

Приложение 1  
к приказу АО «СО ЕЭС»  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»**

---

**СТО 59012820.29.020.002-2018**

регистрационный номер (обозначение)

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_  
дата введения

## **СТАНДАРТ**

**Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматики ограничения перегрузки оборудования. Нормы и требования**

Издание официальное

**Москва  
2018**

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», а правила применения стандарта организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

## Сведения о Стандарте

1. РАЗРАБОТАН: акционерным обществом «Системный оператор Единой энергетической системы».

2. ВНЕСЕН: акционерным обществом «Системный оператор Единой энергетической системы».

3. УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: приказом акционерного общества «Системный оператор Единой энергетической системы» от \_\_.\_\_.\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_.

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения акционерного общества «Системный оператор Единой энергетической системы».

## Содержание

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Область применения .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Нормативные ссылки.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Термины и определения.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Сокращения.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Функциональные и технические требования к устройствам АОПО.....</b>	<b>8</b>
<b>6. Подтверждение соответствия устройств АОПО требованиям Стандарта.....</b>	<b>10</b>
<b>7. Библиография.....</b>	<b>14</b>
<b>Приложение 1. Минимальный перечень документов и информации по устройствам АОПО, подлежащих представлению заявителем на рассмотрение органу по добровольной сертификации.....</b>	<b>15</b>
<b>Приложение 2. Методика проведения сертификационных испытаний устройств АОПО.....</b>	<b>16</b>

## **Введение**

Стандарт разработан в развитие СТО 59012820.29.240.001-2011 «Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования» и устанавливает основные функциональные и технические требования к автоматике ограничения токовой перегрузки линий электропередачи и электросетевого оборудования, реализованной в микропроцессорных устройствах релейной защиты и автоматики.

## 1. Область применения

### 1.1. Стандарт устанавливает:

– основные функциональные и технические требования к микропроцессорным устройствам автоматики ограничения перегрузки оборудования (далее соответственно – АОПО, устройства АОПО), в том числе микропроцессорным устройствам релейной защиты и автоматики (далее – РЗА) с функцией АОПО;

– порядок и методику проведения сертификационных испытаний устройств АОПО, а также минимальный перечень документов и информации по устройствам АОПО, подлежащих представлению заявителем на рассмотрение органу по добровольной сертификации.

1.2. Стандарт предназначен для АО «СО ЕЭС», собственников и иных законных владельцев объектов электроэнергетики, на которых установлены устройства АОПО, микропроцессорные устройства РЗА с функцией АОПО, организаций, осуществляющих деятельность по разработке, изготовлению, наладке, эксплуатации устройств и комплексов РЗА, проектных и научно-исследовательских организаций.

1.3. Требования Стандарта должны учитываться при проектировании, строительстве, реконструкции, модернизации и техническом перевооружении объектов электроэнергетики, подготовке и согласовании технических условий на технологическое присоединение объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии к электрическим сетям, создании (модернизации) устройств и комплексов РЗА.

1.4. Требования Стандарта распространяются на вновь устанавливаемые на объектах электроэнергетики устройства АОПО, а также на существующие устройства АОПО в случаях, указанных в абзаце четвертом пункта 1.5 Стандарта.

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

– установлены на объектах электроэнергетики до вступления в силу Стандарта;

– подлежат установке на объектах электроэнергетики в соответствии с проектной (рабочей) документацией на создание (модернизацию) устройств или комплексов РЗА, согласованной АО «СО ЕЭС» до вступления в силу Стандарта.

Для указанных устройств АОПО выполнение требований Стандарта должно быть обеспечено при их модернизации либо замене, а также в случае изменения алгоритма их функционирования (при наличии технической возможности).

1.6. Стандарт не устанавливает требования к объему заводских проверок, условиям эксплуатации, сервисному обслуживанию, пожаробезопасности, электробезопасности, электромагнитной

совместимости, информационной безопасности устройств АОПО, оперативному и техническому обслуживанию устройств АОПО.

## 2. Нормативные ссылки

В Стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

стандарт ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.240.001-2011 «Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования»;

ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения».

Примечание. При пользовании Стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов. В случае если ссылочные стандарты заменены или изменены, необходимо использовать действующую версию этих стандартов с учетом всех внесенных в данную версию изменений.

## 3. Термины и определения

В Стандарте применены термины по СТО 59012820.29.240.001-2011, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**устройство АОПО** – микропроцессорное устройство противоаварийной автоматики, реализующее функцию АОПО, как выполненное в виде отдельного устройства противоаварийной автоматики, так и в виде микропроцессорного устройства РЗА, в котором реализована функция АОПО;

Примечание. По тексту Стандарта указание на «устройство АОПО» означает, что соответствующее требование Стандарта относится как к отдельному устройству АОПО, так и к микропроцессорному устройству РЗА, реализующему функцию АОПО, в части функции АОПО.

**функция АОПО** – функция автоматического ограничения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки линий электропередачи и электросетевого оборудования;

**номер версии алгоритма функционирования** – индивидуальный цифровой, буквенный или буквенно-цифровой набор (номер), в том числе входящий в состав номера версии программного

<b>устройства АОПО</b>	обеспечения устройства АОПО, отличающий указанную версию алгоритма функционирования устройства АОПО от других версий и подлежащий изменению при внесении изменений в алгоритм функционирования устройства АОПО (включая изменения, вносимые при модификации, иной переработке или адаптации алгоритма функционирования устройства АОПО);
<b>температура окружающей среды (окружающего воздуха)</b>	– значение температуры воздуха, поступающее в устройство АОПО с датчиков температуры;
<b>защищаемый элемент</b>	– линия электропередачи, автотрансформатор, трансформатор, ошиновка, линейное оборудование (высокочастотные заградители и трансформаторы тока) и оборудование присоединения линий электропередачи к подстанции (электростанции), для защиты которых от токовой перегрузки предназначено устройство АОПО.

#### 4. Сокращения

АПВ	– автоматическое повторное включение;
АРВ	– автоматический регулятор возбуждения;
АСУ ТП	– автоматизированная система управления технологическими процессами;
КЗ	– короткое замыкание
ЛЭП	– линия электропередачи;
ПАК РВ	– программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени;
ПТ ИК РЗА	– программно-технический измерительный комплекс для РЗА;
СДС «СО ЕЭС»	– система добровольной сертификации ОАО «СО ЕЭС», созданная АО «СО ЕЭС» и зарегистрированная в едином реестре систем добровольной сертификации 21.03.2013 под № РОСС RU.31034.04ЕЭ01;
ТН	– трансформатор напряжения;
УВ	– управляющее воздействие.

## **5. Функциональные и технические требования к устройствам АОПО**

5.1. Устройства АОПО предназначены для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки защищаемых элементов.

5.2. Устройство АОПО должно обеспечивать:

- срабатывание при выявлении превышения в любой из трех фаз током по защищаемому элементу заданной величины при заданной температуре окружающей среды;

- выдачу УВ через заданную выдержку времени.

5.3. В устройстве АОПО должна быть предусмотрена пофазная фиксация токовой нагрузки.

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

5.5. В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность задания не менее трех групп уставок по току.

5.6. В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность изменения уставок (групп уставок) на самом устройстве АОПО, дистанционно и автоматически по фактору изменения температуры окружающей среды или иным заданным условиям.

5.7. В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность:

- ввода / вывода функции АОПО (для микропроцессорных устройств РЗА с функцией АОПО);

- ввода / вывода каждой ступени АОПО;

- ввода / вывода отдельных УВ;

- выбора автоматического или ручного изменения уставок по фактору изменения температуры окружающей среды.

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

5.9. После перерывов питания любой длительности устройство АОПО должно восстанавливать работоспособность с заданными уставками и алгоритмом функционирования за время не более 30 с с момента подачи питания.

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

При этом должны выполняться следующие условия:

- при неисправности цепей напряжения в устройстве АОПО должен блокироваться пуск всех УВ, кроме воздействия на отключение защищаемого элемента;

- если устройство АОПО реализует разные УВ при разных направлениях перетока активной мощности, то для каждого из направлений



перетоков активной мощности должен выполняться отдельный алгоритм функционирования.

5.11. Устройство АОПО не должно ложно срабатывать (выдавать УВ) при:

- снятии и подаче питания;
- возникновении неисправностей в цепях оперативного тока;
- возникновении неисправностей в цепях напряжения и тока;
- перезагрузке устройства;
- неисправности датчиков температуры окружающей среды;
- изменении уставок (групп уставок)/

5.12. Устройство АОПО должно:

– содержать внутреннюю функцию регистрации аналоговых сигналов и дискретных событий в объеме, необходимом для анализа работы устройства;

– обеспечивать возможность преобразования зарегистрированных данных в формат, установленный международным стандартом COMTRADE [1].

5.13. В устройстве АОПО должна быть предусмотрена автоматическая самодиагностика исправности программно-аппаратных средств с сигнализацией о неисправности.

5.14. В устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность синхронизации с глобальными навигационными системами. Все зарегистрированные в устройстве АОПО данные должны иметь метки всемирного координированного времени.

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

5.16. В устройстве АОПО должно предусматриваться два входа для приема информации от датчиков температуры окружающей среды.

5.17. В устройстве АОПО должна быть реализована проверка достоверности поступающей информации о температуре окружающей среды (отсутствие / наличие сигнала от датчика температуры окружающей среды, выход замера температуры окружающей среды за заданный диапазон измерений, выход разности между показаниями датчиков окружающей среды за допустимую величину).

5.18. При выявлении недостоверности поступающей информации о температуре окружающей среды устройство АОПО должно переходить с автоматического режима задания уставок на последние достоверные данные, полученные от датчиков температуры окружающей среды.

5.19. Документация на устройство АОПО должна быть на русском языке и содержать:

- информацию об области применения устройства;
- информацию об ограничениях применения устройства;

- описание алгоритма функционирования устройства в объеме, достаточном для обеспечения возможности его моделирования при проведении расчетов переходных режимов и статической устойчивости и полноценного анализа его работы;
- методику выбора параметров настройки (уставок) (с примерами);
- типовую форму бланка параметров настройки (уставок).

## **6. Подтверждение соответствия устройств АОПО требованиям Стандарта**

6.1. Подтверждение соответствия устройств АОПО требованиям Стандарта осуществляется путем добровольной сертификации в СДС «СО ЕЭС».

6.2. Подтверждение соответствия устройств АОПО требованиям Стандарта может осуществляться путем добровольной сертификации в иных системах добровольной сертификации, зарегистрированных в установленном порядке в едином реестре систем добровольной сертификации, при условии соблюдения требований, установленных настоящим разделом Стандарта.

6.3. Объектом сертификации является устройство АОПО с заложенным в него алгоритмом функционирования.

6.4. Сертификация проводится в отношении типовых (серийных) экземпляров устройств АОПО.

6.5. Действие сертификата соответствия распространяется на конкретный тип (марку) и алгоритм функционирования (версию алгоритма функционирования) устройства АОПО.

6.6. В случае идентичности типа (марки) устройств АОПО действие сертификата соответствия не распространяется на устройства АОПО, номер версии алгоритма функционирования которых отличен от номера версии, соответствующего сертифицированному алгоритму функционирования устройства АОПО.

6.7. Сертификация устройства АОПО осуществляется в соответствии с правилами функционирования соответствующей системы добровольной сертификации с обязательным соблюдением требований, установленных настоящим разделом Стандарта.

6.8. Допуск юридических лиц к проведению в СДС «СО ЕЭС» добровольной сертификации устройств АОПО на соответствие требованиям Стандарта осуществляется отдельно в части проведения добровольной сертификации с использованием ПАК РВ и с использованием ПТ ИК РЗА.

В случае если допуск юридического лица к проведению в СДС «СО ЕЭС» добровольной сертификации устройств АОПО осуществляется одновременно в части проведения добровольной сертификации с использованием ПАК РВ и ПТ ИК РЗА, юридическому лицу выдаются отдельные свидетельства о допуске к проведению добровольной сертификации на каждую из указанных областей допуска.

6.9. Применяемая схема сертификации устройства АОПО в обязательном порядке должна включать выполнение мероприятий по анализу документов и информации, представленных заявителем, и проведение сертификационных испытаний устройства АОПО (согласно схеме 3 Правил функционирования системы добровольной сертификации ОАО «СО ЕЭС», утвержденных приказом ОАО «СО ЕЭС» от 05.12.2012 № 475).

6.10. Анализ документов и информации, представленных заявителем, проводится органом по добровольной сертификации перед проведением сертификационных испытаний, с целью предварительной оценки основных технических характеристик устройства АОПО.

Минимальный перечень документов и информации по устройствам АОПО, подлежащих представлению заявителем на рассмотрение органу по добровольной сертификации, приведен в приложении 1 к Стандарту.

Орган по добровольной сертификации вправе дополнительно затребовать от заявителя иные документы и информацию в объеме, необходимом для проведения сертификации и оценки соответствия устройства АОПО требованиям Стандарта.

6.11. Сертификационные испытания проводятся в соответствии с Методикой проведения сертификационных испытаний устройств АОПО (далее – Методика), приведенной в приложении 2 к Стандарту, с использованием ПАК РВ или ПТ ИК РЗА.

6.12. Сертификационные испытания должны проводиться по программе, разработанной органом по добровольной сертификации в соответствии с Методикой и согласованной с АО «СО ЕЭС».

6.13. Сертификационные испытания проводятся на производственно-технической базе испытательной лаборатории органа по добровольной сертификации.

6.14. Сертификационные испытания устройств АОПО должны проводиться в присутствии представителя заявителя или уполномоченного им лица. При проведении сертификационных испытаний могут присутствовать представители АО «СО ЕЭС».

6.15. Сертификационные испытания проводятся в следующем порядке:

6.15.1. Заявитель передает органу по добровольной сертификации для проведения сертификационных испытаний устройство АОПО и согласовывает с органом по добровольной сертификации схемы его подключения к тестовой модели энергосистемы (к интерфейсным блокам ПАК РВ) либо к ПТ ИК РЗА, параметры настройки устройства АОПО.

6.15.2. Органом по добровольной сертификации производится сборка тестовой модели энергосистемы либо настройка ПТ ИК РЗА.

6.15.3. Орган по добровольной сертификации устанавливает в устройстве АОПО представленные заявителем параметры настройки для тестовой модели энергосистемы (при использовании ПАК РВ).

6.15.4. Органом по добровольной сертификации производится подключение сертифицируемого устройства АОПО к ПАК РВ либо к ПТ ИК РЗА.

6.15.5. Органом по добровольной сертификации проводятся сертификационные испытания устройства АОПО в соответствии с программой сертификационных испытаний с регистрацией всех опытов.

6.16. Результаты сертификационных испытаний оформляются органом по добровольной сертификации протоколом сертификационных испытаний. Протокол сертификационных испытаний подписывается всеми участниками испытаний.

Протокол сертификационных испытаний должен соответствовать требованиям, указанным в Правилах функционирования системы добровольной сертификации ОАО «СО ЕЭС», утвержденных приказом ОАО «СО ЕЭС» от 05.12.2012 № 475.

Дополнительно в протоколе сертификационных испытаний должны быть приведены:

- описание сертифицируемого устройства АОПО (тип, номинальные параметры, номер версии алгоритма функционирования, структурная схема алгоритма функционирования и ее описание с учетом внесенных при сертификационных испытаниях изменений);

- описание тестовой модели энергосистемы, на которой проводились сертификационные испытания (при использовании ПАК РВ);

- параметры ПАК РВ или ПТ ИК РЗА (тип, модель, заводской номер, дата последней поверки);

- параметры настройки (уставки) сертифицируемого устройства АОПО с обоснованием их выбора, представленные заявителем или уполномоченным им лицом;

- результаты проведенных сертификационных испытаний, содержащие материалы (осциллограммы, показания регистрирующих приборов и т.п.), иллюстрирующие работу сертифицируемого устройства АОПО в каждом из проведенных опытов;

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

- оценка правильности функционирования сертифицируемого устройства АОПО в каждом из проведенных опытов.

6.17. Срок оформления протокола сертификационных испытаний не должен превышать 10 (десяти) рабочих дней с даты проведения сертификационных испытаний. Копия протокола сертификационных испытаний должна быть направлена органом по добровольной сертификации в АО «СО ЕЭС» не позднее 5 (пяти) рабочих дней с даты его оформления.

6.18. Сертификат соответствия выдается заявителю только при положительных результатах сертификационных испытаний. В сертификате соответствия обязательно указываются тип (марка) устройства АОПО и номер версии его алгоритма функционирования.

6.19. Срок действия сертификата соответствия устройства АОПО требованиям Стандарта установлен бессрочным.

## **7. Библиография**

[1] IEC 60255-24:2013 «Measuring relays and protection equipment – Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems» (IEC 60255-24(2013), Измерительные реле и устройства защиты. Часть 24. Общий формат для обмена данными переходных процессов (COMTRADE) для энергосистем).

**Минимальный перечень документов и информации по устройствам АОПО, подлежащих представлению заявителем на рассмотрение органу по добровольной сертификации**

1. Руководство (инструкция) по эксплуатации устройства АОПО, включающее техническое описание с обязательным указанием типа устройства.

2. Функционально-логические схемы устройства АОПО.

3. Инструкция по монтажу, настройке и вводу в эксплуатацию устройства АОПО.

4. Номер версии алгоритма функционирования устройства АОПО, применяемого на сертифицируемом устройстве АОПО, подтвержденный письмом или иным официальным документом завода-изготовителя устройства АОПО, и краткое описание алгоритма функционирования устройства АОПО.

5. Письменное обязательство завода-изготовителя устройства АОПО по:

– использованию соответствующего номера версии алгоритма исключительно в отношении сертифицируемого алгоритма функционирования устройства АОПО;

– обязательному указанию номера версии алгоритма функционирования устройства АОПО на выпускаемых устройствах АОПО в доступной пользователям информации о программном обеспечении устройства АОПО и в документации на устройство АОПО (установленное на нем программное обеспечение) в целях идентификации применяемой версии алгоритма функционирования устройства АОПО;

– уведомлению органа по добровольной сертификации о внесении в программное обеспечение сертифицируемого типа устройства АОПО изменений, влияющих на алгоритм функционирования устройства АОПО, с указанием номеров, присвоенных измененным (новым) версиям алгоритма функционирования устройства АОПО.

6. Методика выбора параметров настройки (уставок) устройства АОПО (с примерами).

7. Типовая форма бланка параметров настройки (уставок) устройства АОПО.

8. Параметры настройки устройства АОПО для проведения сертификационных испытаний, а также обоснование их выбора.

Примечание:

1. Полный комплект документов предоставляется в бумажном виде и на электронном носителе в формате .pdf и .doc.

2. Все документы должны представляться на русском языке.

## **Методика проведения сертификационных испытаний устройств АОПО**

### **1. Область применения**

Методика должна применяться при проведении сертификационных испытаний устройств АОПО для проверки их соответствия требованиям Стандарта.

### **2. Этапы подготовки и проведения сертификационных испытаний устройств АОПО**

2.1. Сертификационные испытания устройств АОПО проводятся с использованием ПАК РВ или с использованием ПТ ИК РЗА.

В случае проведения сертификационных испытаний с использованием ПАК РВ сборка тестовой модели энергосистемы должна осуществляться в соответствии с требованиями раздела 3 Методики.

В случае проведения сертификационных испытаний с использованием ПТ ИК РЗА настройка ПТ ИК РЗА осуществляется в соответствии с инструкцией производителя ПТ ИК РЗА и должна позволять провести опыты, представленные в разделе 5 Методики. Минимальные требования к ПТ ИК РЗА представлены в п. 4 Методики.

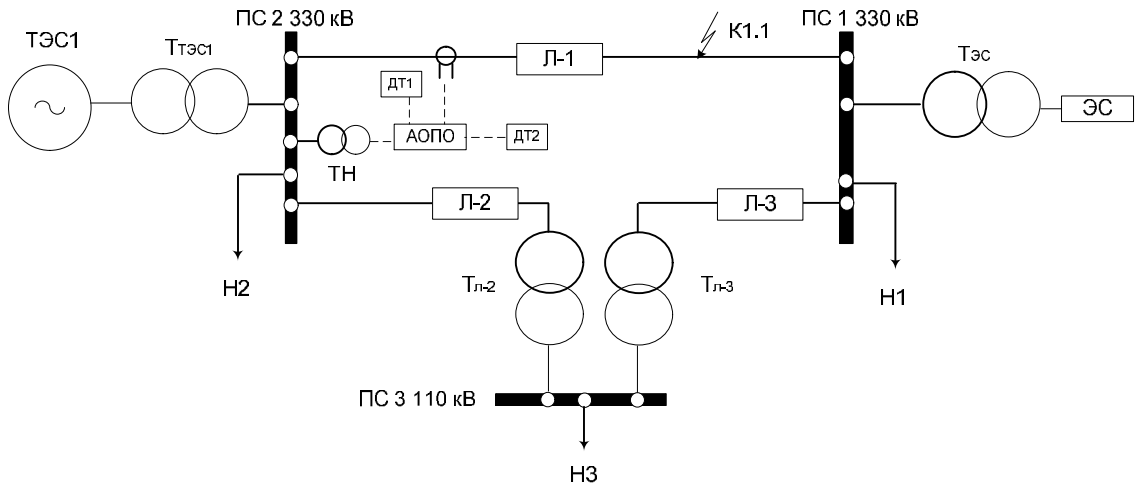
2.2. Сертификационные испытания должны содержать следующие этапы:

- сборка тестовой модели энергосистемы (в случае проведения сертификационных испытаний с использованием ПАК РВ) либо настройка ПТ ИК РЗА;
- проведение сертификационных испытаний;
- анализ результатов сертификационных испытаний.

### **3. Сборка тестовой модели энергосистемы**

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





**Рисунок 1. Схема тестовой модели энергосистемы для проведения сертификационных испытаний устройств АОПО**

3.2. Устройство АОПО должно подключаться на ПС № 2 на ВЛ 330 кВ Л-1.

3.3. Параметры элементов тестовой модели энергосистемы должны соответствовать параметрам, приведенным в таблицах 1–4 Методики.

Таблица 1

**Параметры ЛЭП тестовой модели энергосистемы**

Номер линии	Номера подстанций примыкания	$R_1 + jX_1$	$X_0$	$b$
		Ом	Ом	мкСм
1	ПС1-ПС2	$7,5 + j120$	81,5	335
2	ПС1-ПС3	$1,05 + j16,25$	40,75	167,5
3	ПС2-ПС3	$1,05 + j16,25$	40,75	167,5

Таблица 2

**Параметры генераторов тестовой модели энергосистемы**

Генераторы	$P_{Г\text{ ном}}$	$S_{Г\text{ ном}}$	$H$	$U_{Г\text{ ном}}$	$\cos\varphi$	Реактивные сопротивления					$T_{do}$
	МВт	МВА	МВт·с /МВА	кВ		$X_d$	$X_d'$	$X_d''$	$X_q$	$X_q''$	
						о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	
ЭС	Энергосистема большой мощности, суммарная генераторная мощность которой составляет 16000 МВт, или шины бесконечной мощности										
ТЭС	500	588,2	1,848	20	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9

**Параметры трансформаторов тестовой модели энергосистемы**

Трансформатор	$S_{\text{ном}}$	$U_{\text{ВН ном}}$	$U_{\text{НН ном}}$	$R_{1T}$	$X_{1T}$
	МВА	кВ	кВ	о.е.	о.е.
$T_{\text{ТЭС1}}$	550	330	20	0,003	0,1315
$T_{\text{ЭС}}$	16500	330	10,5	0,001	0,378
$T_{\text{Л-2}}$	100	330	110	*	0,1
$T_{\text{Л-3}}$	100	330	110	*	0,1

*\*Используется линеаризованная модель трансформатора без учета гистерезиса и насыщения с нулевыми омическими (активными) потерями.*

Таблица 4

**Параметры АРВ синхронных генераторов тестовой модели энергосистемы**

Генератор	Тип системы возбуждения	Тип АРВ	Коэффициенты					$T_{\text{СВ}}$	$T_{\text{АРВ}}$
			$K_U$	$K_{1U}$	$K_{1F}$	$K_F$	$K_{1F}$		
			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		
ТЭС	Тиристорная	АРВ-СД	50	5	5	1	7	0,03	0,04

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

3.5. Значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

**Значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы для проведения сертификационных испытаний устройств АОПО**

Параметр режима	Единица измерений	Значение параметра режима
$U_{\text{ТЭС1}}$	кВ	20,12
$P_{\text{ТЭС1}}$	МВт	448,9
$P_{\text{ЭС}}$	МВт	15710
$U_{\text{ЭС}}$	кВ	10,56
$U_{\text{ПС1}}$	кВ	335,7
$U_{\text{ПС2}}$	кВ	335,7
$U_{\text{ПС3}}$	кВ	112,2
$P_{\text{Н1}}$	МВт	550,9*
$P_{\text{Н2}}$	МВт	475,8*
$P_{\text{Н3}}$	МВт	23,8*

*\*Нагрузка моделируется активным сопротивлением.*

3.6. 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 20 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима в течение не менее 30 с.

#### **4. Минимальные требования к ПТ ИК РЗА для проведения испытаний**

4.1. ПТ ИК РЗА должен иметь:

- не менее двух регулируемых источников переменного тока в диапазоне 0-50 А;
- не менее четырех регулируемых источников переменного напряжения в диапазоне 0–200 В (в том числе гальванически изолированный канал  $3U_0$ ),
- фазорегулятор в диапазоне 0–360°;
- измерительные приборы: амперметры, вольтметры и ваттметры переменного тока промышленной частоты класса точности 0,5;
- генератор технической частоты в диапазоне 45–55 Гц;
- источник постоянного напряжения 110 и 220 В (оперативный ток);
- сигнальные лампы, реостаты и т.п.

4.2. ПТ ИК РЗА должен позволять:

- моделировать КЗ различного типа с успешным и неуспешным АПВ;
- моделировать аварийные режимы с увеличением и уменьшением тока;
- моделировать изменение температуры окружающей среды в диапазоне от –30 до +50°С;
- воспроизводить аварийные возмущения с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с;
- регистрировать режимные параметры и срабатывание ступеней устройств АОПО при помощи системы цифрового осциллографирования с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,01 с (их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПВЭМ);
- в различных режимах работы проверять соответствие измеряемых в устройстве АОПО режимных параметров их значениям, фиксируемых измерительными и сигнальными средствами ПТ ИК РЗА.

#### **5. Проведение сертификационных испытаний**

5.1. Программа сертификационных испытаний должна включать опыты, указанные в таблице 6.

Таблица 6

## Перечень опытов программы сертификационных испытаний устройств АОПО

Цель испытаний	№ опыта	Настройка устройства АОПО	Подключение устройства АОПО (на тестовой модели / к ПТ ИК РЗА)	Аварийное возмущение	Корректное действие устройства АОПО
1	2	3	4	5	6
Проверка отсутствия срабатывания при включении и отключении питания	1.1	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Включение оперативного питания	Отсутствие срабатывания
	1.2	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение оперативного питания	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при возникновении неисправности в цепях оперативного тока	2.1	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Замыкание клеммы питания «+» на землю	Отсутствие срабатывания
	2.2	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Замыкание клеммы питания «-» на землю	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей напряжения	3.1	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение одной фазы вторичных цепей трансформатора напряжения	Отсутствие срабатывания
	3.2	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение двух фаз вторичных цепей трансформатора напряжения	Отсутствие срабатывания
	3.3	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток трансформатора напряжения, соединенных «звездой»	Отсутствие срабатывания
	3.4	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Замыкание фазы вторичной цепи от трансформатора напряжения на корпус (землю)	Отсутствие срабатывания
	3.5	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Замыкание двух фаз вторичной цепи от трансформатора напряжения на корпус (землю)	Отсутствие срабатывания

Цель испытаний	№ опыта	Настройка устройства АОПО	Подключение устройства АОПО (на тестовой модели / к ПТ ИК РЗА)	Аварийное возмущение	Корректное действие устройства АОПО
1	2	3	4	5	6
	3.6	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Смена фаз А и В вторичной цепи от трансформатора напряжения	Отсутствие срабатывания
	3.7	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение нулевого вывода обмоток трансформатора напряжения, соединенных «звездой»	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей переменного тока	4.1	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение одной фазы вторичных цепей трансформатора тока	Отсутствие срабатывания
	4.2	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение двух фаз вторичных цепей трансформатора тока	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при изменении групп уставок	5	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Изменение группы уставок в устройстве АОПО (без перезагрузки устройства)	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания при перезагрузке	6	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Перезагрузка устройства (с помощью кнопки на устройстве, тумблера и т.д.)	Отсутствие срабатывания
Проверка восстановления работоспособности с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания	7	Заданы исходные уставки	-/ ПТ ИК РЗА	Отключение оперативного питания. Включение оперативного питания через 60 с	Отсутствие срабатывания. Готовность устройства к работе за время не более 30 с

Цель испытаний	№ опыта	Настройка устройства АОПО	Подключение устройства АОПО (на тестовой модели / к ПТ ИК РЗА)	Аварийное возмущение	Корректное действие устройства АОПО
1	2	3	4	5	6
Проверка срабатывания при превышении значения допустимой токовой нагрузки ЛЭП	8.1	Заданы исходные уставки	Л-1/ ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения заданной уставки устройства АОПО	Срабатывание через заданную выдержку времени с выдачей УВ
	8.2	Заданы исходные уставки	Л-1/ ПТ ИК РЗА	Скачкообразное увеличение токовой нагрузки по Л-1 до достижения заданной уставки устройства АОПО	Срабатывание через заданную выдержку времени с выдачей УВ
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	9.1	Заданы исходные уставки	Л-1 / ПТ ИК РЗА	Отключение нагрузки Н1. Токовая нагрузка по Л-1 не превышает уставку срабатывания устройства АОПО	Отсутствие срабатывания
	9.2	Заданы исходные уставки	Л-1 / ПТ ИК РЗА	Отключение нагрузки Н2. Токовая нагрузка по Л-1 не превышает уставку срабатывания устройства АОПО.	Отсутствие срабатывания
Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при коротких замыканиях	10	Время срабатывания устройства АОПО задано 3 с. Уставка по току меньше тока КЗ (определяется экспериментально)	Л-1 / ПТ ИК РЗА	2-ф КЗ на землю на Л-1 с ее отключением через 2 с и включением через 1 с (имитация работы резервной защиты и АПВ)	Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка отсутствия срабатывания при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в направлении обратном	11.1	Устройство АОПО настроено на срабатывание при перетоке мощности по Л-1 в сторону ПС1	Л-1, ТН / ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 до величины уставки срабатывания устройства АОПО путем увеличения нагрузки на ПС2 и уменьшении мощности генератора ТЭС1.	Отсутствие срабатывания
	11.2	Устройство АОПО настроено	Л-1, ТН / ПТ	Монотонное увеличение нагрузки на	Отсутствие срабатывания

Цель испытаний	№ опыта	Настройка устройства АОПО	Подключение устройства АОПО (на тестовой модели / к ПТ ИК РЗА)	Аварийное возмущение	Корректное действие устройства АОПО
1	2	3	4	5	6
контролируемому		на срабатывание при перетоке мощности по Л-1 в сторону ПС1. Токовая нагрузка по Л-1 соответствует уставке срабатывания устройства АОПО. Время срабатывания задано 6 с	ИК РЗА	ПС 1 и одновременное уменьшение нагрузки на ПС2. Переток мощности направлен в сторону ПС 1 с токовой нагрузкой по Л-1 равной уставке срабатывания в течение 3 с. Изменение направления мощности по Л-1 путем увеличения нагрузки на ПС2 и одновременное уменьшение нагрузки на ПС1. Переток мощности изменяется в сторону ПС2 с токовой нагрузкой по Л-1 равной уставке срабатывания в течение 4 с	
Проверка срабатывания при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в контролируемом направлении	12	Устройство АОПО настроено на срабатывание при перетоке мощности по Л-1 в сторону ПС1. Токовая нагрузка по Л-1 соответствует уставке срабатывания устройства АОПО. Время срабатывания задано 6 с.	Л-1, ТН / ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 путем увеличения нагрузки на ПС1 и уменьшении нагрузки на ПС2	При перетоке мощности в контролируемом направлении, срабатывание устройства через 6 с
Проверка блокирования пуска всех УВ, кроме воздействия на отключение	13	Устройство АОПО настроено на срабатывание при перетоке мощности по Л-1 в сторону ПС1. Уставка срабатывания устройства АОПО	Л-1, ТН / ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки на Л-1 путем увеличения нагрузки на ПС1 и уменьшении нагрузки на ПС2. При перетоке мощности в контролируемом	Блокирование пуска всех УВ, кроме воздействия на отключение защищаемого элемента

Цель испытаний	№ опыта	Настройка устройства АОПО	Подключение устройства АОПО (на тестовой модели / к ПТ ИК РЗА)	Аварийное возмущение	Корректное действие устройства АОПО
1	2	3	4	5	6
защищаемого элемента при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в контролируемом направлении и неисправности цепей напряжения		соответствует токовой нагрузке по Л-1		направлении отключение одной фазы вторичных цепей ТН	
Проверка коэффициента возврата	14	Заданы исходные уставки	Л-1 / ПТ ИК РЗА	Монотонное увеличение токовой нагрузки по Л-1 выше заданной уставки устройства АОПО и последующее монотонное уменьшение токовой нагрузки	При увеличении токовой нагрузки выше заданной уставки, срабатывание устройства. При уменьшении токовой нагрузки до величины токовой нагрузки, соответствующей $K_v=0,99$ , – прекращение выходного сигнала на выдачу УВ
Проверка перехода устройства АОПО с автоматического режима задания уставок на последние достоверные данные,	15.1	Уставка срабатывания устройства АОПО соответствует токовой нагрузке по Л-1 при определенной температуре. Уставка, на которую должно перейти	Л-1, ДТ1+ДТ2 / ПТ ИК РЗА	Имитируется отсутствие сигнала от ДТ1, на ДТ2 температура окружающей среды не изменяется	Автоматический переход на последние достоверные данные, полученные от датчиков температуры окружающей среды, и срабатывание устройства



Цель испытаний	№ опыта	Настройка устройства АОПО	Подключение устройства АОПО (на тестовой модели / к ПТ ИК РЗА)	Аварийное возмущение	Корректное действие устройства АОПО
1	2	3	4	5	6
полученные от датчиков температуры окружающей среды, при выявлении недостоверности поступающей информации о температуре окружающей среды	15.2	устройство АОПО при поступлении недостоверных данных о температуре, заведомо ниже токовой нагрузки по Л-1		На ДТ1 и ДТ2 имитируется выход замера температуры окружающей среды за заданный диапазон измерений	АОПО
	15.3			На ДТ1 температура окружающей среды не изменяется, на ДТ2 имитируется снижение температуры окружающей среды с выходом разности между показаниями датчиков окружающей среды за допустимую величину	
Проверка автоматической смены группы уставок при изменении температуры окружающей среды	16	Заданы 2 группы уставок, соответствующие определенной температуре окружающей среды: I гр.: I <sub>ср</sub> =700 А, t=+40°C, t=5 с; II гр.: I <sub>ср</sub> =900 А, t=+20°C, t=5 с. На входе в устройство АОПО имитируется температура +35°C	Л-1, ДТ1 / ПТ ИК РЗА	Плавное повышение температуры окружающей среды от +35°C до +45°C на ДТ1	Автоматическая смена группы уставок

5.2. Настройка сертифицируемых устройств АОПО должна быть выполнена органом по добровольной сертификации в соответствии с представленными заявителем параметрами настройки устройств АОПО для тестовой модели энергосистемы. Для испытаний с помощью ПТ ИК РЗА настройки устройства АОПО аналогичные.

5.3. Регистрация параметров электроэнергетического режима должна проводиться для каждого опыта.

## **6. Анализ результатов сертификационных испытаний**

Результаты сертификационных испытаний считаются положительными, а устройство АОПО прошедшим сертификационные испытания при одновременном выполнении следующих условий:

6.1. Отсутствует срабатывание устройства АОПО при неисправностях цепей напряжения и потере напряжения, неисправностях измерительных цепей тока.

6.2. Отсутствует срабатывание устройства АОПО при изменении уставок.

6.3. Отсутствует срабатывание устройства АОПО при включении /отключении оперативного питания и неисправностях в цепях оперативного тока.

6.4. Восстановление работоспособности устройства АОПО с заданными уставками и алгоритмом функционирования после перерыва питания происходит за время менее 30 с с момента подачи питания.

6.5. Отсутствует срабатывание устройства АОПО при перезагрузке.

6.6. Устройство АОПО срабатывает через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки срабатывания.

6.7. Отсутствует срабатывание устройства АОПО в допустимых нагрузочных режимах.

6.8. Отсутствует срабатывание (выдача УВ) устройства АОПО при коротких замыканиях.

6.9. Отсутствует срабатывание устройства АОПО при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в направлении обратном контролируемому.

6.10. Устройство АОПО срабатывает при перетоке мощности в контролируемом направлении.

6.11. Устройство АОПО срабатывает при перетоке мощности в контролируемом направлении и неисправности цепей напряжения с действием только на отключение защищаемого элемента.

6.12. Устройство АОПО переходит с автоматического режима задания уставок на последние достоверные данные, полученные от датчиков температуры окружающей среды, при выявлении недостоверности поступающей информации о температуре окружающей среды.

6.13. Обеспечивается автоматическое изменение группы уставок при изменении температуры окружающей среды.

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

Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы»		
наименование организации-разработчика		
<i>Руководитель организации– разработчика</i> Председатель Правления		Б.И. Аюев
должность	личная подпись	инициалы, фамилия
<i>Руководитель разработки</i> Заместитель Председателя Правления		С.А. Павлушко
должность	личная подпись	инициалы, фамилия
<i>Исполнители:</i> Директор по управлению режимами ЕЭС – главный диспетчер		М.Н. Говорун
	личная подпись	инициалы, фамилия
Заместитель директора по управлению режимами ЕЭС		А.В. Жуков
должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Заместитель главного диспетчера по режимам		В.А. Дьячков
должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Начальник Службы внедрения противоаварийной и режимной автоматики		Е.И. Сацук
должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Главный специалист Службы внедрения противоаварийной и режимной автоматики		С.В. Титов
должность	личная подпись	инициалы, фамилия