

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



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

---

**СТО 59012820.29.020.002-2017**

*(обозначение)*

\_\_\_\_\_  
*(дата введения)*

## **СТАНДАРТ**

**«Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматiki разгрузки при перегрузке по мощности. Нормы и требования»**

Издание официальное

**Москва  
2017**

## **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 \_\_.\_\_.2017 № \_\_.

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. Обозначения и сокращения.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>5. Требования к устройствам АРПМ.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>6. Подтверждение соответствия устройств АРПМ требованиям Стандарта.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>7. Библиография .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>Приложение 1 Минимальный перечень документов и информации по устройствам АРПМ, подлежащих представлению заявителем на рассмотрение органу по добровольной сертификации .....</b> | <b>14</b> |
| <b>Приложение 2 Методика проведения сертификационных испытаний устройств АРПМ .....</b>   | <b>15</b> |

## **Введение**

Требования к организации в Единой энергетической системе России автоматической разгрузки при перегрузке по мощности установлены стандартом АО «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».

Настоящий стандарт разработан в развитие СТО 59012820.29.240.001-2011 и устанавливает основные технические и функциональные требования к микропроцессорным устройствам автоматики разгрузки при перегрузке по мощности, обеспечивающие выполнение положений СТО 59012820.29.240.001-2011.

## 1. Область применения

1.1. Настоящий стандарт (далее – Стандарт) устанавливает:

- основные технические и функциональные требования к микропроцессорным устройствам автоматики разгрузки при перегрузке по мощности (далее – АРПМ);
- порядок и методику проведения сертификационных испытаний микропроцессорных устройств АРПМ.

1.2. Стандарт предназначен для АО «СО ЕЭС», собственников и иных законных владельцев электрических станций и объектов электросетевого хозяйства, на которых установлены устройства АРПМ, организаций, осуществляющих деятельность по разработке, изготовлению, созданию, модернизации, наладке, эксплуатации устройств и комплексов противоаварийной автоматики, разработке алгоритмов функционирования устройств и комплексов противоаварийной автоматики, проектных и научно-исследовательских организаций.

1.3. Требования Стандарта должны учитываться при подготовке, согласовании и выполнении технических условий на технологическое присоединение 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.

1.4. Требования 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 Стандарта;
- подлежат установке на объектах электроэнергетики в соответствии с проектной (рабочей) документацией на создание (модернизацию) устройств или комплексов противоаварийной автоматики, согласованной АО «СО ЕЭС» до вступления в силу Стандарта.

Для указанных устройств АРПМ выполнение требований Стандарта должно быть обеспечено при их замене.

Требования Стандарта распространяются на вновь устанавливаемые на объектах электроэнергетики микропроцессорные устройства АРПМ, а также на существующие микропроцессорные устройства АРПМ при изменении алгоритма их функционирования.

1.5. 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 Стандарте использованы нормативные ссылки на стандарт АО «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».

Примечание. При пользовании Стандартом целесообразно проверить действие ссылочного стандарта. В случае если ссылочный стандарт заменен, необходимо использовать действующую версию этого стандарта 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 АРПМ** – отдельное микропроцессорное устройство противоаварийной автоматики, реализующее функцию автоматической разгрузки сечения электрической сети, при его перегрузке по активной мощности;
- 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);
- фазовый угол** – угол между векторами напряжения в узлах энергосистемы.

## 4. Обозначения и сокращения

- АРПМ** – автоматика разгрузки при перегрузке по мощности;
- ПАК РВ** – программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени;
- 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; |
| ТТ | – трансформатор тока;       |
| ТИ | – телеизмерение;            |
| УВ | – управляющее воздействие.  |

## 5. Требования к устройствам АРПМ

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

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

Примечание. В Стандарте при отсутствии указания, на какой именно вид устройства АРПМ распространяется соответствующее требование, считается, что требование Стандарта распространяется на все виды устройств АРПМ.

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

5.3. Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно обеспечивать:

- срабатывание при выявлении превышения перетоком активной мощности по элементам, входящим в сечение электрической сети, заданной величины;
- выдачу УВ через заданную выдержку времени;
- отсутствие выдачи УВ при коротких замыканиях и последующих затухающих синхронных качаниях.

5.4. Устройство АРПМ с пусковым органом по фазовому углу должно обеспечивать:

- срабатывание при выявлении превышения фазовым углом между векторами напряжения в узлах энергосистемы заданной величины;
- выдачу УВ через заданную выдержку времени;
- отсутствие выдачи УВ при коротких замыканиях и последующих затухающих синхронных качаниях;
- отсутствие выдачи УВ при потере ТИ фазы вектора напряжения.

5.5. В устройстве АРПМ с пусковым органом по активной мощности должна быть предусмотрена возможность задания не менее трех групп уставок. В устройстве АРПМ с пусковым органом по фазовому углу допускается задание одной группы уставок.

5.6. В устройстве АРПМ с пусковым органом по активной мощности должна быть предусмотрена возможность изменения групп уставок на самом

устройстве АРПМ и дистанционно (удаленно оперативным и/или диспетчерским персоналом, а также посредством автоматического формирования отдельным устройством сигнала на изменение уставки, например, при фиксации отключения ЛЭП, АТ и т.д.).

5.7. В устройстве АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно быть реализовано автоматическое изменение групп уставок при потере любого из ТИ активной мощности.

5.8. Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно выявлять недостоверность ТИ путем сравнения значений ТИ, получаемых по двум каналам, на величину, превышающую заданную уставку в течение времени более 10 с.

5.9. Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно позволять осуществлять его настройку в соответствии со следующими требованиями:

– реализация уставок по активной мощности (при напряжении переменного тока от 0,5 до 1,15  $U_{ном}$ ; при переменном токе от 0,05 до 2  $I_{ном}$ ) должна осуществляться в диапазоне:

- для номинального тока 1 А – от 0 Вт до  $\pm 100$  Вт с шагом изменения уставки не более 1 Вт;

- для номинального тока 5 А – от 0 Вт до  $\pm 500$  Вт с шагом изменения уставки не более 1 Вт;

– реализация уставок по времени должна осуществляться в диапазоне от 0,2 с до 10 с с шагом не более 0,1 с.

5.10. Устройство АРПМ с пусковым органом по фазовому углу должно позволять осуществлять его настройку в соответствии со следующими требованиями:

– реализация уставок по углу должна осуществляться в диапазоне 0–180 градусов с шагом не более 2 градуса;

– реализация уставок по времени должна осуществляться в диапазоне от 0,2 с до 10 с с шагом не более 0,1 с.

5.11. Коэффициент возврата измерительных органов для устройства АРПМ должен быть в пределах от 0,98 до 0,99.

5.12. В устройстве АРПМ должно быть предусмотрено:

- не менее 4 дискретных входов;

- не менее 16 дискретных выходов;

- соответствующее количеству задаваемых ступеней количество дискретных выходов сигнализации;

- не менее двух цифровых входов, обеспечивающих прием информации от устройств телемеханики.

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

5.14. Устройство АРПМ не должно ложно срабатывать при:



- снятии и подаче питания;
- возникновении неисправностей в цепях оперативного тока;
- возникновении неисправностей в цепях напряжения и тока;
- потере цепей напряжения;
- перезагрузке устройства;
- изменении уставок;
- недостоверности ТИ либо при неисправности обоих каналов.

5.15. Устройство АРПМ 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].

5.16. В устройстве АРПМ должна быть предусмотрена автоматическая самодиагностика исправности программно-аппаратных средств.

5.17. В устройстве АРПМ должна быть предусмотрена возможность синхронизации с системами единого времени. Все зарегистрированные в устройстве АРПМ данные должны иметь метки единого астрономического времени.

5.18. Документация на устройство АРПМ 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, статической и динамической устойчивости и полноценного анализа его работы;
- методику выбора параметров настройки (уставок) (с примерами);
- типовую форму бланка параметров настройки (уставок).

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

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

6.2. Подтверждение соответствия устройств АРПМ 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 АРПМ одного из двух видов (в соответствии с пунктом 5.1 Стандарта) с заложенным в него алгоритмом функционирования.

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

6.5. В случае если сертификация осуществляется для устройства АРПМ, совмещающего АРПМ с пусковым органом по фазовому углу и АРПМ с пусковым органом по активной мощности, должны выдаваться отдельные сертификаты соответствия для каждого вида устройства АРПМ.

6.6. Действие сертификата соответствия распространяется на вид, конкретный тип (марку) и алгоритм функционирования (версию алгоритма функционирования) устройства АРПМ.

6.7. Сертификат соответствия подтверждает выполнение в отношении устройства АРПМ требований Стандарта только применительно к тому виду устройства, проверка для которого проводилась при сертификации.

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

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

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

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

Минимальный перечень документов и информации по устройствам АРПМ, 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 АРПМ требованиям Стандарта.

6.12. Сертификационные испытания проводятся в соответствии с Методикой проведения сертификационных испытаний устройств АРПМ (далее – Методика), приведенной в приложении 2 к Стандарту, с использованием ПАК РВ.

Для АРПМ с пусковым органом по активной мощности испытания должны выполняться в объеме, предусмотренном в таблице 6 Методики.

Для АРПМ с пусковым органом по фазовому углу испытания должны выполняться в объеме, предусмотренном в таблице 6 (опыты №№ 1.1–7, 12) и в таблице 7 Методики.

6.13. Сертификационные испытания должны проводиться по программе, разработанной органом по добровольной сертификации в соответствии с Методикой и согласованной с АО «СО ЕЭС». Программа сертификационных испытаний должна учитывать вид устройства АРПМ, указанный заявителем.

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

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

6.16. Сертификационные испытания проводятся в следующем порядке:

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

6.16.2. Органом по добровольной сертификации производится сборка тестовой модели энергосистемы.

6.16.3. Орган по добровольной сертификации устанавливает в устройстве АРПМ представленные заявителем параметры настройки для тестовой модели энергосистемы.

6.16.4. Органом по добровольной сертификации производится подключение сертифицируемого устройства АРПМ к ПАК РВ.

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

6.17. 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».

Дополнительно в протоколе сертификационных испытаний должны быть приведены:

– описание сертифицируемого устройства АРПМ (вид, 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;
- параметры ПАК РВ (тип, модель, заводской номер, дата последней поверки);
- параметры настройки (уставки) сертифицируемого устройства АРПМ 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 АРПМ в каждом из проведенных опытов;
- скорректированные параметры настройки устройства АРПМ (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 АРПМ в каждом из проведенных опытов.

6.18. 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.

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

6.20. Срок действия сертификата соответствия устройства АРПМ 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 АРПМ, подлежащих представлению заявителем на рассмотрение органу по добровольной сертификации**

1. Руководство (инструкция) по эксплуатации устройства АРПМ, включающее техническое описание с обязательным указанием вида, типа, функционально-логические схемы, а также инструкция по монтажу, настройке и вводу в эксплуатацию устройства АРПМ.

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

3. Письменное обязательство завода-изготовителя устройства АРПМ по:

– использованию соответствующего номера версии алгоритма исключительно в отношении сертифицируемого 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;

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

4. Параметры настройки устройства АРПМ 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.



3.2. Устройство АРПМ с пусковым органом по активной мощности должно подключаться на ПС № 2 поочередно на ВЛ 330 кВ Л-1, Л-2 и на Л-1 и Л-2 одновременно.

3.3. Устройство АРПМ с пусковым органом по фазовому углу должно подключаться на ПС № 2 с использованием ТИ фазы вектора напряжения с ПС № 1.

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

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

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/<br>МВА | кВ                 |               | $X_d$                    | $X_d'$ | $X_d''$ | $X_q$ | $X_q''$ | с        |
|            |   |                    |               |                    |               | о.е.                     | о.е.   | о.е.    | о.е.  | о.е.    |          |
| ЭС         | Энергосистема большой мощности, суммарная генераторная мощность которой составляет 14000 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      |

Таблица 3. Параметры трансформаторов тестовой модели энергосистемы

| Трансформатор | $S_{\text{ном}}$ | $U_{ВН\text{ ном}}$ | $U_{НН\text{ ном}}$ | $R_{1Т}$ | $X_{1Т}$ |
|---------------|------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|
|               | МВА              | кВ                  | кВ                  | о.е.     | о.е.     |
| $T_{ТЭС1}$    | 550              | 330                 | 20                  | 0,003    | 0,1315   |
| $T_{ЭС}$      | 16500            | 330                 | 10,5                | 0,001    | 0,378    |
| $T_{Л-2}$     | 100              | 330                 | 110                 | *        | 0,1      |
| $T_{Л-3}$     | 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      |                     |                     |                |                 | Т <sub>СВ</sub> | Т <sub>АРВ</sub> |
|-----------|-------------------------|---------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|           |                         |         | K <sub>U</sub>    | K <sub>IU</sub>     | K <sub>IF</sub>     | K <sub>F</sub> | K <sub>IF</sub> |                 |                  |
|           |                         |         | е.в.н./<br>е.н.с. | е.в.н./<br>е.н.с./с | е.в.н./<br>е.т.р./с | е.в.н./<br>/Гц | е.в.н./Гц/с     | с               | с                |
| ТЭС       | Тиристорная             | АРВ-СД  | 50                | 5                   | 5                   | 1              | 7               | 0,03            | 0,04             |

3.6. Величина нагрузки на ПС2, ПС3 может изменяться в диапазоне от 0 до 1000 МВт. Нагрузка на шинах генератора энергосистемы (ЭС) R=0,00725 Ом. Величина нагрузки на шинах генератора ЭС не изменяется во всех опытах.

3.7. 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 АРПМ.

| Параметр режима | Единица измерений | Значение параметра режима |
|-----------------|-------------------|---------------------------|
| $U_{ТЭС1}$      | кВ                | 20,12                     |
| $P_{ТЭС1}$      | МВт               | 448,9                     |
| $P_{ЭС}$        | МВт               | 15710                     |
| $U_{ЭС}$        | кВ                | 10,56                     |
| $U_{ПС1}$       | кВ                | 335,7                     |
| $U_{ПС2}$       | кВ                | 335,7                     |
| $U_{ПС3}$       | кВ                | 112,2                     |
| $P_{Н1}$        | МВт               | 550,9 <sup>(*)</sup>      |
| $P_{Н2}$        | МВт               | 475,8 <sup>(*)</sup>      |
| $P_{Н3}$        | МВт               | 23,8 <sup>(*)</sup>       |

<sup>(\*)</sup>Нагрузка моделируется активным сопротивлением.

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

#### **4. Проведение сертификационных испытаний**

4.1. Программа сертификационных испытаний должна включать опыты, указанные в таблицах 6 и 7.

4.2. Настройка сертифицируемых устройств АРПМ должна быть выполнена органом по добровольной сертификации в соответствии с представленными заявителем параметрами настройки устройств АРПМ для тестовой модели энергосистемы.

4.3. Все опыты, предусмотренные в программе сертификационных испытаний, должны выполняться при неизменных параметрах настройки сертифицируемого устройства АРПМ. Если в процессе проведения сертификационных испытаний выявится необходимость корректировки настройки сертифицируемого устройства АРПМ, все опыты, предусмотренные программой сертификационных испытаний, должны быть выполнены повторно с измененными параметрами настройки сертифицируемого устройства АРПМ.

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

Таблица 6. Перечень опытов программы сертификационных испытаний устройств АРПМ с пусковым органом по активной мощности

| Цель испытаний   | № опыта | Предаварийный режим | Подключение АРПМ | Аварийное возмущение  | Корректное действие АРПМ |
|--|---------|---------------------|------------------|---|--------------------------|
| 1  | 2       | 3                   | 4                | 5   | 6                        |
| Проверка отсутствия срабатывания при включении и отключении питания                        | 1.1     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Включение оперативного питания  | Отсутствие срабатывания  |
|  | 1.2     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение оперативного питания   | Отсутствие срабатывания  |
| Проверка отсутствия срабатывания при возникновении неисправности в цепях оперативного тока | 2.1     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Замыкание клеммы питания «+» на землю   | Отсутствие срабатывания  |
|  | 2.2     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Замыкание клеммы питания «-» на землю   | Отсутствие срабатывания  |
| Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей напряжения                       | 3.1     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение одной фазы вторичных цепей трансформатора напряжения                                       | Отсутствие срабатывания  |
|  | 3.2     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение двух фаз вторичных цепей трансформатора напряжения   | Отсутствие срабатывания  |
|  | 3.3     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток трансформатора напряжения, соединенных «звездой»       | Отсутствие срабатывания  |
|  | 3.4     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение трех фаз вторичных цепей от обмоток трансформатора напряжения, соединенных «треугольником» | Отсутствие срабатывания  |
|  | 3.5     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Замыкание фазы вторичной цепи от трансформатора напряжения на корпус (землю)                          | Отсутствие срабатывания  |

| Цель испытаний   | № опыта | Предаварийный режим | Подключение АРПМ | Аварийное возмущение  | Корректное действие АРПМ  |
|--|---------|---------------------|------------------|---|---|
| 1  | 2       | 3                   | 4                | 5   | 6   |
|  | 3.6     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Замыкание двух фаз вторичной цепи от трансформатора напряжения на корпус (землю)    | Отсутствие срабатывания   |
|  | 3.7     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Смена фаз А и В вторичной цепи от трансформатора напряжения                         | Отсутствие срабатывания   |
|  | 3.8     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение нулевого вывода обмоток трансформатора напряжения, соединенных «звездой» | Отсутствие срабатывания   |
| Проверка отсутствия срабатывания при неисправностях цепей переменного тока   | 4.1     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение одной фазы вторичных цепей трансформатора тока                           | Отсутствие срабатывания   |
|  | 4.2     | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение двух фаз вторичных цепей трансформатора тока                             | Отсутствие срабатывания   |
| Проверка отсутствия срабатывания при изменении групп уставок   | 5       | -                   | -                | Изменение группы уставок в устройстве АРПМ  | Отсутствие срабатывания   |
| Проверка отсутствия срабатывания при перезагрузке  | 6       | -                   | -                | 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       | Воздействия ПАК РВ  | -                | Отключение оперативного питания. Включение оперативного питания через 60 с          | Отсутствие срабатывания.<br>Готовность устройства к работе за время не более 30 с |

| Цель испытаний  | № опыта | Предаварийный режим | Подключение АРПМ | Аварийное возмущение  | Корректное действие АРПМ                                  |
|---|---------|---------------------|------------------|---|---|
| 1   | 2       | 3                   | 4                | 5   | 6   |
| Проверка срабатывания при превышении активной мощности по контролируемой ЛЭП заданной уставки | 8.1     | Исходная схема      | Л-2              | Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-2 до достижения заданной уставки АРПМ           | Срабатывание через заданную выдержку времени с выдачей УВ |
|   | 8.2     | Исходная схема      | Л-2              | Скачкообразное увеличение перетока активной мощности по Л-2 до достижения заданной уставки АРПМ       | Срабатывание через заданную выдержку времени с выдачей УВ |
|   | 8.3     | Исходная схема      | Л-1+Л-2          | Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1 и Л-2 до достижения заданной уставки АРПМ     | Срабатывание через заданную выдержку времени с выдачей УВ |
|   | 8.4     | Исходная схема      | Л-1+Л-2          | Скачкообразное увеличение перетока активной мощности по Л-1 и Л-2 до достижения заданной уставки АРПМ | Срабатывание через заданную выдержку времени с выдачей УВ |
| Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах                           | 9       | Исходная схема      | Л-2              | Отключение Л-3. Переток активной мощности по Л-2 не превышает уставку срабатывания                    | Отсутствие срабатывания                                   |
| Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при синхронных качаниях                          | 10      | Исходная схема      | Л-2              | Отключение Л-1 и последующее несинхронное включение Л-1. Возникновение синхронных качаний             | Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ                 |
| Проверка отсутствия срабатывания (выдачи УВ) при коротких замыканиях                          | 11.1    | Исходная схема      | Л-2              | 2-ф КЗ на землю на Л-1 с ее отключением через 0,5 с и включением через 2 с (имитация работы АПВ)      | Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ                 |
|   | 11.2    | Исходная схема      | Л-2+Л-1          | 2-ф КЗ на землю на Л-1 с ее последующим отключением   | Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ                 |
|   | 11.3    | Исходная схема      | Л-2              | 3-ф КЗ на Л-3 с ее последующим отключением  | Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ                 |

| Цель испытаний  | № опыта | Предаварийный режим  | Подключение АРПМ   | Аварийное возмущение   | Корректное действие АРПМ  |
|---|---------|--|--|--|---|
| 1   | 2       | 3  | 4  | 5  | 6   |
| Проверка отсутствия срабатывания при коротких замыканиях и последующих затухающих синхронных качаниях                     | 12      | Исходная схема   | Л-2  | 2-ф КЗ на землю на Л-1 с ее отключением через 0,5 с последующим несинхронным включением. Возникновение затухающих синхронных качаний | Отсутствие выходного сигнала на выдачу УВ   |
| Проверка отсутствия срабатывания при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в направлении обратном контролируемому | 13      | Исходная схема   | Л-1  | Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-1 в сторону ПС 2 до величины, превышающей заданную уставку АРПМ                | Отсутствие срабатывания   |
| Проверка коэффициента возврата  | 14      | Исходная схема   | Л-2  | Монотонное увеличение перетока активной мощности по Л-2 выше заданной уставки АРПМ и последующее монотонное уменьшение перетока      | При увеличении перетока активной мощности выше заданной уставки, срабатывание устройства. При уменьшении перетока активной мощности до перетока активной мощности, соответствующего $K_v=0,98$ , – прекращение выходного сигнала на выдачу УВ |
| Проверка отсутствия срабатывания при неисправности ТИ   | 15      | Исходная схема   | Л-2+Л-1 датчик мощности (ДМ1) отключен   | Скачкообразное увеличение перетока активной мощности по Л-1 и Л-2 до достижения заданной уставки АРПМ                                | Отсутствие срабатывания   |
| Проверка отсутствия срабатывания при недостоверности ТИ (при отличии значений ТИ,   | 16      | Исходная схема. Переток активной мощности по Л-1 превышает уставку | Л-2 (через датчики мощности ДМ1 и ДМ2 в одной точке)+Л-1 (через датчик мощности ДМ3, отключен) | Переключиться ключом с ДМ2 на ДМ3  | Отсутствие срабатывания   |

| Цель испытаний   | № опыта | Предавварийный режим  | Подключение АРПМ  | Аварийное возмущение   | Корректное действие АРПМ  |
|--|---------|---|---|--|---|
| 1  | 2       | 3   | 4   | 5  | 6   |
| получаемых по двум каналам)  |         | срабатывания АРПМ   |   |  |   |
| Проверка автоматической смены группы уставок при исключении одного из ТИ | 17      | Исходная схема. Переток активной мощности по Л-1+Л-2 равен 0,9 Рсраб I гр. уставок, а по Л-2 равен 1,1 Рсраб II гр.уставок. | Л-1 (через датчик мощности ДМ3) + Л-2 (через датчик мощности ДМ1) | В устройстве заданы две группы уставок.<br>Первая группа уставок – Рсраб I гр. уставок для Л-1+Л-2.<br>Вторая группа уставок – Рсраб II гр. уставок для Л-2.<br>Рсраб I гр. равна 1,5 Рсраб II гр.<br>Ключом отключается ДМ3 | При отключении ДМ3 должно произойти автоматическое изменение группы уставок и срабатывание АРПМ |

Таблица 7. Перечень опытов программы сертификационных испытаний устройств АРПМ с пусковым органом по углу

Опыты №№ 1.1–7, 12 аналогичны указанным в таблице 6.

| Цель испытаний   | № опыта | Предавварийный режим | Подключение АРПМ | Аварийное возмущение  | Корректное действие АРПМ   |
|--|---------|----------------------|------------------|---|--|
| 1  | 2       | 3                    |                  | 4   | 5  |
| Проверка срабатывания при превышении фазным углом заданной уставки | 8.1     | Исходная схема       | ПС2+ ПС1 (от ТИ) | Монотонное увеличение нагрузки на ПС1 до достижения заданной уставки АРПМ     | Срабатывание через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки по углу |
|  | 8.2     | Исходная схема       | ПС2+ ПС1 (от ТИ) | Скачкообразное увеличение нагрузки на ПС1 до достижения заданной уставки АРПМ | Срабатывание через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки по углу |
| Проверка отсутствия срабатывания при                               | 9       | Исходная схема       | ПС2+ ПС1 (от ТИ) | Монотонное увеличение нагрузки на ПС1 до 0,95 уставки АРПМ по углу            | Отсутствие срабатывания. Угол между напряжениями ПС2 и ПС1 не превышает уставку      |

| Цель испытаний  | № опыта | Предаварийный режим | Подключение АРПМ | Аварийное возмущение   | Корректное действие АРПМ   |
|---|---------|---------------------|------------------|--|--|
| 1   | 2       | 3                   |                  | 4  | 5  |
| допустимых нагрузочных режимах  |         |                     |                  |  |  |
| Проверка отсутствия срабатывания (блокировки) при потере ТИ фазы вектора напряжения | 10      | Исходная схема      | ПС2+ ПС1 (от ТИ) | Отключение ТИ (либо ТН на ПС1)   | Отсутствие срабатывания (блокировка устройства)  |
| Проверка коэффициента возврата  | 11.1    | Исходная схема      | ПС2+ ПС1 (от ТИ) | Монотонное увеличение нагрузки на ПС1 и последующее ее монотонное уменьшение         | При достижении угла между напряжениями на ПС1 и ПС2 заданной уставки, срабатывание устройства. При уменьшении угла между напряжениями на ПС1 и ПС2 до угла, соответствующего $K_v = 0,98$ , – прекращение выходного сигнала на выдачу УВ |
|   | 11.2    | Исходная схема      | ПС2+ ПС1 (от ТИ) | Скачкообразное увеличение нагрузки на ПС1 и последующее ее скачкообразное уменьшение | При достижении угла между напряжениями ПС1 и ПС2 заданной уставки, срабатывание устройства. При уменьшении угла между напряжениями на ПС 1 и ПС 2 до угла, соответствующего $K_v = 0,98$ , – прекращение выходного сигнала на выдачу УВ  |



## **5. Анализ результатов сертификационных испытаний**

Результаты сертификационных испытаний считаются положительными, а устройства АРПМ – прошедшими сертификационные испытания при одновременном выполнении следующих условий:

5.1. Отсутствует срабатывание устройств АРПМ при неисправностях цепей напряжения и потере напряжения, неисправностях измерительных цепей тока.

5.2. Отсутствует срабатывание устройств АРПМ при изменении уставок.

5.3. Отсутствует срабатывание устройств АРПМ при включении / отключении оперативного питания и неисправностях в цепях оперативного тока.

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

5.5. Отсутствует срабатывание устройства АРПМ при перезагрузке.

5.6. Устройство АРПМ срабатывает через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки срабатывания.

5.7. Отсутствует срабатывание устройства АРПМ в допустимых нагрузочных режимах.

5.8. Отсутствует срабатывание (выдача УВ) устройства АРПМ при коротких замыканиях и последующих затухающих синхронных качаниях.

5.9. Отсутствует срабатывание устройства АРПМ с пусковым органом по активной мощности при направлении перетока активной мощности по ЛЭП в направлении обратном контролируемому.

5.10. Отсутствует срабатывание устройства АРПМ при недостоверности ТИ либо при неисправности канала.

5.11. Отсутствует срабатывание (блокировка) устройства АРПМ с пусковым органом по фазовому углу при потере ТИ фазы вектора напряжения.

5.12. Обеспечивается автоматическое изменение группы уставок устройства АРПМ с пусковым органом по активной мощности при исключении любого из ТИ активной мощности.

**Ключевые слова:** противоаварийная автоматика, автоматика разгрузки при перегрузке по мощности

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