, переток мощности по Л-1+Л-2 ниже уставки срабатывания АРПМ	Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ
	11.2	Исходная схема	Л-1+Л-2	Трехфазное КЗ на Л-3 в течение 0,15 с, переток по Л-1+Л-2 после КЗ соответствует исходному режиму	Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка срабатывания при отключении нагрузки после КЗ	12	Исходная схема. Отключена Л-1. На Н1 и Н2 задана максимальная нагрузка. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	Трехфазное КЗ на Л-2 в течение 0,15 с. Через 0,15 с происходит отключение нагрузки Н1 и увеличение перетока мощности по Л-2 до срабатывания устройства АРПМ	Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ во время КЗ (в течение 0,15 с). Срабатывание после достижения перетоком мощности заданной уставки срабатывания через заданную выдержку времени с появлением выходного сигнала на УВ5

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка отсутствия срабатывания при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в направлении, обратном контролируемому, и срабатывания при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в направлении, соответствующем контролируемому	13	Исходная схема	Л-1+Л-2	Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 в сторону ПС1 до срабатывания устройства АРПМ	Отсутствие срабатывания первой и второй ступени первой группы уставок. Срабатывание третьей ступени через заданную выдержку времени с появлением выходного сигнала на УВ4
Проверка срабатывания при реверсивных перетоках мощности	14.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 в сторону ПС2 до срабатывания устройства АРПМ. Изменение направления перетока мощности в сторону ПС1 и увеличение перетока мощности до срабатывания устройства АРПМ	При увеличении перетока активной мощности в сторону ПС2 выше заданных уставок срабатывание первой и второй ступени первой группы уставок с появлением выходных сигналов на УВ3, УВ1, УВ2. При изменении направления перетока активной мощности в сторону ПС1 и увеличении перетока выше заданной уставки срабатывание третьей ступени первой группы уставок с появлением выходного сигнала на УВ4
	14.2	Исходная схема	Л-1+Л-2	Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 в сторону ПС2 до величины срабатывания первой ступени первой группы уставок устройства АРПМ и до истечения выдержки времени $t1$ первой ступени, изменение направления перетока мощности в сторону ПС1 и увеличение перетока мощности до срабатывания устройства АРПМ	При увеличении перетока активной мощности в сторону ПС2 выше заданных уставок отсутствие срабатывания первой ступени первой группы уставок. При изменении направления перетока активной мощности в сторону ПС1 и увеличении перетока выше заданной уставки срабатывание третьей ступени первой группы уставок через выдержку времени $t4$ с появлением выходного сигнала на УВ4

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка коэффициента возврата	15.1	Исходная схема	Л-1+Л-2	Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до величины уставок срабатывания устройства АРПМ и до истечения выдержек времени на срабатывание, последующее монотонное уменьшение перетока	При увеличении перетока активной мощности выше заданной уставки: - срабатывание измерительного органа устройства; - отсутствие выдачи УВ. При уменьшении перетока активной мощности до перетока активной мощности, соответствующего $K_в$ = 0,99, - возврат измерительного органа; - отсутствие выдачи УВ
	15.2	Исходная схема. В качестве дополнительного условия пуска задана уставка по напряжению $0,9U_{ном}$	Л-1+Л-2	1 Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до уставки срабатывания устройства АРПМ при напряжении на шинах ПС1 более $0,9U_{ном}$. 2 Переток активной мощности по Л-1+Л-2 выше уставки срабатывания устройства АРПМ, снижение напряжения ниже величины $0,9U_{ном}$. 3 До истечения выдержки времени, повышение напряжения выше $0,9U_{ном}$	1 При увеличении перетока активной мощности выше заданной уставки отсутствие срабатывания. 2 При снижении напряжения ниже уставки появление сигнала на пуск устройства АРПМ. 3 При повышении напряжения до уставки напряжения возврата (коэффициент возврата не более 1,01) — снятие сигнала пуска

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Проверка отсутствия срабатывания при недостоверности замеров/ТМИ. Проверка срабатывания при получении достоверных замеров/ТМИ (опыты проводятся при приеме устройством АРПМ ТИ и ТС по одному каналу по протоколу ГОСТ Р МЭК 61870-5-104, а по второму каналу по протоколу GOOSE, MMS [4] и передачи ТИ и ТС в имитатор ДЦ по протоколу ГОСТ Р МЭК 61870-5-104	16.1	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	Отключение замера 1. Через 5 с увеличивается переток по Л-2 до величины срабатывания второй группы уставок	Блокировка устройства. Сигнализация о недостоверности одного замера. При достижении перетоком мощности величины $P_{срaб}$ второй группы — отсутствие срабатывания
	16.2	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок. В устройстве АРПМ при выявлении недостоверности (неисправности) одного канала задана работа по второму каналу	Л-2	Фиксируется признак недостоверности (неисправность) канала 1. Через 5 с увеличивается переток по Л-2 до величины срабатывания второй группы уставок	Сигнализация о неисправности канала. При достижении перетоком мощности величины $P_{срaб}$ второй группы — срабатывание устройства АРПМ
	16.3	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	Отключение обоих каналов. Через 3 с восстановление одного канала, замер 1 и замер 2 достоверны. Через 5 с увеличивается переток по Л-2 до величины срабатывания второй группы уставок	Блокировка устройства. Сигнализация о неисправности каналов. После восстановления одного канала — снятие блокировки устройства, сигнализация о неисправности одного канала. При достижении перетоком мощности величины $P_{срaб}$ второй группы — срабатывание устройства АРПМ
	16.4	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	Отключение замера 1 и замера 2 (потеря замера). Через 5 с увеличивается переток по Л-2 до величины срабатывания второй группы уставок	Блокировка устройства. Сигнализация о недостоверности замера; ТС о блокировке устройства. При достижении перетоком мощности величины $P_{срaб}$ второй группы — отсутствие срабатывания
	16.5	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	Различие замера 1 от замера 2 превышает заданную величину в течение заданного времени	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности замера, блокировка устройства АРПМ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.6			Замер 1 находится за пределами физических границ в течение заданного времени	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности замера, блокировка устройства АРПМ
	16.7			Замер 1 поступает с признаком недостоверности	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности замера и блокировка устройства АРПМ
	16.8	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	Замер 1 не изменяется в течение заданного времени на заданную величину	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности замера и блокировка устройства АРПМ
	16.9			Замер 1 не обновляется в течение заданного времени	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности замера и блокировка устройства АРПМ
	16.10	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок	Л-2	В АРПМ поступает сигнал о неисправности замера 1 и замера 2	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности ТИ и блокировка устройства АРПМ
	16.11	Исходная схема. При выявлении недостоверности ТИ1 в алгоритме АРПМ предусмотрен переход на функционирование без использования ТМИ	Л-2	В АРПМ поступает ТИ1 по обоим каналам, отличное от предыдущего полученного значения, превышающее заданную величину. Через выдержку времени, меньшую заданной для перехода на работу без использования ТИ1, увеличивается переток по Л-2 до величины, превышающей уставку срабатывания АРПМ при работе без использования ТИ1	Выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТИ1, предупредительная сигнализация и работа устройства по последним достоверным данным в течение заданного времени. Переход устройства на работу без ТИ1. Выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. Через заданную выдержку времени срабатывание устройства с появлением сигнала на выдачу УВ при работе без использования ТИ1

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.12	Исходная схема. При выявлении недостоверности ТИ1 в алгоритме АРПМ предусмотрена блокировка устройства	Л-2	В АРПМ поступает ТИ1 по обоим каналам вне физических. Через выдержку времени, превышающую заданную для работы на последнем достоверном значении, увеличивается переток по Л-2 до величины, превышающей уставку срабатывания АРПМ при работе с ТИ1	Выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТИ1, предупредительная сигнализация и работа устройства по последним достоверным данным в течение заданного времени. Через заданную выдержку времени блокировка устройства, выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ и отсутствие срабатывания с выдачей предупредительной сигнализации
	16.13	Исходная схема. При выявлении недостоверности ТИ1 в алгоритме АРПМ предусмотрена работа по заранее заданным значениям (переход на вторую группу уставок)	Л-2	В АРПМ поступает ТИ1 активной мощности по обоим каналам с признаком недостоверности. Через выдержку времени, превышающую заданную для работы на последнем достоверном значении, увеличивается переток по Л-2 до величины, превышающей уставку срабатывания для второй группы уставок	Выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТИ1, работа устройства по последним достоверным данным и предупредительная сигнализация. Через заданную выдержку времени переход устройства на работу по заранее заданным уставкам с выдачей соответствующей сигнализации, выдачей в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. Через заданную выдержку времени срабатывание устройства с появлением выходного сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.14	Исходная схема. Устройство АРПМ получает ТС в состоянии «ремонт Л-1» от имитатора (АРПМ работает на второй группе уставок). При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АРПМ задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений (на первую группу уставок)	Л-1+Л-2	В АРПМ поступает ТС ремонта Л-1 по обоим каналам с признаком недостоверности в течение времени, достаточном для перехода на функционирование без использования ТС от имитатора. Монотонное увеличение перетока по Л-1+Л-2 до достижения величины, соответствующей первой группе уставок. После срабатывания АРПМ снижение перетока активной мощности ниже уставки срабатывания второй группы уставок. Восстановление достоверности ТС. Монотонное увеличение перетока по Л-1+Л-2 до достижения величины, соответствующей второй группе уставок	После фиксации недостоверности ТС выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТС, сигнализация о недостоверности ТС через заданную выдержку времени, переход на первую группу уставок, выдача ТС в имитатор ДЦ о неиспользовании ТМИ. После заданной выдержки времени срабатывание устройства с уставками, соответствующими первой группе уставок с появлением сигнала на выдачу УВ. После восстановления достоверности ТС переход устройства АРПМ на вторую группу уставок. Через заданную выдержку времени срабатывание второй группы уставок с появлением сигнала на выдачу УВ
	16.15	Исходная схема. Устройство АРПМ получает ТС в состоянии «ремонт Л-1» от имитатора (АРПМ работает на второй группе уставок). При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АРПМ задан переход на заранее заданные значения вместо использования недостоверных значений (на первую группу уставок)	Л-1+Л-2	В АРПМ поступает ТС ремонта Л-1 по обоим каналам, не обновляющийся (не обновляется метка времени) в течение времени, достаточном для перехода на функционирование без использования ТС от имитатора. Монотонное увеличение перетока по Л-1+Л-2 до достижения величины, соответствующей первой группе уставок. После срабатывания АРПМ снижение перетока активной мощности ниже уставки срабатывания второй группы уставок. Восстановление достоверности ТС. Монотонное увеличение перетока по Л-1+Л-2 до достижения величины, соответствующей второй группе уставок	После фиксации недостоверности ТС выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТС, сигнализация о недостоверности ТС. Через заданную выдержку времени переход на первую группу уставок, выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. После заданной выдержки времени срабатывание устройства с уставками, соответствующими первой группе уставок с появлением сигнала на выдачу УВ. После восстановления достоверности ТС переход устройства АРПМ 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 АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.16	Исходная схема. АРПМ работает на второй группе уставок. При выявлении недостоверности ТИ и ТС в алгоритме АРПМ предусмотрена работа по заранее заданным значениям. Заданы следующие уставки, на которые переходит АРПМ при получении ТИ и ТС: - при получении ТИ1 $P_{ср}=P_{ср1,1}$; - при выявлении недостоверности ТИ1 $P_{ср}=P_{ср1,2}$; - при получении ТИ2 $P_{ср}=P_{ср2,1}$; - при выявлении недостоверности ТИ2 $P_{ср}=P_{ср2,2}$;	Л-2	1 В АРПМ поступает ТИ1. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТИ1. Возврат к исходному режиму. 2 В АРПМ поступает ТИ2. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТИ2. Возврат к исходному режиму. 3 В АРПМ поступает ТС1. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТС1. Возврат к исходному режиму. 4 В АРПМ поступает ТС2. Затем по обоим каналам фиксируется признак недостоверности ТС2.	1 Работа устройства по уставке, равной $P_{ср1,1}$. При фиксации недостоверности ТИ1 выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТИ1, сигнализация о недостоверности. Через 3 с устройство переходит на работу по уставке, равной $P_{ср1,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация, выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. 2 Работа устройства по уставке, равной $P_{ср2,1}$. При фиксации недостоверности ТИ2 выдача ТС в имитатор ДЦ о недостоверности ТИ2, сигнализация о недостоверности. Через 4 с устройство переходит на работу по уставке, равной $P_{ср2,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация, выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. 3 Работа устройства по уставке, равной $P_{ср3,1}$.

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
		- при получении ТС1 $P_{ср}=P_{ср3,1}$; - при выявлении недостоверности ТС1 $P_{ср}=P_{ср3,2}$; - при получении ТС2 $P_{ср}=P_{ср4,1}$; - при выявлении недостоверности ТС2 $P_{ср}=P_{ср4,2}$. 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=6 с; - при фиксации недостоверности ТС2 t=7 с		Возврат к исходному режиму	При фиксации недостоверности ТС1 выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТС1, сигнализация о недостоверности. Через 6 с устройство переходит на работу по уставке, равной $P_{ср3,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация, выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. 4 Работа устройства по уставке, равной $P_{ср4,1}$. При фиксации недостоверности ТС2 выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТС2, сигнализация о недостоверности. Через 7 с устройство переходит на работу по уставке, равной $P_{ср4,2}$. При этом появляется предупредительная сигнализация, выдача в имитатор ДЦ ТС о неиспользовании ТМИ. На соответствующих каждому опыту осциллограммах должны быть выведены значения $P_{ср}$

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.17	Исходная схема. В устройстве АРПМ ключ (логический ключ) переведен из автоматической фиксации в ручное управление в состояние «ремонт Л-1» (АРПМ работает на второй группе уставок)	Л-1+Л-2	В АРПМ от имитатора поступает ТС в состоянии «включенное состояние Л-1» по обоим каналам. Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1 и Л-2 до достижения величины, соответствующей первой группе уставок	После получения ТС о включенном состоянии Л-1 устройство АРПМ остается на второй группе уставок. Через заданную выдержку времени срабатывание АРПМ с уставкой, соответствующей второй группе уставок с появлением сигнала на выдачу УВ
	16.18	Заданы исходные уставки. Устройство АРПМ получает ТС в состоянии «ремонт Л-1» от имитатора (АРПМ работает на второй группе уставок). При возникновении недостоверности ТС в алгоритме АРПМ задано использование последнего достоверного значения ТС	Л-1+Л-2	В АРПМ поступает ТС по обоим каналам с признаком недостоверности. В устройстве АРПМ ключом (логическим ключом) производится перевод из автоматической фиксации состояния ТС в ручное управление в состояние «включено состояние Л-1» (АРПМ работает на первой группе уставок). Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1+Л-2 до достижения величины, соответствующей первой группе уставок. Восстановление достоверности ТС по обоим каналам от имитатора. Перевод в устройстве АРПМ ключа (логического ключа) в положение автоматической фиксации состояния ТС. Монотонное увеличение перетока по Л-1+Л-2 до достижения величины, соответствующей второй группе уставок	После фиксации недостоверности использование последнего достоверного значения, сигнализация о недостоверности ТС, выдача в имитатор ДЦ ТС о недостоверности ТС. Проверить, что АРПМ работает на второй группе уставок. После фиксации ключом включенного состояния Л-1 переход на первую группу уставок. Через заданную выдержку времени срабатывание АРПМ с появлением сигнала на выдачу УВ. После восстановления достоверности ТС от имитатора отсутствие перехода АРПМ на вторую группу уставок. После перехода с ручной на автоматическую фиксацию состояния ТС Л-1 переход 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 АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.19	Исходная схема. Настроены прием в АРПМ и периодическая передача в имитатор ДЦ (раз в 1 с) значений ежесекундного счетчика	Л-1+Л-2	Выдавать от ГИС (имитатора ДЦ) значения ежесекундного счетчика от 0 до 3599	В имитаторе ДЦ фиксируется периодическое получение значений ежесекундного счетчика
	16.20	Исходная схема. Настроена фиксация в АРПМ ТС через заданную выдержку времени	Л-1+Л-2	Выдать от ГИС (имитатора ДЦ) ТС ремонта Л-1	В АРПМ поступает ТС ремонта Л-1, через заданную выдержку времени в АРПМ фиксируется ТС Л-1 и изменяется группа уставок с выдачей сигнализации. Фиксируется переход устройства на вторую группу уставок
	16.21	Исходная схема. Настроен прием ТИ1, ТИ2, ТС1, ТС2 в АРПМ. 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+Л-2	ТИ1, ТИ2, ТС1, ТС2 присваивается код качества «ручной ввод»	В устройстве АРПМ при получении кода качества «ручной ввод» ТИ1 и ТС1 фиксируются недостоверными; ТИ2 и ТС2 продолжают считаться достоверными

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.22	Исходная схема. Устройство работает на второй группе уставок. Оперативно выбран автономный режим работы. Установлен информационный обмен с имитатором ДЦ. Отсутствуют ТС блокировки и ТС об отсутствии расчета СМЗУ из ДЦ	Л-2	1 Производится оперативный выбор адаптивного режима работы. 2 Производится передача достоверного значения ТИ ДП СМЗУ. 3 Оперативно выбирается автономный режим работы	1 После оперативного выбора адаптивного режима работы устройством формируется ТС готовности АРПМ к работе в адаптивном режиме. 2 После получения достоверного значения ДП СМЗУ устройство АРПМ переходит в адаптивный режим работы. Формируется ТС работы АРПМ в адаптивном режиме работы. 3. После оперативного выбора автономного режима работы устройство переходит в автономный режим работы, снимается ТС готовности АРПМ к работе в адаптивном режиме, снимается ТС работы в адаптивном режиме работы
	16.23	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. Актуальное достоверное значение ТИ ДП СМЗУ выше перетока по Л-2 в исходной схеме	Л-2	По Л-2 увеличивается переток до величины, превышающей принятое значение ТИ ДП СМЗУ	Через заданную выдержку времени срабатывание устройства с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
	16.24	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. В АРПМ принято значение ТИ ДП СМЗУ, равное перетоку по Л-2 в исходной схеме	Л-2	В АРПМ поступает ТИ ДП СМЗУ меньше величины перетока по Л-2 в исходной схеме. Через выдержку времени, не превышающую время для перехода в автономный режим работы, увеличивается переток по Л-2 до величины, превышающей последнее достоверное ТИ ДП СМЗУ	Через заданную выдержку времени выдача ТС о недостоверности ТИ ДП СМЗУ, сигнализация о недостоверности ТИ ДП СМЗУ, работа с уставкой, определенной по последней достоверной ДП СМЗУ. Через заданную выдержку времени срабатывание устройства с появлением выходного сигнала на выдачу УВ в адаптивном режиме работы

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.25	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. При переходе в автономный режим уставки в устройстве соответствуют второй группе уставок. Переток выше уставок срабатывания второй группы уставок	Л-2	1 В АРПМ поступает ТИ ДП СМЗУ с признаком недостоверности. 2 По истечении выдержки времени, заданной для работы по последнему достоверному значению, переток по Л-2 снижается ниже уставки срабатывания второй группы уставок. 3 Переток по Л-2 увеличивается выше уставки срабатывания второй группы уставок	1 При фиксации недостоверного ТИ ДП СМЗУ устройство переходит на работу по последнему достоверному значению с выдачей ТС о недостоверности ТИ ДП СМЗУ, сигнализации о недостоверности ТИ ДП СМЗУ. Через заданную выдержку времени устройство не переходит в автономный режим работы, так как не выполняется условие, что заранее заданная уставка по активной мощности больше в течение заданного времени величины перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса. 2 После снижения перетока ниже уставки срабатывания второй группы уставок устройство переходит в автономный режим работы через заданное время. При этом снимается ТС работы в адаптивном режиме работы, появляется предупредительная сигнализация. 3 При превышении уставки для второй группы уставок — появление выходного сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.26	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. При переходе в автономный режим работы уставки в устройстве соответствуют второй группе уставок. Переток выше уставок срабатывания второй группы уставок	Л-2	В устройство поступает ТС блокировки	После поступления ТС блокировки устройство переходит в автономный режим работы (на вторую группу уставок) через заданную выдержку времени. Снимается ТС работы в адаптивном режиме работы; снимается ТС готовности к работе в адаптивном режиме работы; формируется ТС о наличии блокировки; появляется предупредительная сигнализация. Через заданную выдержку времени срабатывание второй группы уставок устройства с появлением сигнала на выдачу УВ
	16.27	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. При переходе в автономный режим работы уставки в устройстве соответствуют второй группе уставок. Переток выше уставок срабатывания второй группы уставок	Л-2	1 В устройство поступает ТС об отсутствии расчета СМЗУ. 2 Через время более времени срабатывания второй группы уставок переток по Л-2 увеличивается выше последнего достоверного значения ТИ ДП СМЗУ	1 После поступления ТС об отсутствии расчета СМЗУ устройство не переходит в автономный режим работы (на вторую группу уставок) через заданную выдержку времени, так как не выполняется условие, что заранее заданная уставка по активной мощности больше в течение заданного времени величины перетока активной мощности в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса. Формируется ТС об отсутствии расчета СМЗУ, не снимается ТС работы в адаптивном режиме работы; появляется предупредительная сигнализация. 2 Через заданную выдержку времени после превышения адаптивной уставки срабатывание устройства АРПМ с появлением сигнала на выдачу УВ

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
	16.28	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. При переходе в автономный режим работы уставки в устройстве соответствуют второй группе уставок. Переток ниже уставок срабатывания второй группы уставок	Л-2	1 В устройство поступает ТС об отсутствии расчета СМЗУ. 2 Через время более времени перехода в автономный режим переток по Л-2 увеличивается выше срабатывания второй группы уставок	1 После поступления ТС об отсутствии расчета СМЗУ устройство через заданную выдержку времени переходит в автономный режим работы. Формируется ТС об отсутствии расчета СМЗУ, снимается ТС работы в адаптивном режиме работы; снимается ТС готовности работы в адаптивном режиме работы; появляется предупредительная сигнализация. 2 Через заданную выдержку времени после уставки второй группы уставок срабатывание устройства АРПМ с появлением сигнала на выдачу УВ
	16.29	Исходная схема. Устройство работает в адаптивном режиме. При переходе в автономный режим работы уставки в устройстве соответствуют второй группе уставок. Переток ниже уставок срабатывания второй группы уставок	Л-2	1 Переток по Л-2 увеличивается выше уставок срабатывания второй группы уставок. 2 Переток по Л-2 увеличивается выше уставки срабатывания для адаптивного режима работы. 3 Переток по Л-2 снижается ниже уставки срабатывания для адаптивного режима работы с учетом запаса. 4 Переток по Л-2 снижается ниже уставок срабатывания второй группы уставок	1 Устройство АРПМ формирует ТС «Автономная уставка АРПМ не превышает переток в сечении». 2 Устройство АРПМ формирует ТС «ДП СМЗУ ниже величины перетока в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса». 3 Снимается ТС «ДП СМЗУ ниже величины перетока в контролируемом сечении (ЛЭП) с учетом заданного запаса». 4 Снимается ТС «Автономная уставка АРПМ не превышает переток в сечении»

Продолжение таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
Поверка автоматической смены группы уставок при фиксации ремонта ЛЭП (ФРЛ)	17	Исходная схема. Группы уставок изменяются автоматически в зависимости от сигнала ФРЛ: при включенных Л-1+Л-2 — АРПМ работает с первой группой уставок, при отключении Л-1 АРПМ переходит на вторую группу уставок	Л-1+Л-2	Отключается Л-1. На дискретный вход устройства АРПМ подают сигнал, имитирующий ФРЛ Л-1. Через 10 с увеличиваем переток по Л-2 до величины срабатывания второй группы уставок	При поступлении сигнала ФРЛ — через заданную выдержку времени автоматическое изменение группы уставок с первой на вторую. При достижении перетоком мощности величины $P_{срab}$ второй группы — через заданную выдержку времени срабатывание АРПМ с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка возможности дистанционной смены группы уставок	18	Исходная схема. Группы уставок изменяются автоматически при поступлении сигнала о смене группы уставок	Л-1+Л-2	На устройство АРПМ подают сигнал об изменении группы уставок с первой на вторую. Через 10 с увеличивается переток по Л-2 до величины срабатывания второй группы уставок	При получении сигнала об изменении группы уставок — через заданную выдержку времени смена группы уставок с первой на вторую. При достижении перетоком мощности величины $P_{срab}$ второй группы — через заданную выдержку времени срабатывание АРПМ с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка требований к регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий	19	—	—	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.	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

Окончание таблицы А.7

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие АРПМ
				4 Проверить суммарную длительность сохраненных в памяти устройства осциллограмм. 5 Экспортировать осциллограммы в формат COMTRADE (см. [5]) и проверить соответствие 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	в осциллограммах выставленным уставкам встроенного осциллографа. Соответствие осциллограмм в формате COMTRADE (см. [5]) 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
Примечание — Л-1, Л-2 — линии (электропередачи) 1, 2; ПС1, ПС2 — подстанция 1, 2; $U_{ном}$ — номинальное напряжение; $P_{сраб}$ — уставка срабатывания по мощности; $t_{сраб}$ — уставка срабатывания по времени; ТЭС2 — тепловая электростанция 2; РЗ — релейная защита; АПВ — автоматическое повторное включение; Н1, Н2 — нагрузка потребления 1 и 2; $K_в$ — коэффициент возврата; УВ1, УВ2, УВ3, УВ4 — управляющее воздействие 1, 2, 3, 4.					

Таблица А.8 — Перечень опытов программы испытаний устройств АРПМ с пусковым органом по углу

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие устройства АРПМ
Проверка срабатывания при превышении фазовым углом заданной уставки	8.1	Исходная схема	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	Монотонное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2 до срабатывания устройства АРПМ	Срабатывание через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки по углу с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
	8.2	Исходная схема	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	Скачкообразное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2 до срабатывания устройства АРПМ	Срабатывание через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки по углу с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при КЗ и последующих синхронных качаниях	9.1	Исходная схема	ПС1+ПС2 (от ТИ)	Трехфазное КЗ на ПС2 в течение 0,15 с. После КЗ возникновение затухающих синхронных качаний (длительность качаний определяется экспериментально)	Отсутствие срабатывания во время КЗ и синхронных качаний
	9.2	Исходная схема	ПС1+ПС2 (от ТИ)	Однофазное КЗ на землю на ПС2 в течение 0,15 с. После КЗ возникновение затухающих синхронных качаний (длительность качаний определяется экспериментально). После синхронных качаний отключение генератора ТЭС2 через 1 с. Происходит наброс мощности по Л-2+Л-1 и увеличение угла между ПС1 и ПС2 выше заданной уставки	Отсутствие срабатывания во время КЗ и синхронных качаний, срабатывание после отключения генератора ТЭС2 через заданную выдержку времени с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	10	Исходная схема	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	Монотонное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2 до 0,95 уставки АРПМ	Отсутствие срабатывания. Угол между векторами напряжения ПС2 и ПС1 не превышает уставку

Продолжение таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие устройства АРПМ
Проверка коэффициента возврата	11.1	Исходная схема	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	Монотонное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2 и последующее его монотонное уменьшение	При достижении угла между векторами напряжения на ПС1 и ПС2 заданной уставки срабатывание устройства с появлением выходного сигнала на выдачу УВ. При уменьшении угла до величины, соответствующей $K_в$ = 0,99 — возврат измерительного органа и исчезновение выходного сигнала на выдачу УВ
	11.2	Исходная схема	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	Скачкообразное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2 и последующее его скачкообразное уменьшение	При достижении угла между напряжениями ПС1 и ПС2 заданной уставки срабатывание устройства с появлением выходного сигнала на выдачу УВ. При уменьшении угла между векторами напряжения на ПС 1 и ПС 2 величины, соответствующей $K_в$ = 0,99 — возврат измерительного органа и исчезновение выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка срабатывания /отсутствия срабатывания при недостоверности ТИ	12.1	Исходная схема	ПС1+ПС2 (от ТИ)	С ПС2 поступают ТИ, различающиеся более чем на 10 с. После фиксации недостоверности ТИ монотонное увеличение фазового угла между напряжениями ПС1 и ПС2	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности ТИ и через заданную выдержку времени блокировка устройства. Отсутствие срабатывания при достижении угла между напряжениями ПС1 и ПС2 уставки срабатывания после фиксации недостоверности ТИ
	12.2			С ПС2 поступает один из двух результатов измерений фазы напряжения с кодом качества «недостоверно». Монотонное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности одного из ТИ. Срабатывание при достижении угла между напряжениями ПС1 и ПС2 уставки срабатывания с появлением выходного сигнала на выдачу УВ

Окончание таблицы А.8

Цель испытаний	Номер опыта	Настройка устройства. Предшествующий режим	Подключение устройства АРПМ	Испытания	Корректное действие устройства АРПМ
	12.3			С ПС2 поступают оба результата измерений фазы с кодом качества «недостоверно». После фиксации недостоверности ТИ с ПС2 монотонное увеличение фазового угла между ПС1 и ПС2	Через заданную выдержку времени выдача сигнала о недостоверности ТИ и блокировка устройства. Отсутствие срабатывания при достижении угла между напряжениями ПС1 и ПС2 уставки срабатывания после фиксации недостоверности ТИ
	12.4			Отключение двух каналов ТИ	Через заданную выдержку времени появление сигнала о недостоверности. Отсутствие срабатывания и выдача сигнала о блокировке устройства
Проверка возможности дистанционной смены группы уставок	13	Исходная схема. Группы уставок изменяются автоматически при поступлении сигнала о смене группы уставок	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	На устройство АРПМ подают сигнал об изменении группы уставок с первой на вторую. Через 10 с увеличивается фазовый угол между векторами напряжения ПС1 и ПС2 до величины срабатывания второй группы уставок	При получении сигнала об изменении группы уставок — смена группы уставок с первой на вторую. При достижении фазовым углом величины срабатывания второй группы уставок — срабатывание АРПМ с появлением выходного сигнала на выдачу УВ
Поверка автоматической смены группы уставок при фиксации ремонта ЛЭП (ФРЛ)	14	Исходная схема. Группы уставок изменяются автоматически в зависимости от сигнала ФРЛ	ПС1+ ПС2 (от ТИ)	Отключается Л-1. На дискретный вход устройства АРПМ подается сигнал, имитирующий ФРЛ Л-1	При поступлении сигнала ФРЛ через заданную выдержку автоматическое изменение группы уставок с первой на вторую

Примечание — Опыты с 1.1 по 7, с 15 по 19 проводят аналогично опытам с 1.1 по 7 и с 16.1 по 19, указанным в таблице А.7; ТЭС2 — тепловая электростанция 2; Л-1, Л-2 — линия (электропередачи) 1, 2; ПС1, ПС2 подстанция 1, 2; $K_в$ — коэффициент возврата.

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 60870-5-104:2016 Устройства и системы телемеханики. Часть 5-104. Протоколы передачи. Доступ к сети для IEC 60870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей (Telecontrol equipment and systems — Part 5-104: Transmission protocols — Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles)

[4] 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)

[5] 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)

[6] 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)

УДК 621.311:006.354 ОКС 27.010-01

Ключевые слова: противоаварийная автоматика, энергосистема, сечение электрической сети, автоматика разгрузки при перегрузке по мощности

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 02.10.2025. Подписано в печать 14.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 4,46.

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