
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
33.040.20.123-2012**

Аттестационные требования к устройствам противоаварийной автоматики (ПА)

Стандарт организации

Дата введения: 24.05.2012

ОАО «ФСК ЕЭС»
2012

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о Стандарте организации

- 1 РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», ООО НТЦ «Электроинжиниринг Диагностика и Сервис».
- 2 ВНЕСЁН: Департаментом РЗА и ПА, Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС».
- 3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 24.05.2012 № 282.
- 4 ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5 А, электронной почтой по адресу: Makeev-AN@fsk-ees.ru, vaga-na@fsk-ees.ru, smirnova-sn@fsk-ees.ru.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Термины и определения	5
4 Обозначения и сокращения	7
5 Назначение, область применения устройств противоаварийной автоматики	9
6 Требования к функциям устройств противоаварийной автоматики	10
7 Требования к устройствам противоаварийной автоматики	22
8 Требования к условиям эксплуатации устройств противоаварийной автоматики	29
9 Требования к надежности функционирования устройств противоаварийной автоматики	30
10 Требования к производителю устройств ПА	30
11 Требования к сервисным центрам устройств ПА	31
12 Методика проведения аттестационной проверки устройств противоаварийной автоматики	31
Приложение А	34
Приложение Б	40
Приложение В	48
Приложение Г	51
Приложение Д	54
Приложение Е	60
Библиография	71

1 Общие положения

Требования настоящего Стандарта организации (далее – СТО) распространяются на микропроцессорные устройства противоаварийной автоматики, установленные на объектах электросетевого хозяйства.

Требованиями СТО следует руководствоваться при проведении аттестации устройств противоаварийной автоматики в соответствии с «Методикой поведения аттестации оборудования, технологий, материалов в ОАО «ФСК ЕЭС», «Порядком проведения аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО «ФСК ЕЭС», введенных Распоряжением ОАО «ФСК ЕЭС» от 12.10.2009 № 417р, создании новых, комплексной реконструкции (модернизации) устройств и комплексов противоаварийной автоматики действующих подстанций, проектировании, проведении пуско-наладочных работ, приёмо-сдаточных испытаний устройств и комплексов противоаварийной автоматики.

СТО содержит основные требования к функциям, условиям применения устройств противоаварийной автоматики, общие требования к техническим средствам противоаварийной автоматики, методики, программы и рекомендуемые технические средства аттестационных проверок.

СТО содержит минимально необходимые требования к устройствам противоаварийной автоматики и не ограничивает возможные расширения функциональности устройств противоаварийной автоматики.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1-4).

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 30328-95 (МЭК 60255-5-77) Реле электрические. Испытание изоляции.

ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 15150-69. Исполнение для различных климатических районов (с Изменениями N 1-4).

ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.6.4-99 (МЭК 61000-6-4-97) Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоэмиссия от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний.

ГОСТ Р МЭК 60950-2002 Безопасность оборудования информационных технологий.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

Аварийный режим энергосистемы: электроэнергетический режим энергосистемы, характеризующийся параметрами, выходящими за пределы требований технических регламентов и иных обязательных требований, и ведущий к угрозе повреждения оборудования и ограничению подачи электрической и тепловой энергии.

Асинхронный режим: аварийный режим энергосистемы, характеризующийся несинхронным вращением части генераторов энергосистемы.

Аттестация оборудования: оценка соответствия показателей предлагаемого к использованию на объектах электросетевого хозяйства оборудования, систем, технологий и материалов требованиям стандартов, нормативно-технических документов, условиям применения и возможности его использования на объектах электросетевого хозяйства.

Доаварийный режим энергосистемы: режим энергосистемы до возникновения аварийного возмущения.

Команда противоаварийной автоматики: команда, формируемая устройством или комплексом противоаварийной автоматики, на реализацию управляющего воздействия, передаваемая с помощью устройств передачи аварийных сигналов и команд.

Комплекс противоаварийной автоматики: совокупность устройств противоаварийной автоматики, связанных между собой функционально.

Контролируемое сечение: сечение или частичное сечение, перетоки мощности в котором регулируются или контролируются субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.

Локальная противоаварийная автоматика: устройство противоаварийной автоматики или комплекс противоаварийной автоматики, формирующий и реализующий противоаварийное управление на основе местной схемно-режимной информации.

Нормативное возмущение: аварийное возмущение, учитываемое в требованиях по обеспечению устойчивости энергосистем при их проектировании и эксплуатации.

Противоаварийная автоматика: совокупность устройств, обеспечивающая измерение и обработку параметров электроэнергетического режима энергосистемы, передачу информации и команд управления и реализацию управляющих воздействий в соответствии с заданными алгоритмами и настройкой для выявления, предотвращения развития и ликвидации аварийного режима энергосистемы.

Режимная автоматика: совокупность устройств, обеспечивающая измерение и обработку параметров электроэнергетического режима энергосистемы, передачу информации и команд управления и реализацию управляющих воздействий в соответствии с заданными алгоритмами и настройкой для регулирования параметров режима энергосистемы (частоты электрического тока, напряжения, активной и реактивной мощности).

Ресинхронизация: процесс восстановления синхронной работы электрической станции или части энергосистемы после нарушения синхронизма, не связанный с делением энергосистемы.

Связь (в электрической сети): последовательность элементов электрической сети (линии электропередачи, трансформаторы, системы (секции) шин, коммутационные аппараты), соединяющих две части энергосистемы.

Сечение (в электрической сети): совокупность элементов электрической сети, отключение которых приводит к разделению энергосистемы на две изолированные части.

Управляющее воздействие: задание на изменение режима работы или эксплуатационного состояния объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, реализуемое по команде противоаварийной автоматики.

Уставка: значение параметра, при котором должно срабатывать устройство противоаварийной автоматики.

Устройство противоаварийной автоматики: техническое устройство (аппарат, терминал), выполняющее фиксацию аварийного возмущения, обработку параметров электроэнергетического режима энергосистемы, выбор управляющих воздействий, передачу аварийных сигналов и команд управления или реализацию управляющих воздействий и обслуживаемое (оперативно и технически) как единое целое.

Цикл асинхронного режима: проворот на 360 градусов относительного угла между электродвижущими силами несинхронно работающих генераторов.

Электрический центр качаний: точка электрической сети, напряжение в которой при асинхронном режиме снижается до нуля.

Энергосистема: совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической энергии и тепла при общем управлении этим режимом.

Централизованная система противоаварийная автоматика: комплекс противоаварийной автоматики, осуществляющий контроль электроэнергетического режима энергосистемы или ее части и выполняющий автоматический расчет параметров срабатывания входящих в указанный комплекс противоаварийной автоматики устройств.

4 Обозначения и сокращения

АБ – аккумуляторная батарея;

АДВ – автоматика дозирования управляющих воздействий;

АЗГ – автоматическая загрузка генераторов;

АЛАР – автоматическая ликвидация асинхронного режима;

АОПН – автоматическое ограничение повышения напряжения;

АОПО – автоматическое ограничение перегрузки оборудования;

АОПЧ – автоматическое ограничение повышения частоты;

АОСН – автоматическое ограничение снижения напряжения;

АОСЧ – автоматическое ограничение снижения частоты;

АПНУ – автоматическое предотвращение нарушения устойчивости;

АПВ – автоматическое повторное включение;

АР – асинхронный режим;

АРБКЗ – автоматика разгрузки при близком коротком замыкании;

АРВ – автоматический регулятор возбуждения;

АРЗКЗ – автоматика разгрузки при затяжном коротком замыкании;

АРКТ – автоматическое регулирование коэффициента трансформации;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АРПМ – автоматическая разгрузка при перегрузке по мощности;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами объектов электроэнергетики;
АТ – автотрансформатор;
АЧВР – автоматический частотный ввод резерва;
АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
АЭС – атомная электростанция;
ВПТ – вставка постоянного тока;
ГЭС – гидроэлектростанция;
ДАР – дополнительная автоматическая разгрузка;
ДС – деление энергосистемы;
ЗИП – запчасти, инструменты, принадлежности;
ИО – исполнительный орган;
ИРМ - источник реактивной мощности;
ИТС – информационно-технические средства;
КБ - конденсаторная батарея;
КЗ – короткое замыкание;
КПР – контроль предшествующего режима;
КСПА - координирующая система противоаварийной автоматики;
ЛАПНУ – локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости;
ЛПО – логический пусковой орган;
ЛЭП – линия электропередачи;
ОАПВ – однофазное автоматическое повторное включение;
ОГ – отключение генераторов;
ОИК – оперативно-информационный комплекс;
ОН – отключение нагрузки;
ОРД – организационно-распорядительные документы;
ОШР - отключение шунтирующих реакторов;
ПА – противоаварийная автоматика;
ПТК – программно-технический комплекс;
ПДУ – пускодозирующее устройство;
ПО – пусковой орган;
ПУ – пусковое устройство;
РЗ – релейная защита;
РЗА – релейная защита и автоматика;
РПН – регулирование под нагрузкой;
СГ – синхронный генератор;
СК – синхронный компенсатор;
СКРМ – средство компенсации реактивной мощности;
ТАПВ – трехфазное автоматическое повторное включение;
ТН – трансформатор напряжения;
ТТ – трансформатор тока;
ТУВ – таблица управляющих воздействий;
ТЭС – тепловая электростанция;

УВ – управляющее воздействие;
УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя;
УПАСК – устройство передачи (приема) аварийных сигналов и команд;
УФПМ - устройство фиксации перегрузки по активной мощности;
УФСН - устройство фиксации снижения напряжения;
УФСНП - устройство фиксации снижения напряжения прямой последовательности;
ФВЛ – фиксация включения линии;
ФК - форсировка емкостной компенсации;
ФОАТ – фиксация отключения автотрансформатора;
ФОАДТ – фиксация отключения двух автотрансформатора;
ФОВ – фиксация отключения выключателя;
ФОДЛ – фиксация отключения двух линий;
ФОДТ – фиксация отключения двух трансформаторов;
ФОТ – фиксация отключения трансформатора;
ФОЛ – фиксация отключения линии;
ФОСШ – фиксация отключения системы шин;
ФСМ – фиксация сброса мощности;
ФТОП – фильтр токов обратной последовательности;
ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики;
ЧАПВ – частотное автоматическое повторное включение;
ЧДА – частотная делительная автоматика;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЭС – электрическая станция;
ЭТ – электрическое торможение;
ЭЭС – электроэнергетическая система;
ЭЦК – электрический центр качаний.

5 Назначение, область применения устройств противоаварийной автоматики

Автоматическое противоаварийное управление в энергосистеме реализуется посредством устройств и комплексов ПА, обеспечивающей выполнение следующих функций:

- предотвращение нарушения устойчивости;
- ликвидация асинхронных режимов;
- ограничение снижения или повышения частоты;
- ограничение снижения или повышения напряжения;
- предотвращение недопустимых перегрузок оборудования.

Автоматика предотвращения нарушения устойчивости организуется по иерархическому принципу и состоит из одного или нескольких уровней:

- уровень Единой энергетической системы России (ЕЭС России) – координирующая система противоаварийной автоматики (КСПА);

- уровень объединенной или региональной энергосистемы – централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА);
- уровень объектов электроэнергетики – локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ).

Уровень КСПА и ЦСПА в данном стандарте не рассматривается.

В состав устройств и комплексов ПА входят технические средства:

- устройства измерения параметров доаварийного и аварийного электроэнергетических режимов;
- пусковые устройства (органы);
- исполнительные устройства (органы);
- устройство автоматической дозировки воздействия, выполняющее выбор управляющих воздействий (УВ);
- устройства приема-передачи доаварийной и аварийной информации, сигналов и команд управления;
- каналы передачи указанной информации.

Устройства приема-передачи доаварийной и аварийной информации, сигналов и команд управления и каналы передачи указанной информации в данном стандарте не рассматриваются.

Функции противоаварийного управления реализуются посредством следующих управляющих воздействий:

- кратковременная и длительная разгрузка турбин энергоблоков ТЭС и АЭС;
- электрическое торможение генераторов;
- отключение генераторов электростанций;
- автоматическая загрузка генераторов;
- деление энергосистемы на несинхронно работающие части;
- изменение топологии электрической сети;
- изменение режимов работы и эксплуатационного состояния управляемых элементов электрической сети (вставок и передач постоянного тока, СКРМ, фазоповоротных устройств и т.п.);
- отключение нагрузки потребителей электрической энергии;

6 Требования к функциям устройств противоаварийной автоматики

6.1 Устройство автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР)

Устройство АЛАР, предназначенное для действия в полнофазных режимах электрической сети, должно обеспечивать:

- селективное выявление и ликвидацию асинхронных полнофазных режимов электрической сети;
- блокировку срабатывания устройств АЛАР при синхронных качаниях и при КЗ;

- выявление и ликвидацию асинхронного режима (АР) на первом цикле;
- выявление и ликвидацию АР после фиксации заданного числа циклов (2-10 циклов);
- выявление АР со скольжением, до 10 Гц;
- выявление знака скольжения;
- контроль длительности цикла АР (до 30 с);
- несрабатывание в максимальных нагрузочных режимах;
- фиксацию ЭЦК на защищаемом участке электрической сети;
- блокировку срабатывания при неисправностях цепей напряжения, а также по сигналам от внешних устройств;
- фиксацию изменения знака активной мощности;
- возврат в исходное положение после срабатывания.

Выявление АР должно осуществляться на основе анализа изменения параметров электрического режима (ток, сопротивление, направление активной мощности) либо углов между векторами напряжений в узлах электрической сети (АЛАР по углу).

Устройство АЛАР, предназначенное для действия в полнофазных режимах электрической сети, должно иметь не менее трех ступеней, каждая ступень должна формировать выходные сигналы управления, ступени со счетчиком циклов должны предусматривать фиксацию знака относительного скольжения.

Первая ступень устройства должна выявлять АР на его первом цикле.

Действие второй ступени должно осуществляться после заданного числа циклов АР.

Действие третьей ступени должно осуществляться после срабатывания второй ступени, последующего отсчета заданной выдержки времени и повторного отсчета заданного числа циклов АР.

В устройстве АЛАР должна быть предусмотрена возможность действия второй и третьей ступеней с контролем ЭЦК в защищаемой зоне.

В устройстве АЛАР должно быть предусмотрено:

- контроль длительности периода АР для 2-й и 3-й ступеней, с возможностью задания уставки по длительности от 0,1 до 30 с (с шагом 0,1 с)..
- возможность задания количества циклов АР (до 5 циклов) для 2-й и 3-й ступеней;
- контроль скольжения до 10 Гц, с возможностью задания уставки по скольжению в диапазоне 0-1,0 Гц (с шагом 0,1 Гц), и в диапазоне 1,0-10 Гц (с шагом 1 Гц);
- возможность задания уставок на элементах выдержки времени, используемых в схемах логики АЛАР, в диапазоне от 0 до 1,0 с (с шагом 0,1 с) и в диапазоне от 1,0 до 30 с (с шагом 1 с);

– возможность задания уставок времени возврата в исходное положение устройства АЛАР после его срабатывания в диапазоне от 0 до 60 с (с шагом 1 с).

– задание уставки блокировки по напряжению обратной последовательности в диапазоне от 1 до 100 В вторичных (с шагом 1 В).

В устройстве АЛАР должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 2;
- дискретных выходов – не менее 10;
- аналоговых входов любого вида – не менее 10;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

Устройство АЛАР по углу должно дополнительно обеспечивать:

– определение векторов напряжений в контролируемых узлах электрической сети в реальном времени на основе измеряемых токов и напряжений в месте установки устройства;

– расчет векторов напряжений в узлах электрической сети на границах контролируемой зоны и углов между ними и вектором напряжения в месте установки устройства;

– задание уставок по сопротивлению от 0 до 1000 Ом (с шагом 1 Ом) отдельно по вещественной и мнимой части;

– задание уставок угла между векторами напряжений от 0 до $\pm 180^\circ$ с дискретностью 1° ;

Устройство АЛАР с пусковыми органами по сопротивлению должно дополнительно обеспечивать:

– задание уставок по сопротивлению в диапазоне от 0 до 200 Ом (с шагом 1 Ом) для активного сопротивления и от 0 до 1000 Ом (с шагом 1 Ом) для индуктивного сопротивления;

– задание уставки по активной мощности от 0 до 100 МВт первичных (с шагом 1 МВт);

– набор характеристик реле сопротивления, имеющих формы круга, эллипса, многоугольника;

– характеристики должны иметь возможность настройки по углу наклона в диапазоне от 0 до 120° ;

– длина большой полуоси характеристики срабатывания по сопротивлению в виде эллипса должна задаваться в диапазоне от 0 до 1000 Ом (с шагом 0,1 Ом), а коэффициент (K), отношения длин большой и малой полуоси, должен выбираться от 0 до 1 (с шагом 0,01);

– смещение центра эллипса относительно начала координат должно задаваться по сопротивлению в диапазоне от 0 до 300 Ом отдельно по вещественной и мнимой части с шагом 0,1 Ом.

Устройство АЛАР, предназначенное для действия в неполнофазных режимах ЛЭП, должно обеспечить:

- фиксацию неполнофазного режима ЛЭП по состоянию выключателей (фиксацию непереключения фаз одного выключателя при отключенном состоянии второго выключателя на «своей» стороне ЛЭП);
- фиксацию тока нулевой последовательности ЛЭП в диапазоне значений от 50 до 500 А первичных;
- отстройку по времени действия от длительности цикла ОАПВ ЛЭП;
- срабатывание с выдержкой времени от 0 до 10,0 с (с шагом 0,1 с).

6.2 Устройство автоматического ограничения снижения напряжения (АОСН)

Устройство автоматического ограничения снижения напряжения должно обеспечивать:

- пофазную фиксацию снижения напряжения с учетом его длительности от двух ТН;
- блокировку срабатывания при неисправностях в цепях напряжения, а также по сигналам от внешних устройств;
- автоматическое повторное включение потребителей (линий) после восстановления напряжения до значений от 0,8 до $1U_{\text{ном}}$ (с шагом $0,01U_{\text{ном}}$) с выдержками времени от 0 до 60 с (с шагом 1 с).

Устройство АОСН должно иметь не менее 3-х ступеней с индивидуальными выдержками времени в диапазоне от 0 до 60 с (с шагом 1 с) и уставками по напряжению от 0,7 до $0,95 U_{\text{ном}}$ (с шагом $0,01U_{\text{ном}}$).

В устройстве АОСН должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 2;
- дискретных выходов (УВ) – не менее 9;
- аналоговых входов любого вида – не менее 8;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

6.3 Устройство автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН)

Устройство АОПН ЛЭП должно обеспечивать:

- пофазную фиксацию повышения действующего значения напряжения в соответствии с заложенной вольт-временной характеристикой [1] и амплитудного значения напряжения;
- фиксацию отказа любого из выключателей «своей» стороны линии, пуск УРОВ АОПН – действующего на отключение смежных с отказавшим выключателей на «своей» стороне ЛЭП и пуск команды телеотключения выключателей противоположной стороны ЛЭП с запретом АПВ всех отключаемых при этом выключателей;
- блокировку срабатывания при неисправностях в цепях напряжения, а также по сигналам от внешних устройств;

– пофазный контроль стока реактивной мощности с ЛЭП к шинам в измерительных органах ступеней АОПН с его блокировкой по факту отключенного положения выключателей «своей» стороны линии;

– блокировку срабатывания по значению активной мощности ЛЭП.

Диапазон уставок по реактивной мощности от 0 до 200 МВар фазных.

Устройство АОПН должно иметь не менее 2-х ступеней. Каждая ступень реализует управляющие воздействия с выдержками времени, настраиваемыми в диапазоне от 0 до 5,0 с (с шагом 0,05 с) и в диапазоне от 5 до 60 с (с шагом 1,0 с).

Измерительные органы должны иметь возможность задания уставок в диапазонах:

- по напряжению от 1,05 до $1,5U_{ном}$ (с шагом $0,01U_{ном}$);

- по реактивной мощности от 0 до 200 МВар фазных (с шагом 1 МВар).

Диапазон уставок блокировки АОПН по активной мощности – от 0 до 100 МВт фазных (с шагом 1 МВт).

УРОВ АОПН пускается по факту срабатывания АОПН с контролем наличия тока в каждой фазе ЛЭП и с дополнительной выдержкой времени действует на отключение всех смежных с отказавшим выключателей на «своей» стороне ЛЭП и пуск команды телеотключения выключателей противоположной стороны ЛЭП. При этом диапазон уставок по току должен устанавливаться в пределах 0-500 А (первичных) (с шагом 1 А), диапазон уставок по времени - 0-5с (с шагом 0,1 с).

В устройстве АОПН должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 8;
- дискретных выходов (УВ) – не менее 8;
- аналоговых входов любого вида – не менее 13;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

6.4 Устройство автоматического ограничения снижения частоты (АОСЧ)

6.4.1 Устройство АОСЧ должно предотвращать недопустимое, по условиям устойчивой работы генерирующего оборудования и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, снижение частоты и полное погашение энергосистемы или ее части при возникновении дефицита активной мощности, в том числе при аварийном выделении энергосистемы или ее части на изолированную работу.

Устройство АОСЧ должно выполнять следующие функции:

- АЧР;
- ДАР;
- ЧДА;
- ЧАПВ.

6.4.2 Функция автоматической частотной разгрузка (АЧР) должна обеспечивать предотвращение недопустимого по условиям устойчивой работы генерирующего оборудования и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии снижения частоты и ее последующего восстановления.

АЧР должна действовать на отключение нагрузки (ОН) с блокировкой АПВ очередями при снижении частоты ниже 49,2 Гц.

АЧР не должна срабатывать при выбеге электродвигателей.

Измерительный орган АЧР должен измерять частоту за время не больше одного периода промышленной частоты. Основная абсолютная погрешность измерения частоты в рабочем диапазоне при напряжении входного сигнала $100 \pm 1,0$ В – 0,01 Гц. Коэффициент возврата – не менее 0,99.

АЧР должно обеспечивать выставление уставок по частоте ступеней в диапазоне 46,5-49,2 Гц с шагом 0,1 Гц. Уставки по времени устройства АЧР должны обеспечиваться в диапазоне 0,15 - 0,5 с, с шагом 0,01 с в диапазоне 0,5 - 70 с и шагом 0,1с.

6.4.3 Функция дополнительной автоматической разгрузки (ДАР) должна срабатывать по скорости снижения частоты более 1,8 Гц/с за время до 0,2 с без дополнительной выдержки времени.

6.4.4 Функция частотной делительной автоматики осуществляет выделение ЭС или генераторов со сбалансированной нагрузкой или выделение генераторов на питание собственных нужд электростанции или энергоблока. Диапазон уставок ЧДА по частоте должен выставляться в пределах 46÷47,5 Гц с шагом 0,1 Гц и по времени в пределах 0,3÷40,0 с, с шагом 0,1 с.

6.4.5 Частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ) должно обеспечивать автоматическое включение отключенных от устройств АЧР потребителей электрической энергии в процессе восстановления частоты в энергосистеме.

Устройство ЧАПВ должны действовать на включение нагрузки потребителей электрической энергии очередями и обеспечивать возможность задания уставок по частоте в диапазоне 49,4÷49,8 Гц с шагом 0,1 Гц и временем срабатывания в диапазоне 5÷90 с, с шагом 1 с.

В устройстве АОСЧ должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 2;
- дискретных выходов (УВ) – не менее 6;
- аналоговых входов любого вида – не менее 2;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

6.5 Устройство автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО)

Устройство автоматики ограничения перегрузки оборудования должно обеспечить предотвращение недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки электрооборудования и ЛЭП.

В устройстве АОПО должно предусматриваться не менее двух ступеней с контролем величины и длительности токовой перегрузки электрооборудования или ЛЭП. Первая ступень действует на сигнал, последняя – на отключение перегружаемого элемента сети, промежуточные ступени действуют на разгрузку перегружаемого элемента сети.

В устройстве АОПО должна предусматриваться возможность задания не менее двух групп уставок (для летних и для зимних температур наружного воздуха, в том числе с использованием датчиков температуры воздуха). Изменение уставок должно производиться «оперативно» или автоматически.

При реверсивных перетоках активной мощности по защищаемому элементу сети АОПО определяет вид УВ с учетом направления перетока активной мощности по защищаемому элементу сети.

Время срабатывания АОПО должно устанавливаться в диапазоне 0 - 20 мин с шагом 1 с.

Уставка срабатывания по активной мощности должна обеспечиваться в диапазоне 10 - 500 МВт с шагом 10 МВт.

Коэффициент возврата ИО должен быть не менее 0,98.

В устройстве АОПО должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 3;
- дискретных выходов (УВ) – не менее 2;
- аналоговых входов любого вида – не менее 7;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

6.6 Устройство фиксации отключения линий и оборудования

6.6.1 Устройство автоматической фиксации отключения линии (ФОЛ), должно выявлять факт трехфазного отключения линии, ремонтного и включенного состояния ЛЭП со стороны, где ФОЛ установлен («своей» стороны).

Устройство ФОЛ должно формировать следующие выходные сигналы:

- трехфазное отключение ЛЭП до ТАПВ (импульсный сигнал с регулируемой длительностью в диапазоне 100-500 мс с шагом 10 мс);
- трехфазное отключение ЛЭП после неуспешного ТАПВ (импульсный сигнал с регулируемой длительностью в диапазоне 100-500 мс с шагом 10 мс);
- ремонт ЛЭП (длительный сигнал с регулируемой выдержкой времени на срабатывание в диапазоне 3 - 10 с, с шагом 1 с при отключенной ЛЭП со «своей» стороны или положения «ремонт» режимного ключа ремонта ЛЭП);
- работа ЛЭП (длительный сигнал фиксации включения ЛЭП (ФВЛ) с регулируемой выдержкой времени на срабатывание при включении ЛЭП с двух сторон);

– включенное состояние ЛЭП со «своей» стороны (импульсный сигнал с регулируемой длительностью в диапазоне 100 - 500 мс с шагом 10 мс);

– отключение одной фазы в цикле ОАПВ ЛЭП со «своей» стороны (импульсный сигнал с регулируемой длительностью в диапазоне 100 - 500 мс и шагом 10 мс);

Должна быть предусмотрена сигнализация несоответствия положения режимного ключа ремонта ЛЭП действительному состоянию линии.

Устройство ФОДЛ предназначено для выявления одновременно происходящего или последовательно происходящего в заданном интервале времени отключения двух ЛЭП.

Устройство ФОДЛ должно работать при получении сигналов от устройств ФОЛ каждой линии.

Устройство автоматической фиксации отключения выключателя (ФОВ), входящее в устройство фиксации отключения линии или оборудования должно формировать сигнал:

- «Выключатель отключен» при появлении команды «Отключить» и «Отключено» в устройстве управления выключателем;

- «Выключатель включен» при появлении команды «Включено» в устройстве управления выключателем;

- «Ремонт выключателя» при положении «Ремонт» режимного ключа ФОВ или при отключенном положении разъединителя в цепи выключателя.

Должна быть предусмотрена сигнализации несоответствия режимного ключа выключателя ФОВ фактическому состоянию выключателя и его цепи.

Выходной сигнал устройства ФОВ должен соответствовать положению выключателя независимо от наличия или отсутствия питания устройства ФОВ оперативным током.

Допускается выполнение устройства ФОВ в составе устройства управления выключателем.

В устройстве ФОЛ должно быть предусмотрено:

– дискретных входов – не менее 14;

– дискретных выходов – не менее 10;

– дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

При выполнении ФОВ в составе устройства управления выключателем количество дискретных входов ФОЛ должно быть не менее 10.

В устройстве ФОДЛ должно быть предусмотрено:

– дискретных входов – не менее 6;

– дискретных выходов – не менее 4;

– дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

6.6.2 Устройство фиксации отключения трансформатора (автотрансформатора), двух трансформаторов (автотрансформаторов) (ФОТ, ФОДТ) должно определять факт трехфазного отключения трансформатора (автотрансформатора) со стороны высокого или среднего напряжения.

Требования к фиксации отключения трансформатора (автотрансформатора) аналогичны требованиям, предъявляемым к фиксации отключения линии.

Автотрансформатор должен считаться включенным, если он включен со стороны высокого и среднего напряжения.

Автотрансформатор должен считаться отключенным, если он отключен со стороны высокого или среднего напряжения.

Устройство ФОТ должно формировать следующие выходные сигналы:

- трехфазное отключение трансформатора (автотрансформатора) (импульсный сигнал с регулируемой длительностью в диапазоне 100 - 500 мс с шагом 10 мс);
- ремонт трансформатора (автотрансформатора) (длительный сигнал с регулируемой выдержкой времени на срабатывание);
- работа трансформатора (автотрансформатора) (длительный сигнал с регулируемой выдержкой времени на срабатывание);
- включение трансформатора (автотрансформатора) (импульсный сигнал с регулируемой длительностью в диапазоне 100-500 мс с шагом 10 мс).

В устройстве ФОТ в общем случае должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 18;
- дискретных выходов – не менее 6;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

Требования к устройствам фиксации отключения двух трансформаторов, автотрансформаторов аналогичны требованиям ФОДЛ.

6.7 Устройство локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ)

6.7.1 Устройство ЛАПНУ должно поддерживать два режима работы:

- локальной автоматики предотвращения устойчивости (ЛАПНУ);
- низового устройства ЦСПА.

Устройство ЛАПНУ, работающее в качестве низового устройства ЦСПА, должно автоматически переключаться в автономный режим работы (режим ЛАПНУ) при появлении неисправности ПТК верхнего уровня ЦСПА или каналов связи ЛАПНУ с ПТК верхнего уровня ЦСПА.

Устройство ЛАПНУ должно обеспечивать:

- ввод и обработку доаварийной информации о параметрах электроэнергетического режима и состоянии электрической сети;
- выбор управляющих воздействий (УВ) из таблицы УВ при поступлении сигнала ПО;
- обмен информацией с сервером ЦСПА.

Исходными данными для работы алгоритмов устройства ЛАПНУ должны быть данные, поступающие от следующих источников:

- дискретные модули ввода;
- аналоговые модули ввода;

- модули ввода информации с помощью цифровых протоколов передачи данных.

Объем оперативной памяти устройства ЛАПНУ должен быть достаточным для хранения двух таблиц управляющих воздействий: режима ЛАПНУ и режима низового устройства ЦСПА.

Для расчета управляющих воздействий устройство ЛАПНУ должно выполнять достоверизацию аналоговых параметров режима путем::

- выявления выхода измерения аналогового параметра за границы заданного технологического диапазона;
- учитывать состояние входных дискретных сигналов о неисправностях датчиков или оборудования передачи аналоговых измерений.

В ЛАПНУ должны использоваться следующие пусковые факторы:

- факт отключения ЛЭП (ФОЛ);
- факт отключения двух ЛЭП (ФОДЛ);
- факт отключения системы шин (ФОСШ);
- факт отключения трансформатора/автотрансформатора (ФОТ/ФОАТ);
- факт близкого к шинам электростанции или затыжного КЗ (БКЗ, ЗКЗ);
- факт сброса активной мощности (ФСМ).
- факт превышения перетока активной мощности по контролируемому сечению заданной величины.

Выбор (расчет) управляющих воздействий для режима ЛАПНУ должен осуществляться в соответствии с принципом 2ДО;

Программное обеспечение устройства должно запускать цикл аварийного управления по факту поступления сигнала ПО.

Устройство должно:

- выполнять программную фильтрацию сигналов ПО в соответствии с настраиваемой величиной минимальной непрерывной продолжительности сигнала необходимой для идентификации ПО;
- обеспечивать идентификацию простых ПО и логических пусковых органов выявляемых по факту поступления нескольких сигналов в течение настраиваемого интервала квазиодновременности;
- обеспечивать идентификацию двойных ПО, выявляемых по факту поступления двух сигналов ПО в заданной очередности в течение настраиваемого интервала квазиодновременности.

Длительность задержки реализации управляющего воздействия от момента поступления пускового органа должна быть не более 20 мс.

Минимальная длительность периода ввода и обработки доаварийной информации и выбора ТУВ должна быть – 1 с.

Минимальная длительность периода ввода, обработки значений сигналов ПО в цикле аварийного управления – 5 мс.

Интервал приема ТУВ от сервера ЦСПА должен быть не менее 1 с.

6.7.2 Автоматическая разгрузка при перегрузке по мощности (АРПМ) предназначена для разгрузки контролируемого сечения электрической сети при возникновении статической перегрузки контролируемой связи или группы связей, входящих в сечение.

Контроль загрузки связи (связей) осуществляется по активной мощности (АРПМ) или по фазовому углу.

АРПМ должна фиксировать увеличение активной мощности до заданного значения (трехфазное или в каждой из 3-х фаз) с контролем направления мощности.

Для отстройки от кратковременных переходных процессов в энергосистеме и КЗ в устройстве АРПМ должна быть предусмотрена выдержка времени в диапазоне от 0,2 с до 10,0 с.

6.7.3 Автоматическая разгрузка при близких и затяжных КЗ (АРБКЗ, АРЗКЗ) предназначена для сохранения динамической устойчивости генерирующего оборудования электростанции при близких или затяжных КЗ.

Пуск АРБКЗ (АРЗКЗ) осуществляется по факту фиксации кратковременной несимметрии токов по фазам (по току обратной последовательности).

Тяжесть аварийного режима и объем управляющих воздействий оценивается:

- с учетом величины и длительности снижения напряжения прямой последовательности одновременно не менее чем в двух точках распределительного устройства электростанции;

- с учетом величины и длительности снижения (сброса) активной мощности генерирующего оборудования электростанции, подключенного к распределительному устройству электростанции.

Длительность задержки реализации управляющего воздействия от момента поступления пускового органа должна изменяться в диапазоне от 20 мс до 5 сек с шагом 1 мсек.

В устройстве АРБКЗ (АРЗКЗ) должно быть предусмотрено:

- возможность блокировки устройства при неисправности цепей напряжения;

- возможность задания уставок по току обратной последовательности:

- для номинального тока 1 А - в диапазоне от 0,1 А до 0,3 А (с шагом 0,05 А);

- для номинального тока 5 А - в диапазоне от 0,5 А до 1,5 А (с шагом 0,25 А);

- возможность задания уставок по напряжению прямой последовательности в диапазоне от 1 до 100 В вторичных (с шагом 1 В);

- возможность задания уставок по снижению активной мощности:

- для номинального тока 1 А - в диапазоне от 0 Вт до 100 Вт (с шагом 1 Вт);

- для номинального тока 5 А - в диапазоне от 0 Вт до 500 Вт (с шагом 1 Вт).

В устройстве АРБКЗ в общем случае должно быть предусмотрено:

- дискретных входов – не менее 2;
- дискретных выходов (УВ) – не менее 10;
- аналоговых входов любого вида – не менее 10;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 2.

6.7.4 Функция контроля предшествующего режима (КПР) предназначена для фиксации величины трехфазной активной мощности, передаваемой по линии электропередачи (группе линий, входящих в сечение) или выдаваемой энергоблоком (группой энергоблоков электростанции) в режиме, предшествующем аварийному возмущению. КПР может выполняться в виде отдельного устройства или входить отдельной функцией в состав ЛАПНУ.

Функция КПР должна обеспечить фиксацию суммарной активной мощности по ЛЭП, числом не менее 4-х.

Фиксация мощности должна осуществляться при величине активной мощности, равной или превышающей заданную уставку по мощности в течение заданного интервала времени.

Количество ступеней фиксации активной мощности должно быть не менее 8. Должно быть предусмотрено переключение между группами уставок по дискретному или аналоговому входу. Количество групп уставок – не менее 3.

Должен быть предусмотрен ввод телеизмерений активной мощности от устройств телемеханики (восьмиразрядным двоичным кодом, аналоговым сигналом, цифровым протоколом). Количество входов – не менее 2.

Коэффициент возврата по мощности должен быть регулируемым с верхним значением не менее 0,98.

Диапазон уставок по активной мощности должен составлять:

- для номинального тока 1 А - от 0 Вт до 100 Вт (с шагом 1 Вт);
- для номинального тока 5 А - от 0 Вт до 500 Вт (с шагом 1 Вт).

Погрешность фиксации активной мощности не более 1% при:

- напряжении переменного тока от 0,5 до 1,1 $U_{ном}$;
- переменном токе от 0,05 до 2,0 $I_{ном}$;
- угле между током и напряжением $\pm 85^\circ$ относительно углов 0 и 180° .

Дополнительная погрешность фиксации активной мощности от изменения частоты на 1 Гц должна быть не более 0,5% в диапазоне 50 ± 3 Гц.

Диапазон уставок по времени срабатывания и времени возврата ступеней КПР должен составлять не более 10,0 секунд с дискретным шагом задания – не более 0,3 с.

Устройство ЛАПНУ должно иметь модульную структуру с возможностью расширения по входным аналоговым, дискретным и выходным дискретным сигналам.

В устройстве ЛАПНУ должно быть предусмотрено:

- дискретных входов доаварийных сигналов – не менее 20, с возможностью расширения до 128;
- дискретных входов ПО – не менее 20, с возможностью расширения до 128;
- дискретных выходов (УВ) – не менее 20, с возможностью расширения до 64;
- аналоговых входов любого вида – не менее 20, с возможностью расширения до 32;
- дискретных выходов сигнализации – не менее 10.

7 Требования к устройствам противоаварийной автоматики

7.1 Общие требования и основные параметры

Микропроцессорные устройства ПА должны размещаться в стандартных шкафах в соответствии с СТО 56947007-29.120.70.042-2010.

Номинальный переменный ток – 1 А или 5 А;
 номинальное переменное напряжение – 100 В;
 номинальная частота – 50 Гц;
 потребляемая мощность:

- по измерительным цепям тока – не более 2ВА при номинальном токе 1 А и 3 ВА при номинальном токе 5 А;
- по измерительным цепям переменного напряжения – не более 2 ВА при номинальном напряжении 100 В;

режим работы – непрерывный.

Устройство ПА должно предусматривать:

- возможность ввода-вывода из работы целиком и по отдельным функциям (для многофункциональных устройств);
- функцию регистрации аварийных событий и процессов. Длительность регистрации должна обеспечивать возможность регистрации всего аварийного процесса.

В микропроцессорных устройства ПА допускается использование элементов свободно программируемой логики. Должна иметься возможность задания уставок срабатывания, как в первичных, так и во вторичных величинах.

Устройства ПА должны строиться по модульному принципу. Должна быть обеспечена самодиагностика каждого модуля с его автоматическим выводом из работы при возникновении неисправности, сигнализация и блокировка действия устройства в целом или отдельных функций ПА, если неисправность данного модуля влияет на правильность функционирования устройства или функции ПА.

Надежность функционирования устройств ПА, должно обеспечиваться:

- резервированием программно-аппаратных средств;

- автоматической диагностикой аппаратных средств и программного обеспечения;
- технологией замены неисправных модулей на объектах электроэнергетики;
- современной, не требующей принудительного охлаждения, элементной базой с низким энергопотреблением;
- энергонезависимой памятью для хранения параметров настройки, осциллограмм и исполняемого кода программ;
- использованием комплекта ЗИП.

В устройствах ПА должны предусматриваться следующие виды сигнализации и индикации:

- «Неисправность»;
- «Срабатывание ПА»;
- индикация нормальной работы устройства.

Условия появления сигнала «Неисправность»:

- выявление неисправности модулей устройства;
- выявление сбоя («зависания») процессорной части устройства;
- потеря питания дискретных входов;
- потеря питания устройства по цепям оперативного тока.

Условия появления сигнала «Срабатывание ПА» – выдача устройством любого управляющего воздействия.

Средства управления – пульт управления (клавиатура и индикатор) для местного управления устройством.

Операционная система – реального времени.

Регистрация аварийных режимов:

- запись осциллограммы изменения сигналов на аналоговых входах, состояния дискретных входов;
- значений входных, выходных и временных переменных алгоритма ПА;
- создание протокола нарушения;
- формирование протокола событий;
- предупредительная сигнализация;
- время осциллографирования не менее 10 с;
- время осциллографирования предаварийного режима 0,5 - 5 с;
- фиксация даты и времени с погрешностью не более 1 мс;
- сохранений осциллограммы в энергонезависимой памяти (объем должен обеспечивать хранение не менее 5 осциллограмм длительностью по 10 с);
- самодиагностика (см. функции автоматической самодиагностики, р.9).
- приведенная погрешность регистрируемых аналоговых сигналов – не более 0,5%.

7.2 Требования к математическому обеспечению

В состав математического обеспечения должны входить методы и алгоритмы обработки входной информации и реализации алгоритмов функционирования устройств ПА.

Методы и алгоритмы должны быть представлены в форме, допускающей их реализацию в программном обеспечении.

При создании математического обеспечения необходимо пользоваться стандартным набором функций.

Алгоритмы функционирования должны быть проверены, в том числе и с применением математических моделей (см. приложения А-Е).

7.3 Требования к функциям по приему, обработке и передаче информации

Устройства ПА должны обеспечивать выполнение следующих функций по приему, обработке и передаче информации:

- ввод дискретной информации;
- ввод аналоговой информации;
- обработка вводимой информации;
- хранение информации;
- вывод команд управления;
- формирование и выдача аварийно-предупредительной сигнализации;
- регистрация аварийных процессов;
- ведение журнала событий и архивов;
- организация АРМ персонала;
- русифицированный интерфейс АРМ и местных органов управления;
- сопряжение с АСУ ТП объекта;
- обмен с центрами управления по открытым протоколам связи стандартов МЭК60870-5-104 и МЭК61850 с:
 - открытым адресным пространством;
 - защитой от несанкционированного доступа;
 - организацией системы единого времени с точностью не более 1 мс;
 - приемом информации от систем ГЛОНАСС или GPS для синхронизации различных устройств локальной ПА.

Ввод-вывод данных в устройство ПА, организованный по цифровому протоколу, должен осуществляться через стандартные интерфейсы связи (RS-422/485, RS-232, Ethernet и др.) и с использованием стандартных разъемов (RJ-45-коннектор, SC-коннектор, ST-коннектор и др.).

7.4. Требования по информационной безопасности:

Устройство ПА должно удовлетворять требованиям документа Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации «Руководящий документ. Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели

защищенности от несанкционированного доступа к информации» (утвержден решением председателя Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.) по 5 классу защищенности.

При интеграции устройств ПА с автоматизированными системами управления, должны быть выполнены требования документа Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) России «Общие требования по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры» (утверждены Заместителем директора ФСТЭК России 18 мая 2007 г.).

Подтверждение соответствия требованиям достигается путем сертификации устройств ПА в системе ФСТЭК России.

7.5 Требования к входным и выходным сигналам

Параметры дискретных входов, в соответствии с РД34.35.310-97 [3]:

- тип входа – сухой контакт;
- номинальное напряжение – 48 или 220 В постоянного тока;
- диапазон задержки на срабатывание – 5–10 мс;
- гальваническая развязка – от аналоговых входов, дискретных выходов, цепей питания;
- напряжение срабатывания – $(0,65-0,75) \cdot U_{\text{ном}}$ при $U_{\text{ном}} = 48$ В и $(160-170)$ В при $U_{\text{ном}} = 220$ В;
- коэффициент возврата – не менее 0,9;
- входной ток (5 ± 1) мА при $U_{\text{ном}} = 220$ В и (20 ± 4) мА при $U_{\text{ном}} = 48$ В.

Параметры аналоговых входов, в соответствии с РД 34.35.310-97.

Виды сигналов:

- напряжения переменного тока частотой 50 Гц с верхними пределами действующих значений 100 В или 200 В, или 500 В;
- напряжения постоянного тока с верхними пределами ± 20 мВ или ± 75 мВ, или ± 150 мВ;
- переменные токи частотой 50 Гц с верхними пределами действующих значений 2 А или 10 А, или 20 А;
- постоянные токи с верхними пределами ± 5 мА или ± 20 мА, или ± 75 мА, или ± 150 мА;
- гальваническая развязка – от всех других цепей для каждого входа;
- допустимая кратность превышения верхнего предела в течение 1 с:
- вход напряжения – двукратное;
- вход постоянного тока – двукратное;
- вход переменного тока – пятикратное.

Потребляемая мощность:

- для входа напряжения – в соответствии с Руководством по эксплуатации на конкретное изделие;
- для входа тока – в соответствии с Руководством по эксплуатации на конкретное изделие.

Параметры дискретных выходов, в соответствии с РД 34.35.310-97:

- тип выхода – сухой контакт;
- гальваническая развязка – от всех других цепей для каждого выхода;
- коммутация при напряжении – до 300 В постоянного или до 250 В переменного тока;
- коммутация тока – до 1 А постоянного или переменного тока;
- коммутационная способность – в цепях постоянного тока с постоянной времени 0,05 с не менее 0,25/0,2 А при напряжении 220/250 В, соответственно;
- коммутационная износостойкость – не менее 10000 циклов.

Сечение внешних присоединительных проводов для каналов:

- измерения напряжения – от 1,5 до 2,5 мм²;
- измерения тока – от 2,5 до 6,0 мм²;
- питания 220 В – от 1,5 до 2,5 мм²;
- сигналов и питания приемника ГЛОНАСС или GPS – от 0,25 до 2,5 мм².

7.6 Требования к изоляции устройств

По требованиям к изоляции устройства ПА должны соответствовать РД 34.35.310-97, ГОСТ 30328 (МЭК 60255-5-77):

- сопротивление изоляции – для каждой независимой цепи (гальванически не связанной с другими цепями) и корпусом, соединенным со всеми остальными независимыми цепями – не менее 100 МОм при напряжении постоянного тока 500 В;

- электрическая прочность цепей с напряжением более 60 В – электрическая изоляция для каждой входной или выходной независимой цепи по отношению ко всем остальными независимыми цепям и корпусу должна выдерживать без повреждения напряжение 2000 В (действующее значение), 50 Гц в течение 1 мин;

- электрическая прочность цепей с напряжением не более 60 В – электрическая изоляция цепей цифровых связей с внешними устройствами с номинальным напряжением не более 60 В должна выдерживать без повреждения напряжение 500 В (действующее значение), 50 Гц в течение 1 мин.

- испытание импульсным напряжением – 3 импульса 5 кВ положительной и 3 отрицательной полярности, с шириной переднего фронта 1,2 мкс, шириной заднего фронта 50 мкс и интервалом повторения 5 с

(для электрической изоляции каждой входной или выходной независимой цепи по отношению ко всем остальными независимыми цепям и корпусу).

7.7 Требования к электромагнитной совместимости

По требованиям электромагнитной совместимости устройства ПА должны соответствовать СТО 56947007-29.240.043-2010 [11], в том числе:

- по устойчивости к магнитному полю промышленной частоты – по степени жесткости 5 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50648 (МЭК 61000-4-8-93);

- по устойчивости к электростатическим разрядам – по степени жесткости не ниже 3 в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97, ГОСТ 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2-95);

- по устойчивости к радиочастотному электромагнитному полю – по степени жесткости не ниже 3 в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97, ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3:2006);

- по устойчивости к импульсному магнитному полю – по степени жесткости не ниже 4 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50649 (МЭК 61000-4-10-93);

- по устойчивости к наносекундным импульсным помехам – по степени жесткости 4 в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97, ГОСТ 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4-95);

- по устойчивости к микросекундным импульсным помехам большой энергии – по степени жесткости 3 (по схеме «провод-провод»), по степени жесткости 4 (по схеме «провод-земля») в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97, ГОСТ 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5-95);

- по устойчивости к кондуктивным помехам в полосе частот (0-150) кГц – по степени жесткости 4 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000-4-16-98);

- по устойчивости к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями в полосе частот 0,15-80 МГц – по степени жесткости 4 в соответствии с требованиями ГОСТ 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6-95);

- по устойчивости к колебательным затухающим помехам (КЗП) – по степени жесткости 3 в соответствии с требованиями ГОСТ 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12-95);

Требования к помехоэмиссии по ГОСТ 51317.6.4 (МЭК 61000-6-4-97):

- напряжение, создаваемое на входах питания в полосе частот 0,15-30 МГц – не более 73 дБ относительно 1 мкВ;

- квазипиковое значение напряженности поля радиопомех на расстоянии 10 м от изделия в полосе частот:

- 30-300 МГц – не более 40 дБ относительно 1 мкВ/м,

- 300-1000 МГц – не более 47 дБ относительно 1 мкВ/м.

7.8 Требования к электропитанию

Устройства ПА должны соответствовать требованиям по электропитанию РД 34.35.310-97, в том числе:

- отдельные входы для питания устройства и питания дискретных входов;
- номинальное напряжение питания устройства 220 В постоянного тока;
- допустимые длительные отклонения напряжения $-20 \dots +10 \%$;
- допустимый уровень пульсаций $\pm 10\%$;
- обеспечение устойчивого функционирования при воздействиях в цепях питания:
 - провалы напряжения до уровня $0,7U_{\text{ном}}$ длительностью до 2 с.
 - перерывы питания длительностью до 0,5 с.
 - выбросы напряжения до уровня $1,2U_{\text{ном}}$ длительностью до 2 с.

При работе устройства в условиях снижения напряжения ниже допустимого, при любых перерывах питания, а также при восстановлении допустимого уровня напряжения питания должно быть:

- исключена выдача ложных команд;
- обеспечено автоматическое возвращение в рабочий режим.

7.9 Требования электробезопасности

Устройства ПА должны обеспечивать защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97, ГОСТ Р МЭК 60950-2002.

По способу защиты человека от поражения электрическим током технические средства СМ должны соответствовать классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0.

Значение сопротивления между заземляющим болтом (винтом, шпилькой) и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью устройства, которая может оказаться под напряжением – не более 0,1 Ом.

7.10 Требования пожаробезопасности

Требования к пожаробезопасности должны соответствовать нормам ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.2.007.0.

Пожаробезопасность должна быть обеспечена:

- исключением использования легковоспламеняющихся материалов;

– применением средств защиты для отключения в аварийном режиме работы (перегрев, короткое замыкание и др.).

7.11 Требования к конструктивному выполнению

Конструкция устройств ПА должна соответствовать требованиям РД34.35.310-97:

– клеммы полюсов дискретных выходов УВ должны находиться друг от друга на расстоянии, исключающем их случайное замыкание (выдачу ложного УВ) при подключении или отключении внешних цепей;

– использование стандартного широко применяемого конструктива;
Размещение:

– средств местного контроля и управления, а также порта для подключения переносного компьютера – на лицевой стороне конструктива;

– клемм подключения цепей питания, дискретных и аналоговых входов и дискретных выходов, а также порты для постоянных каналов связи с АСУ ТП объекта и центрами управления – на задней стороне конструктива.

Требования к портам:

– клеммы подключения внешних цепей к устройству – для подключения проводов сечением до 2,5 мм²;

– клеммы подключения цепей к дискретным входам и выходам, а также аналоговым входам за исключением аналоговых входов переменного тока – с пружинным механизмом зажима проводов, не требующим периодического обслуживания;

– клеммы подключения цепей к аналоговым входам переменных токов – с винтовым механизмом зажима проводов.

7.12 Гарантийный срок эксплуатации устройств противоаварийной автоматики

Гарантийный срок эксплуатации оборудования - не менее 3-х лет с даты ввода в эксплуатацию.

Гарантийные обязательства завода-изготовителя должны распространяться также на все виды программно-технического обеспечения.

8 Требования к условиям эксплуатации устройств противоаварийной автоматики

Устройства ПА должны удовлетворять следующим эксплуатационным характеристикам:

– устойчивость к механическим воздействиям – по группе М40;

– вибрация – синусоидальная с частотой 0,5-100 Гц, амплитуда ускорения 0,5g, сейсмостойкость (по шкале MSK-64) – 9 баллов;

- удар – ускорение 3,0g, длительность 2-20 мс;
- Устойчивость к климатическим воздействиям:
 - климатическое исполнение и категория размещения – УХЛ4 (по ГОСТ 15150);
 - верхнее предельное рабочее значение температуры воздуха +45 °С;
 - нижнее предельное рабочее значение температуры воздуха +1 °С;
 - эффективное значение относительной влажности воздуха 80% при +25 °С, 98,35 % при +35 °С;
 - высота над уровнем моря – до 2000 м.
- Степень защиты оболочек по ГОСТ 14254:
 - для всего корпуса (защита от пыли) – IP31;
 - лицевая сторона – IP54;
 - задняя сторона – IP20.

9 Требования к надежности функционирования устройств противоаварийной автоматики

Устройства ПА должны обеспечивать в соответствии с РД34.35.310-97 следующие показатели надежности:

- вероятность отказа в срабатывании за год – не более 10^{-6} ;
- параметр потока ложных срабатываний – не более 10^{-6} ч;
- среднее время наработки на отказ – не менее 100 000 час;
- время перезапуска – не более 500 мс;
- время перезагрузки – не более 30 с;
- допустимое время перерыва питания – не менее 0,5 с.
- среднее время восстановления – не более 3 часов (замена сменного модуля);
- срок службы – не менее 20 лет.

Функции автоматической самодиагностики:

- контроль исправности компонентов ПА – с периодичностью исполнения алгоритмов ПА;
- диагностика обмена информацией внутри подстанции;
- диагностика обмена информацией с диспетчерским центром;
- световая и звуковая сигнализация неисправности;
- фиксация информации о неисправностях в журнале событий.

Конфигурирование ПТК – конфигурирование и параметризация модулей, коммуникаций, АРМ персонала.

10 Требования к предприятию-изготовителю устройств ПА

Предприятие-заявитель устройств ПА при проведении аттестации должно иметь:

- Технические условия (технические спецификации) и другую технологическую и эксплуатационную документацию;
- систему входного, пооперационного и выходного контроля качества готовой продукции;
- сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ИСО 9001:2008 или ГОСТ Р ИСО 9001-2008;
- -систему подготовки персонала эксплуатирующих организаций;
- приспособленные и оснащенные техническими средствами помещения для изготовления, наладки и хранения готовой продукции и запасных частей на территории РФ;
- испытательную базу.

Предприятие-изготовитель должно обеспечивать поставку напрямую или через сервис центр любых запасных частей, ремонт и/или замену любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания Гарантийного срока.

11 Требования к сервисным центрам

Сервисные центры, обеспечивающие техническое сопровождение устройств ПА после их изготовления и поставки на объект, должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь помещения, склады запасных частей и ремонтную базу (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта устройств ПА;
- уметь организовать обучение персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов;
- иметь аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и послегарантийного ремонта;
- иметь в наличии согласованный с эксплуатирующей организацией аварийный резерв запчастей;
- осуществлять консультации и выдавать рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами потребителям закреплённого региона;
- осуществлять оперативное командирование специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов.
- обеспечивать поставку запасных частей для оборудования в срок, не более 6 месяцев с момента подписания договора на их покупку.

12 Методика проведения аттестационной проверки устройств противоаварийной автоматики

12.1 Общие положения

Цель испытаний – проверка функционирования устройства ПА в соответствии с требованиями настоящего Стандарта.

Аттестационные испытания устройства ПА должны проводиться на испытательной установке (стенде), по согласованной с ОАО «ФСК ЕЭС» и заявителем программе испытаний, разработанной в соответствии с типовым порядком испытаний, приведенным в приложениях А-Е настоящего Стандарта.

Устройства локальных ПА должны соответствовать общим требованиям к построению таких устройств (РД 34.35.310-97), включающим функциональные требования, перечисленные в гл.6 настоящего Стандарта и требованиям к техническим характеристикам. При соответствии устройств ПА вышеуказанным требованиям они допускаются для применения в электрических сетях 110-750 кВ, в качестве устройств локальной ПА.

12.2 Требования к испытательным установкам (стендам)

Испытательный стенд должен представлять собой трёхфазную модель объекта – узла, линии (далее – тестовая схема).

Испытательный стенд должен обеспечивать моделирование переходных электромеханических процессов с точностью не более 1%.

Для испытания линейных устройств ПА, установленных на разных сторонах линии, должны быть организованы имитаторы каналов связи, обеспечивающие обмен сигналами-командами.

Схема и режимы работы испытательного стенда должны обеспечивать возможность проведения испытаний в объеме, предусмотренном приложениями А-Е настоящего Стандарта.

Испытательный стенд должен быть оснащен средствами моделирования аварийных событий и работы релейных защит в объеме, обеспечивающем проведение испытаний.

Испытательный стенд должен быть оснащен средствами регистрации режимных параметров моделируемых энергообъектов и выходных сигналов испытуемых устройств ПА в объеме, достаточном для оценки характеристик моделируемых процессов и правильности работы испытуемых устройств.

12.3 Типовой порядок испытаний устройств ПА

При аттестации устройств ПА должно проверяться выполнение функций в соответствии с гл.6 настоящего Стандарта.

Испытания устройств АЛАР должны проводиться в соответствии с Приложением А настоящего Стандарта.

Испытания устройств АОСН и АОПН должны проводиться в соответствии с Приложением Б настоящего Стандарта.

Испытания устройств АОСЧ должны проводиться в соответствии с Приложением В настоящего Стандарта.

Испытания устройств АОПО должны проводиться в соответствии с Приложением Г настоящего Стандарта.

Испытания устройств, реализующих функции фиксации отключения линий и оборудования должны проводиться в соответствии с Приложением Д настоящего Стандарта.

Испытания устройств, реализующих функции ЛАПНУ должны проводиться в соответствии с Приложением Е настоящего Стандарта.

Программа аттестационных испытаний устройств АЛАР

А.1 Введение

Настоящая программа предназначена для испытаний на функционирование устройств АЛАР на электродинамических моделях ЭЭС.

Программа испытаний разработана с учетом следующих материалов:

– «Методические указания по устойчивости энергосистем», М., Минэнерго России, 2003. Утвержден приказом Минэнерго России от 30.06.2003 №277. [5]

– «Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем», Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008 Утвержден приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 30.06.2008 № 321. [6]

– Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2011. Утвержден приказом ОАО «СО ЕЭС» от 19.04.2011 №102. [7]

А.2 Общая часть

А.2.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит:

– проверка отсутствия срабатывания испытуемых устройств в устойчивых переходных процессах;

– проверка работы испытуемых устройств в аварийных режимах при различных видах аварийных возмущений с расположением электрического центра качаний в различных точках защищаемого участка сети и за его пределами;

– проверка работы испытуемых устройств в условиях, когда на защищаемом участке сети имеются промежуточные отборы мощности;

– проверка работы испытуемых устройств в аварийных режимах с монотонным увеличением перетока до нарушения статической устойчивости;

– проверка влияния на работу испытуемых устройств скорости развития асинхронного режима;

– проверка возможности согласования работы основного и резервного устройств защищаемых участков сети;

– проверка селективности действия от срабатываний при АР в смежных сечениях (проверка несрабатывания устройства АЛАР на смежных участках сети);

– проверка согласованности работы с устройствами, защищающими смежные участки сети при реальных величинах погрешностей в задании параметров защищаемого участка сети;

– проверка работы испытываемых устройств при их использовании для защиты синхронных машин.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытываемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

Программа испытаний может быть дополнена, по решению АК, с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

А.2.2 Тестовая схема для проведения испытаний представлена на рис.А.1.

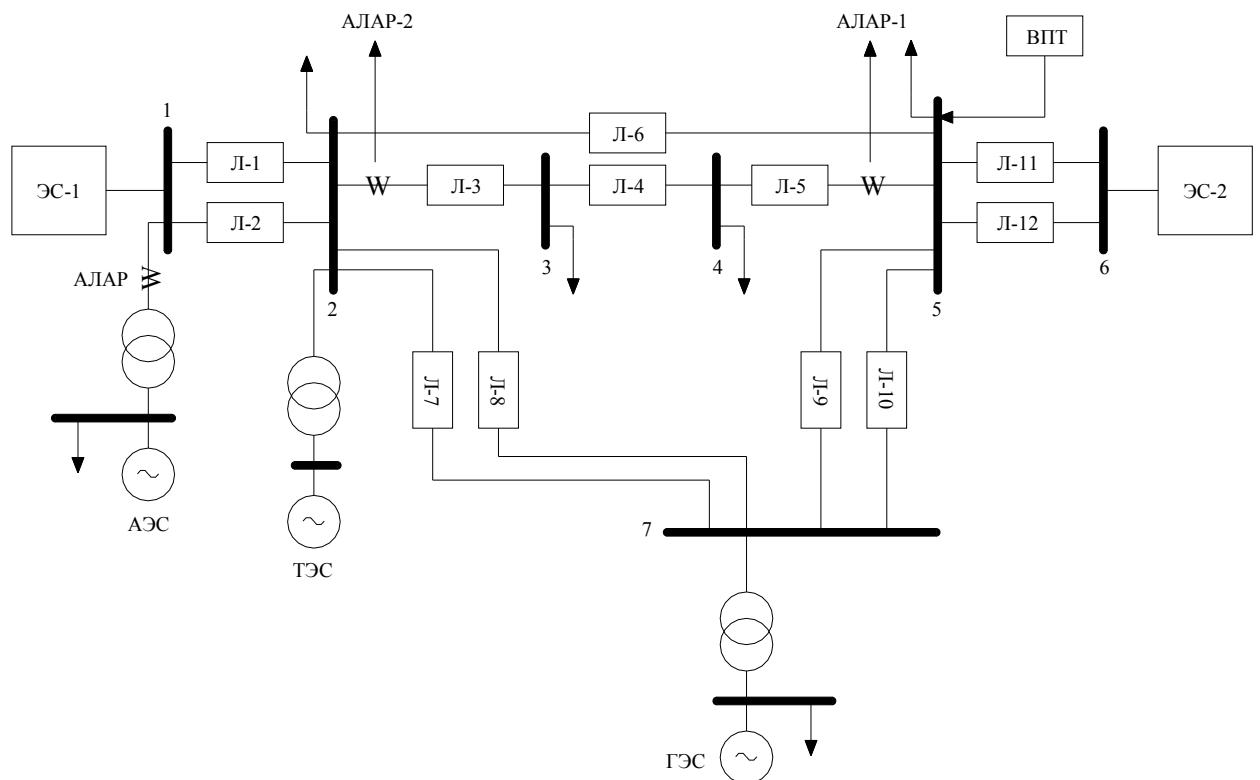


Рис.А.1. Тестовая схема для испытаний алгоритма АЛАР

Схема включает 3 генератора со своими блочными трансформаторами, 4 узла комплексной нагрузки и 12 линий электропередач, два эквивалента энергосистемы (ЭС), вставку постоянного тока (ВПТ). Генераторы

представляют собой модели атомной электростанции (АЭС), гидроэлектростанции (ГЭС), тепловой станции (ТЭС).

Устройства АЛАР включены на ПС узлов 2 и 5 и контролируют линии (2-3-4-5).

Параметры схемы приведены в таблицах А.1-А.3.

Генераторы АЭС, ТЭС и ГЭС оснащены моделями быстродействующих тиристорных систем возбуждения и полупроводниковых регуляторов типа АРВ-СД, а генераторы ЭС – моделями электромашинных систем возбуждения с регуляторами пропорционального типа. Все энергоблоки оснащены моделями систем регулирования мощности и скорости.

Линии электропередач представлены моделями линий 330 кВ разной длины. Состав сети путем отключения линий позволяет воспроизводить широкий спектр асинхронных режимов с расположением сечения асинхронного хода как на контролируемой линии с изменением положения электрического центра качаний (ЭЦК) по всей ее длине, так и вне ее.

А.2.3 Во время испытаний рассматриваются следующие аварийные возмущения:

- однофазные, двухфазные, трехфазные короткие замыкания (КЗ) различной длительности;
- однофазные КЗ с успешным и неуспешным ОАПВ контролируемой линии;
- КЗ различного типа с успешным и неуспешным ТАПВ контролируемой линии;
- КЗ различного типа с отключением связи, шунтирующей контролируемую линию;
- КЗ различного типа с отключением шунтирующей связи при отказе фазы выключателя и работе УРОВ;
- КЗ различного типа с неуспешным ТАПВ и ОАПВ шунтирующей связи;
- аварийные режимы с каскадным развитием аварийного процесса;
- аварийные режимы с монотонным увеличением перетока до нарушения статической устойчивости;
- аварийные небалансы активной мощности, приводящие к изменению частоты в энергосистеме.

А.2.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,01 с.

А.2.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания выявительных и пусковых органов АЛАР в переходных процессах осуществляется при помощи системы цифрового осциллографирования с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о

параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

А.3 Программа испытаний

А.3.1 Проверка достоверности измерений выполняемых устройством.

В различных режимах работы тестовой схемы проверяется соответствие измеряемых и вычисляемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными средствами. Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

А.3.2 Проверка функционирования отдельного устройства при защите сетевых элементов.

При аварийных возмущениях по п.А.2.3 рассматриваются аварийные режимы, как с сохранением устойчивости, так и с нарушением устойчивости. Аварийные возмущения моделируются как на защищаемом участке сети, так и за его пределами.

Варьированием исходных режимов тестовой схемы изменяются места расположения ЭЦК на защищаемом участке сети, направление перетоков активной и реактивной мощности.

Варьируется величина промежуточных отборов мощности на защищаемом участке сети.

Рассматриваются аварийные процессы, приводящие к возникновению АР с ЭЦК за пределами защищаемого участка сети, а также с ЭЦК, перемещающимся в области одной из границ защищаемого участка сети.

Контролируется влияние всех перечисленных факторов на условия и время срабатывания устройства, работу его блокировок.

А.3.3 Проверка согласованности работы основного и резервного устройств

Повторяются эксперименты по п. А.3.2 (возможно выборочно).

Контролируется согласованность работы основного и резервного устройства, в том числе недопустимость одновременного отключения защищаемого участка сети с обеих сторон при наличии на нем промежуточных отборов мощности.

А.3.4 Проверка согласованности работы с устройствами, защищающими смежные участки сети.

Выборочно повторяются эксперименты по п. А.3.2 приводящие к асинхронным режимам с ЭЦК в области границ защищаемого участка сети. Дополнительно произвольным образом изменяются параметры защищаемого участка сети в диапазоне $\pm 10\%$, моделируя этим реальную погрешность задания параметров защищаемого участка сети с учетом погрешности измерений токов и напряжений. Настройки испытуемых устройств остаются неизменными.

Проверяется, что работа устройств АЛАР не приведет к отключению подстанции с двух сторон при нахождении ЭЦК на смежном участке сети вблизи границы защищаемого участка.

А.3.5 Проверка работы устройства АЛАР при защите синхронных машин.

Одно из испытываемых устройств устанавливается на подстанцию 1 (ПС 1) тестовой схемы. К нему подключается напряжение шин этой ПС и ток трансформатора АЭС. Устройство перенастраивается для защиты трансформатора и синхронной машины, моделирующих АЭС.

Проводятся эксперименты с КЗ различного типа и длительности вблизи шин ПС 1, приводящие как к устойчивым переходным процессам с глубокими качаниями АЭС, так и к асинхронному режиму АЭС.

Контролируется соответствие работы устройства происходящим аварийным процессам.

А.4 Результаты испытаний

По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором даются рекомендации по применению испытанного устройства АЛАР.

А.5 Параметры тестовой схемы для испытаний алгоритма АЛАР

Таблица А.1

Параметры генераторов и трансформаторов схемы

Узел	$P_{гном}$	реактивности						$T_{до}$	T_j	$X_{тр.}$	
		X_d		X_d'		X_d''					
	МВт	Ом	о.е.	Ом	о.е.	Ом	о.е.	с	с	Ом	о.е.
АЭС	1000	156	1,43	19,6	0,18	7	0,064	7	12	7,1	0,13
ЭС-1	Энергосистема, суммарная генераторная мощность которой составляет 14000 МВт										
ГЭС	1000	48,35	0,44	15,5	0,142	9,36	0,087	7	8	14,2	0,13
ТЭС	300	610	1,54	186	0,47	75	0,19	7	4	28,3	0,078
ЭС-2	Энергосистема большой мощности, равной ЭС-1, или шины бесконечной мощности										

Величины реактивностей в Омах приведены к напряжению 330 кВ.

Таблица А.2

Параметры линий 330 кВ схемы

№ линии	№ № узлов примыкания	$R_1 + jX_1$	X_0	b
		Ом	Ом	мкСм
1	1-2 (1 цепь)	$4,2 + j57,5$	195	586
2	1-2 (2 цепь)	$0,7 + j5$	17	52
3	2-3	$4,3 + j30$	102	310
4	3-4	$7,4 + j87$	296	896
5	4-5	$4,9 + j40$	136	402
6	2-5	$10 + j157$	533	1614
7	2-7 (1 цепь)	$5,5 + j100$	340	1030
8	2-7 (2 цепь)	$4 + j40$	136	402
9	7-5 (1 цепь)	$1,6 + j20$	68	210
10	7-5 (2 цепь)	$1 + j8$	27	82
11	5-6 (1)	$3,8 + j40$	136	402
12	5-6 (2)	$1,6 + j30$	102	310

Таблица А.3

Параметры нагрузок схемы

Узел нагрузки	Максимальные значения активной мощности нагрузки	
	двигательная нагрузка	чисто активная нагрузка
	МВт	МВт
ПСЗ	880	200
ПС4	880	600
АЭС	900	400
ГЭС	800	400

Величина двигательной нагрузки изменяется от $0,1P_{max}$ до P_{max} , величина чисто активной нагрузки определяется значением $R = const$.

Программа испытаний устройств АОСН, АОПН

Б.1 Введение

Настоящая программа предназначена для испытаний на функционирование устройств АОСН, АОПН на электродинамических моделях.

Программа испытаний разработана с учетом следующих материалов:

- «Методические указания по устойчивости энергосистем», М., Минэнерго России, 2003.
- «Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем», Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008.
- Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России (утверждены Приказом ОАО «СО ЕЭС» от 11.02.2008 г., № 57). [8]
- Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2011.

Б.2 Устройства АОСН

Б.2.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование образцов новых устройств АОСН и выдача рекомендаций по их применению в ЕНЭС России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит:

- проверка отсутствия срабатывания испытуемых устройств в нормальных режимах;
- проверка работы испытуемых устройств в аварийных режимах при различных видах аварийных возмущений, приводящих к снижению напряжения;
- проверка работы испытуемых устройств при наличии на защищаемом участке сети:
 - трансформаторов с устройствами РПН и автоматическими регуляторами коэффициента трансформации (АРКТ);
 - конденсаторных батарей с автоматическими регуляторами реактивной мощности;
 - длинных и сильно загруженных ЛЭП;
- проверка работы испытуемых устройств с учётом различных управляющих воздействий в виде:

- форсировки емкостной компенсации (ФК),
- отключения шунтирующих реакторов (ОШР);
- отключение нагрузки (ОН);

– проверка работы испытываемых устройств в аварийных режимах с полной потерей напряжения на защищаемой ПС;

– проверка работы испытываемых устройств АОСН при их использовании в условиях, когда на ПС сети имеются синхронные машины (синхронные компенсаторы и двигатели), снабженные АРВ.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытываемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытываемое устройство, а также по решению АК, Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителем или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителем или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Б.2.2 Тестовая схема для проведения испытаний представлена на рис. Б.1.

Предложенная тестовая схема включает все энергообъекты и их автоматические системы регулирования, действия которых влияют на функционирование устройств АОСН.

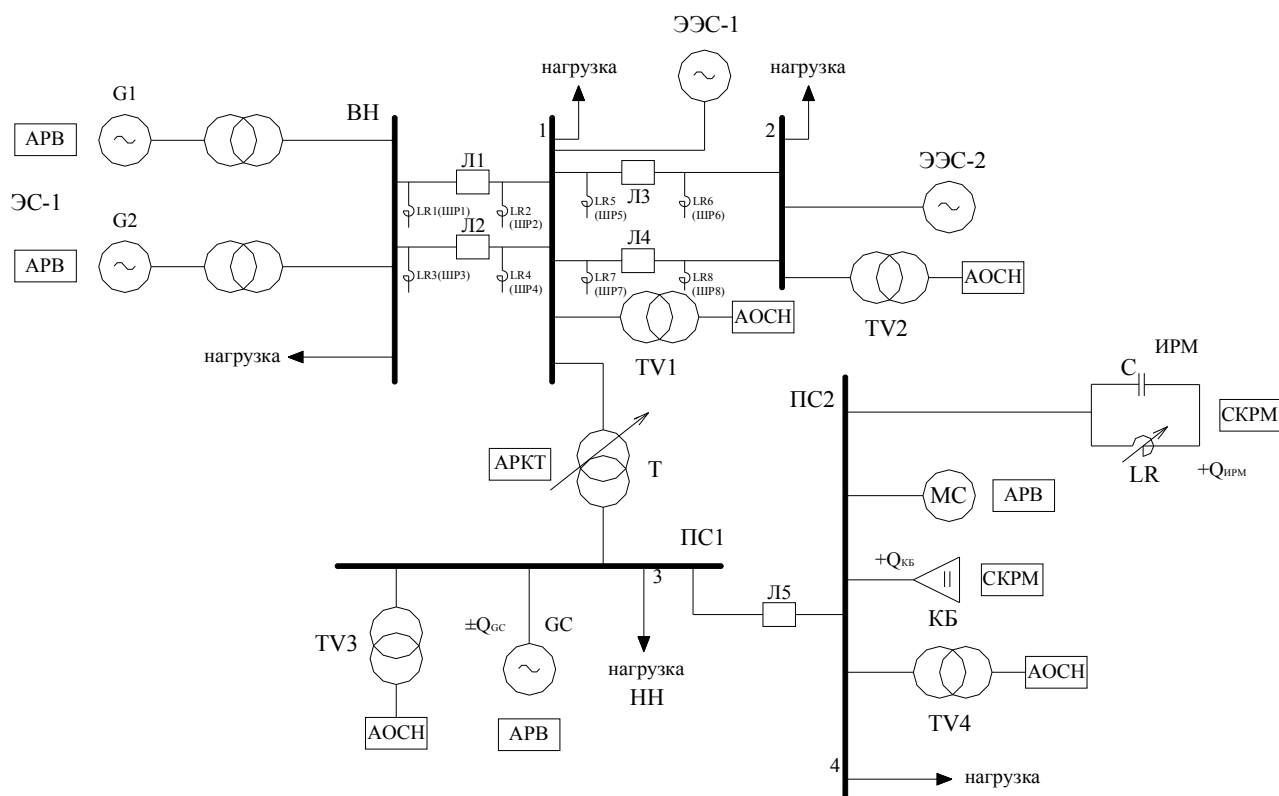


Рис.Б.1 Тестовая схема для испытаний алгоритма АОСН

Схема включает электростанцию ЭС-1 с двумя генераторами (G1 и G2) со своими блочными трансформаторами, 5 узлов комплексной нагрузки (1-5) и 5 линий электропередач, две эквивалентных энергосистемы (ЭЭС-1, ЭЭС-2).

Устройства АОСН включены на ПС1÷4 и контролируют сеть ВН и НН.

Параметры схемы приведены в таблицах Б.1-Б.3.

Генераторы оснащены моделями быстродействующих тиристорных систем возбуждения и полупроводниковых регуляторов типа АРВ-СД. Все энергоблоки оснащены моделями систем регулирования мощности и частоты вращения.

Синхронный компенсатор GC оснащен тиристорной системой возбуждения и полупроводниковым АРВ-СД, а синхронный двигатель МС-электромашинной системой возбуждения и АРВ пропорционального типа.

Линии электропередач (Л-1÷Л-4) представлены моделями линий 220 или 110 кВ разной длины. Состав сети путем отключения линий позволяет воспроизводить широкий спектр режимов с дефицитами реактивной мощности и снижениями напряжения в узлах 1-4.

На линиях Л-1÷Л-4 имеются шунтирующие реакторы. Конденсаторная батарея (КБ) снабжена автоматическим регулятором реактивной мощности и обеспечивает ступенчатое регулирование выдаваемой реактивной мощности. Источник реактивной мощности (ИРМ) также снабжен автоматическим регулятором реактивной мощности и обеспечивает плавное регулирование выдаваемой (+) и потребляемой (-) реактивной мощности.

Управляющие воздействия устройств АОСН оказывают на:

- форсировку устройств компенсаций (КБ и ИРМ);
- форсировку возбуждения асинхронных машин (СГ, СД, СК);
- отключение шунтирующих реакторов (ОШР) и нагрузки (ОН).

Б.2.3 Во время испытаний рассматриваются следующие аварийные возмущения:

- однофазные, двухфазные, трехфазные короткие замыкания (КЗ) различной длительности на линиях Л-1÷Л-5;
- КЗ различного типа с успешным и неуспешным ТАПВ на линиях Л1÷Л5;
- аварийные режимы с каскадным развитием аварийного процесса (отключение одной линии, затем другой, затем отключение GC);
- аварийные режимы с монотонным увеличением дефицита реактивной мощности;
- аварийные небалансы реактивной мощности, приводящие к снижению напряжения в узлах 1 ÷ 4;
- полная потеря напряжения в узлах 3 и 4.

Б.2.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства физической модели с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,01 с.

Б.2.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания пусковых органов АОСН в переходных процессах осуществляется при помощи системы цифрового осциллографирования физической модели с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,0005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Б.2.6 Программа испытаний.

Б.2.6.1 В различных режимах работы тестовой схемы проверяется соответствие измеряемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными средствами электродинамической модели. Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Б.2.6.2 При аварийных возмущениях по п. Б.2.3 рассматриваются аварийные режимы.

Места аварийных возмущений задаются, как на защищаемых участках сети, так и за их пределами.

Варьированием исходных режимов тестовой схемы изменяются уровни снижения напряжения на защищаемых участках сети и направления перетоков реактивной мощности.

Рассматриваются аварийные процессы, приводящие к срабатыванию устройств АОСН.

Контролируется влияние всех перечисленных факторов на условия и время срабатывания устройства, работу его блокировок.

Контролируется соответствие работы устройства происходящим аварийным процессам и предотвращение лавины напряжения и нарушений устойчивости нагрузки.

Б.2.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором дает рекомендации по применению испытанного устройства АОСН.

Б.2.8 Параметры тестовой схемы для испытаний алгоритма АОСН.

Таблица Б.1

Параметры генераторов и трансформаторов схемы

Узел	Мощность элемента
ЭЭС-1	Энергосистема, суммарная генераторная мощность которой составляет 14000 МВт
ЭЭС-2	Энергосистема большой мощности, равной ЭС-1, или шины бесконечной мощности
СК	50÷160 МВар
СД	до 1 МВт
БСК	200÷600 кВар
ИРМ	200÷600 кВар
ШР	до 150 МВА

Таблица Б.2

Параметры линий 330 кВ схемы

№ линии	№ № узлов примыкания	$R_1 + jX_1$	X_0	b
		Ом	Ом	мкСим
1	1-2 (1 цепь)	$4,2 + j57,5$	195	586
2	1-2 (2 цепь)	$0,7 + j5$	17	52
3	2-3	$4,3 + j30$	102	310
4	3-4	$7,4 + j87$	296	896
5	4-5	$4,9 + j40$	136	402
6	2-5	$10 + j157$	533	1614
7	2-7 (1 цепь)	$5,5 + j100$	340	1030
8	2-7 (2 цепь)	$4 + j40$	136	402
9	7-5 (1 цепь)	$1,6 + j20$	68	210
10	7-5 (2 цепь)	$1 + j8$	27	82
11	5-6 (1)	$3,8 + j40$	136	402
12	5-6 (2)	$1,6 + j30$	102	310

Таблица Б.3

Параметры нагрузок схемы

Узел нагрузки	Максимальные значения активной мощности нагрузки	
	двигательная нагрузка	чисто активная нагрузка
	МВт	МВт

3,4	880	200
1,2	880	600

Величина двигательной нагрузки изменяется от $0,1P_{max}$ до P_{max} , величина чисто активной нагрузки определяется значением $R = const$.

Б.3 Устройства АОПН

Б.3.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств АОПН и выдача рекомендаций по их применению в электросетевом хозяйстве России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит:

- проверка возможности выполнения операций по настройке испытуемых устройств АОПН, включающих конфигурирование (установка опций, обеспечивающих адаптацию имеющейся логики алгоритма по всем необходимым условиям применения данной автоматики) и настройку уставок (ввод или редактирование числовых данных) АОПН, автоматики управления шунтирующего реактора (АУР) и УРОВ АОПН (для АОПН – напряжения срабатывания и возврата пусковых и блокирующих органов; мощность срабатывания избирательных органов и временные параметры – уставки по времени; для АУР – ток срабатывания и возврата индикаторов тока через шунтирующий реактор и для УРОВ АОПН – ток срабатывания и возврата индикаторов тока через выключатель и временные параметры - уставки по времени);

- проверка отсутствия срабатывания испытуемых устройств в устойчивых нормальных режимах, а также в переходных процессах (включение линии в работу)

- проверка функционирования испытуемого устройства АОПН, контролирующего напряжения на шинах расщепленного устройства в узлах 1 и 2 и формирующего управляющие воздействия (УВ), ограничивающие длительность воздействия повышенного напряжения на её оборудование и контролирующего высоковольтную линию электропередачи как источник реактивной мощности и формирующего УВ, обеспечивающие компенсацию реактивной мощности, генерируемой линией и, при необходимости её отключение;

- проверка согласованности работы двух устройств АОПН, установленных с двух сторон линии.

Такая проверка работы испытуемых устройств осуществляется в аварийных режимах при различных видах аварийных возмущений, приводящих к повышению напряжения на защищаемых энергообъектах.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытуемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытуемое устройство, а также по решению АК, Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Б.3.2 Тестовая схема для проведения испытаний представлена на рис.Б.2 для устройств АОПН.

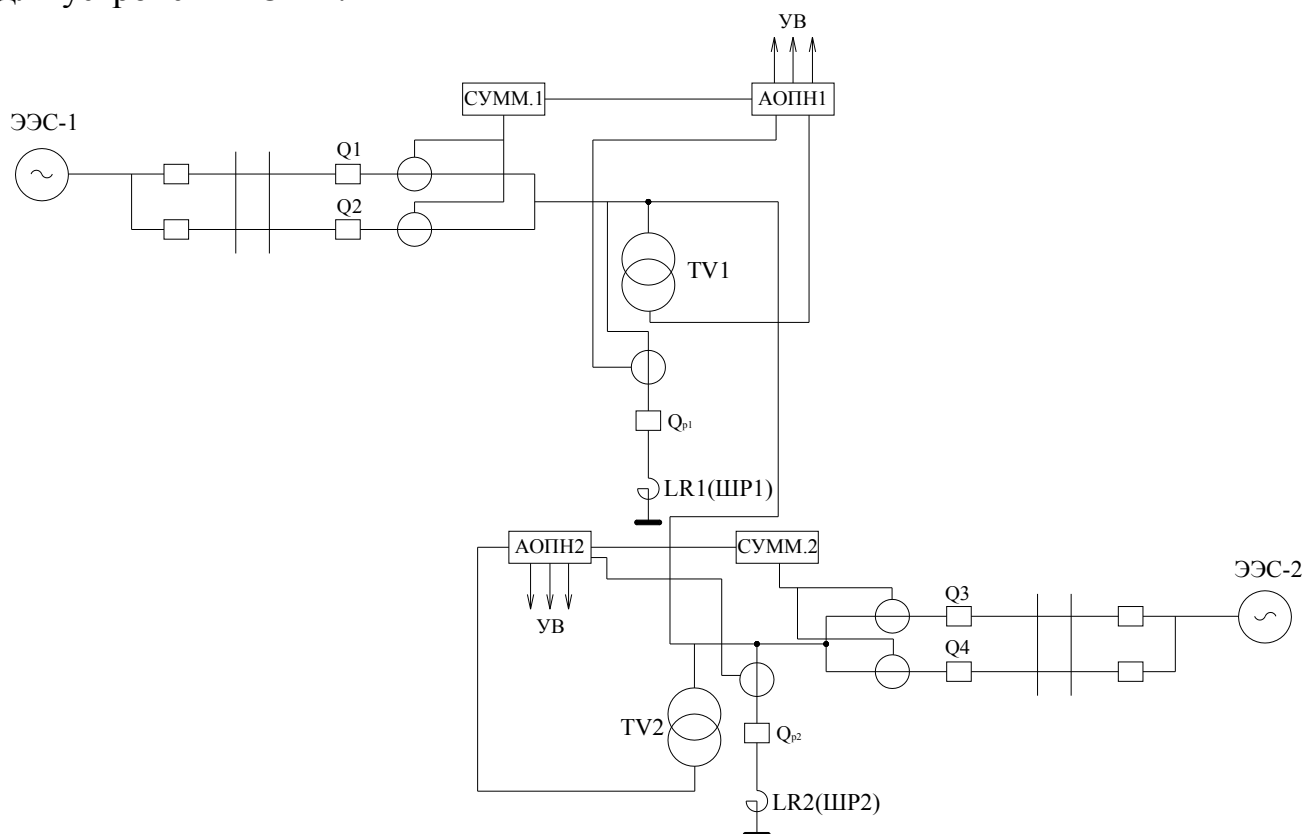


Рис.Б.2. Тестовая схема для испытаний устройств АОПН

Во время испытаний устройства АОПН (рис.Б.2) предусматриваются два аварийных режима:

- линия отключена в месте установки АОПН2 (выключатели Q3 и Q4);
- линия отключена в месте установки АОПН1 (выключатели Q1 и Q2).

Б.3.3 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства физической модели с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,01 с.

Б.3.4 Регистрация режимных параметров и срабатывания выявительных и пусковых органов АОПН в переходных процессах осуществляется при помощи системы цифрового осциллографирования физической модели с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Б.3.5 Программа испытаний.

Б.3.5.1 В различных режимах работы тестовой схемы проверяется соответствие измеряемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными средствами. Фиксируются максимальное и действующее значения напряжения. Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Б.3.5.2 При аварийных возмущениях по Б.3.2 рассматриваются аварийные режимы, вызывающие повышение напряжения.

Варьированием исходных режимов тестовой схемы изменяются значения повышений напряжения и значения реактивной мощности.

Контролируется влияние всех перечисленных факторов на условия и время срабатывания устройства, работу его блокировок.

Контролируется соответствие работы устройства происходящим аварийным процессам.

Б.3.5.3 Осуществляется проверка функционирования действия УРОВ АОПН.

Б.3.6 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором даются рекомендации по применению испытанного устройства АОПН.

Б.3.7 Параметры тестовой схемы для испытаний алгоритма АОПН.

Таблица Б.4

Параметры генераторов и трансформаторов схемы

Узел	Мощность элемента
ЭЭС-1	Энергосистема, суммарная генераторная мощность которой составляет 14000 МВт
ЭЭС-2	Энергосистема большой мощности, равной ЭС-1, или шины бесконечной мощности
ШР	до 150 МВА

Таблица Б.5

Параметры линий 330 кВ схемы

№ линии	$R_1 + jX_1$	X_0	b
	Ом	Ом	мкСм
1	$4,2 + j57,5$	195	586

Программа испытаний устройства АОСЧ

В.1 Введение

Настоящие программы предназначены для испытаний на функционирование устройств ПА на электродинамических моделях.

Программы разработаны с учетом следующих материалов:

– «Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем», Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008.

– Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России (утверждены Приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 11.02.2008 г., № 57).

– Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2011.

– Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка). Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2009, Утвержден приказом ОАО «СО ЕЭС» от 31.12.2009 № 509. [9]

В.2 Общая часть

В.2.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств АОСЧ и выдача рекомендаций по их применению в электросетевом хозяйстве России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит:

- проверка работы устройств АОСЧ на соответствие заданным уставкам (АЧР, ДАР, ЧДА, ЧАПВ);

– проверка отсутствия срабатывания испытуемых устройств в нормальных и утяжеленных режимах;

– проверка работы испытуемых устройств в аварийных режимах при различных видах аварийных возмущений, приводящих к дефициту активной мощности и снижению частоты;

– проверка работы испытуемых устройств в аварийных режимах с полной потерей напряжения на защищаемой ПС;

– проверка работы испытуемых устройств АОСЧ при их использовании в условиях, когда на ПС имеются синхронные машины (синхронные компенсаторы и двигатели), снабженные АРВ.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытуемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытуемое устройство, а также по требованию АК, Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

В.2.2 Проведение испытаний осуществляется на электродинамических моделях ЭЭС (аналогичных модели НИИПТ, RTDS, Ретом и т.п.), имеющих регулируемый источник переменного тока в диапазоне 0-50 А, регулируемый источник переменного напряжения в диапазоне 0-200 В, фазорегулятор в диапазоне 0-360°, а также измерительные приборы: амперметры, вольтметры и ваттметры переменного тока промышленной частоты класса точности 0,5. Кроме того стенд должен быть укомплектован генератором технической частоты в диапазоне 45-55 Гц, источниками постоянного напряжения 110 и 220 В (оперативный ток), сигнальными лампами, реостатами, электрическим секундомером и т.п.

В.2.3 Во время испытаний рассматриваются следующие аварийные возмущения:

- аварийные режимы со снижением частоты;
- аварийный режим при отключении ПС (электроустановки) при наличии синхронной нагрузки (синхронные компенсаторы, двигатели).

В.2.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства физической модели с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,01 с.

В.2.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания пусковых органов АОСЧ в переходных процессах осуществляется при помощи системы цифрового осциллографирования физической модели с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

В.2.6 Проверка АЧР-1, АЧР-2, ДАР, ЧДА и ЧАПВ на соответствие заданным уставкам в полном диапазоне их изменения.

Уставки по частоте устройств АЧР-1 должны находиться в диапазоне 46,5 - 48,8 Гц, уставки по частоте устройств специальной очереди АЧР – в диапазоне 49,0 - 49,2 Гц. Уставки по времени устройств АЧР-1 должны

находиться в диапазоне 0,15 - 0,3 с и должны исключать действие устройств АЧР-1 при коротких замыканиях в электрической сети.

Устройства АЧР имеющие блокировку АЧР-1 по скорости снижения частоты должны быть проверены в соответствующих режимах (скорость изменения частоты должна быть в диапазоне 2,2-4 Гц/с).

Уставки по частоте устройств АЧР-2 должны находиться в диапазоне 48,7 - 49,1 Гц. Уставки по времени устройств АЧР-2 должны находиться в диапазоне 5-70 с.

Устройства ДАР должны реализовывать ОН без выдержки времени в объеме, достаточном для обеспечения эффективной работы АЧР-1.

Устройства АЧР имеющие ступени АЧРС (ДАР) (АЧР по скорости снижения частоты) должны быть проверены в соответствующих режимах (уставки по скорости изменения частоты должна быть в диапазоне 1 -2,2 Гц/с).

Устройства ЧАПВ должны действовать на включение нагрузки потребителей электрической энергии очередями в диапазоне частот 49,4 - 49,8 Гц.

Настройка и выбор объема очередей ЧАПВ должны исключать повторное срабатывание АЧР при действии ЧАПВ.

При подключении к одной очереди устройств ЧАПВ нескольких присоединений на одном объекте электроэнергетики должно обеспечиваться их поочередное включение с интервалами времени не менее 1 с.

В.2.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором дает рекомендации по применению испытанного устройства АОСЧ.

Программа испытаний устройства АОПО

Г.1 Введение

Настоящие программы предназначены для испытаний на функционирование устройств ПА на электродинамических моделях.

Программы разработаны с учетом следующих материалов:

– «Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем», Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008.

– Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России (утверждены Приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 11.02.2008 г., № 57).

– Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2011.

Г.2 Общая часть

Г.2.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств АОПО и выдача рекомендаций по их применению в электросетевом хозяйстве России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит:

– проверка возможности выполнения операций по настройке испытуемых устройств АОПО, включающих конфигурирование (установка опций, обеспечивающих адаптацию имеющейся логики алгоритма по всем необходимым условиям применения данной автоматики) и настройку уставок (ввод или редактирование числовых данных) АОПО;

– проверка работы устройств АОПО на соответствие заданным диапазонам всех ступеней по току в диапазоне $0-2,0I_{\text{раб.мах}}$ ($I_{\text{ном}}$), выдержек времени – длительностей токовых перегрузок (0-20 мин.) и возможности заданий нескольких групп уставок для летней и зимней температур;

– проверка возможности оперативной и автоматической настройки уставок всех ступеней АОПО;

– проверка значения коэффициента возврата по току устройства АОПО (всех ступеней) в диапазоне не менее 0,98;

– проверка обеспечения реализации выдачи различных УВ;

– проверка воздействия I ступени на сигнал, последней ступени – на отключение перегруженного элемента с запретом АПВ и промежуточных ступеней – на разгрузку перегруженного элемента;

Аналогично осуществляется проверка устройства АОПО при изменении направления перетока мощности по защищаемому элементу.

Перед проведением испытаний заявителями предоставляются всю эксплуатационную документацию на испытываемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытываемое устройство, а также по решению АК, Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Г.2.2 Проведение испытаний осуществляется на электродинамических моделях ЭЭС (аналогичных модели НИИПТ, RTDS, РЕТОМ и т.п.), имеющих регулируемый источник переменного тока в диапазоне 0-50 А, регулируемый источник переменного напряжения в диапазоне 0-200 В, фазорегулятор в диапазоне 0-360°, а также измерительные приборы: амперметры, вольтметры и ваттметры переменного тока промышленной частоты класса точности 0,5. Кроме того стенд должен быть укомплектован генератором технической частоты в диапазоне 45-55 Гц, источниками постоянного напряжения 110 и 220 В (оперативный ток), сигнальными лампами, реостатами и т.п.

Г.2.3 Во время испытаний рассматриваются следующие аварийные возмущения:

- моделирование КЗ различного типа с успешным и неуспешным АПВ на линиях;

- моделирование аварийного режима с увеличением и снижением тока (имитация АР).

Г.2.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с.

Г.2.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания ступеней устройств АОПО должно осуществляться 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 ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Г.2.6 В различных режимах работы проверяется соответствие измеряемых в испытываемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными и сигнальными средствами стенда.

Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Г.2.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором даются рекомендации по применению испытанного устройства АОПО.

Г.2.8 Диапазоны и состав входных электрических величин приведены в п. Г.2.1.

Г.2.9 Проверка функционирования устройства по пп. Г.2.1-Г.2.8 осуществляется также при переключении на другие группы уставок.

Программа испытаний устройств фиксации отключения линий и оборудования

Д.1 Введение

Настоящие программы предназначены для испытаний на функционирование устройств ПА на электродинамических моделях.

Программы разработаны с учетом следующих материалов:

– «Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем», Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008.

– Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России (утверждены Приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 11.02.2008 г., № 57).

– Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2011.

Д.2 Устройства ФОЛ, ФОТ, ФОДЛ, ФОДТ, ФОВ

Д.2.1 Все рассматриваемые устройства являются важными элементами локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ), имеющими общее назначение – фиксацию (выявление) отключения одного или нескольких элементов ЭЭС и формирование аварийных и доаварийных сигналов, необходимых для функционирования этой автоматики.

Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств ФОЛ, ФОТ, ФОДЛ, ФОДТ и выдача рекомендаций по их применению в ЕНЭС России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит:

- проверка отсутствия срабатывания испытуемых устройств в устойчивых переходных процессах (для устройств, реагирующих на изменение перетока мощности);

- проверка работы испытуемых устройств в аварийных режимах (КЗ) при действии устройств релейной защиты на отключение трех фаз присоединения (если такие сигналы используются);

- проверка работы испытуемых устройств при оперативных действиях на включение и отключение трех фаз присоединения;

- проверка работы испытуемых устройств по состоянию коммутационных аппаратов присоединения (такая проверка должна учитывать все возможные особенности схем расщепления устройств и подключение

контролируемых присоединений через один или два выключателя, наличие обходного и секционного выключателя);

- проверка работы испытуемых устройств по фактам внезапного снижения тока (перетока мощности) по контролируемой линии (трансформаторах, автотрансформаторах), или по внезапному увеличению тока (перетока мощности) по параллельной связи (если также сигналы используются);

- проверка согласованности работы устройств на разных сторонах линии.

Конкретно в задачу испытаний устройств ФОЛ входит проверка фиксации:

- трехфазного отключения линии до трехфазного АПВ (ТАПВ);
- трехфазного отключения линии после неуспешного ТАПВ;
- включения линии;
- однофазного АПВ (ОАПВ) линии;
- состояния «Ремонт линии»;
- состояния «Работа линии».

При этом для линий электропередач должны предусматриваться два устройства ФОЛ (на обеих сторонах линии), а состояние «Линия отключена» фиксируется при отключении линии на любой стороне, а состояние «Линия включена» - при включении ее с обеих сторон.

В задачу испытаний устройства ФОДЛ, включающего в себя два устройства ФОЛ обеих линий, входит проверка фиксации:

- трехфазного отключения двух линий до ТАПВ;
- трехфазного отключения линий после неуспешного ТАПВ.

Испытание устройств ФОТ, аналогично испытаниям устройств ФОЛ с учётом того, что контроль трансформатора (автотрансформатора) обеспечивается одним устройством по месту установки, а также с учетом отсутствия устройств АПВ на трансформаторах (автотрансформаторах).

Устройства фиксации отключения двух трансформаторов (ФОДТ), выполняемые на основе алгоритмов ФОТ двух трансформаторов, фиксируют отключение двух трансформаторов по выходным сигналам этих ФОТ.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытуемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытуемое устройство, а также по решению АК, программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца (для ФОЛ – четыре) устройства, заявленного на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Настройка программного обеспечения испытуемых устройств ФОЛ, ФОР, ФОДЛ, ФОРТ должна включать следующие операции:

а) конфигурирование – установка опций, обеспечивающих адаптацию логики алгоритма к условиям применения автоматики:

- коммутацию (привязку) дискретных входных сигналов к входным переменным алгоритма;

- коммутацию (привязку) выходных сигналов алгоритма к физическим выходам устройства;

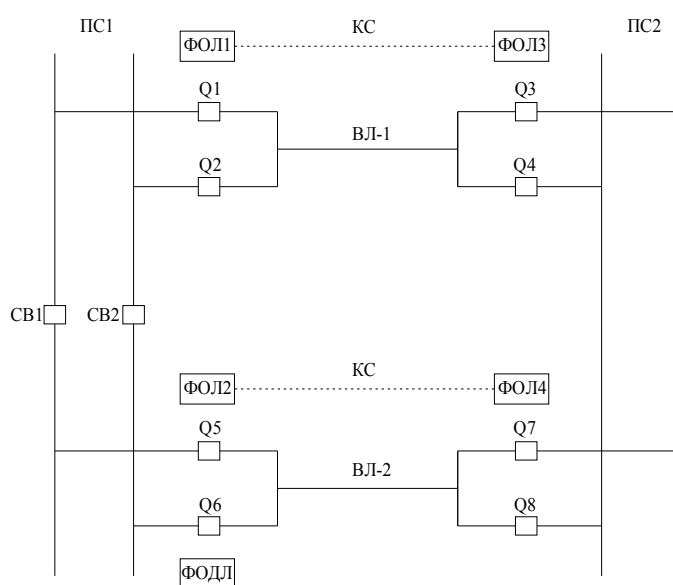
- при необходимости – присвоение входным переменным алгоритма постоянных значений;

- установка свойств (режимов работы) сигнальных устройств;

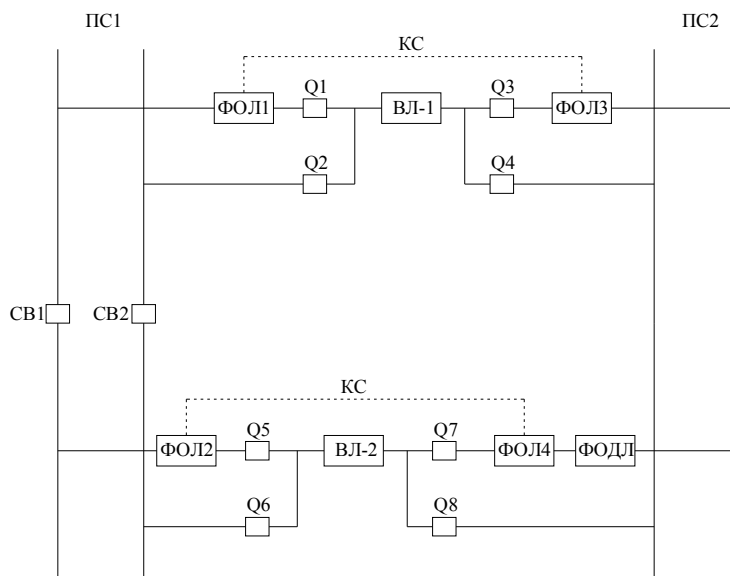
б) настройка уставок – ввод (редактирование) числовых данных, уникальных для конкретного применения устройства. Для алгоритмов фиксирующих устройств ФОР, ФОРТ и ФОРТ, принимающих и формирующих дискретные сигналы, существенны и характерны временные параметры, которые задаются уставками по времени.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Д.2.2 Тестовые схемы для проведения испытаний представлены на рис.Д.1 и Д.2.



а)



б)

Рис.Д.1. Тестовая схема для испытаний алгоритмов устройств ФОЛ,ФОДЛ

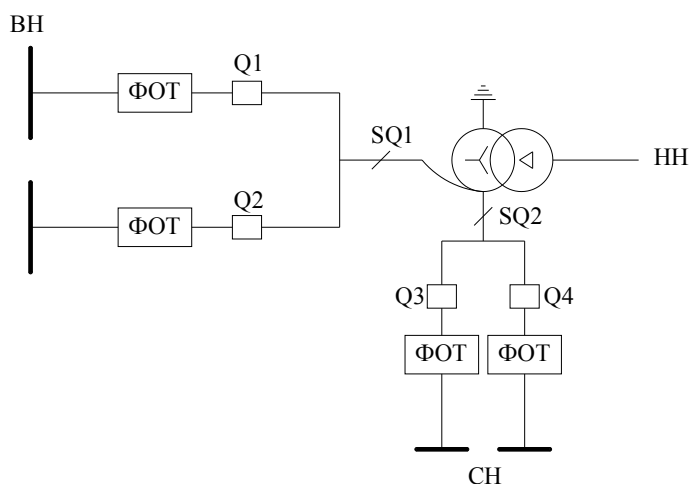


Рис.Д.2. Тестовая схема для испытаний алгоритмов устройств ФОТ

Тестовые схемы предлагают моделирование выключателей и разъединителей с их приводами, а также с устройствами фиксации трехфазного отключения выключателей (ФОВ).

Д.2.3 Во время испытаний рассматриваются следующие возмущения и режимы:

- моделирование успешных и неуспешных ОАПВ контролируемой линии;
- моделирование успешных и неуспешных ТАПВ контролируемой линии;
- моделирование оперативных отключений и включений выключателей и разъединителей тестовых схем.

Д.2.4 Воспроизведение возмущений и режимов выполняется от программирующего устройства физической модели с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,01 с.

Д.2.5 Регистрация срабатывания испытуемых устройств в переходных процессах осуществляется при помощи системы цифрового осциллографирования физической модели с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Д.2.6 Программа испытаний.

Д.2.6.1 Устройство ФОЛ. Функционирование устройства ФОЛ1 (2) (рис.Д.1а) проверяется при подаче на него следующих входных сигналов:

- срабатывание релейной защиты на отключение 3-х фаз;
- выключатель линии Q1 отключен;
- выключатель линии Q2 отключен;
- сигнал включения линии на противоположной стороне;
- фиксация ремонта линии (отключение ЛР или оперативно);
- сигнал однофазного отключения от устройства ОАПВ;
- устройство ФОЛ оперативно введено.

Эти сигналы задаются дискретно и принимают значения «1» либо «0». Изменяя значения входных сигналов необходимо убедиться в правильности появления выходных сигналов ФОЛ. Выходные дискретные сигналы ФОЛ:

- линия отключена (текущее состояние);
- линия включена (текущее состояние);
- переход линии в состояние «Отключена»;
- переход линии в состояние «Включена»;
- отключение линии до ТАПВ;
- отключение линии после неуспешного ТАПВ;
- переход в оперативное состояние «Работа»;
- переход в оперативное состояние «Ремонт»;
- оперативное состояние «Работа»;
- оперативное состояние «Ремонт»;
- ОАПВ линии.

Контролируется согласованность работы устройств ФОЛ1 и ФОЛ3, в том числе при одновременном и последовательном отключениях линии с обеих сторон.

Д.2.6.2 Устройство ФОТ. Функционирование устройств ФОТ (рис.Д.2) проверяется при подаче следующих входных сигналов:

- выключатель высшего напряжения Q1 отключен;
- выключатель высшего напряжения Q2 отключен;
- выключатель среднего напряжения Q3 отключен;
- выключатель среднего напряжения Q4 отключен;
- срабатывание релейной защиты трансформатора;
- разъединитель трансформатора ВН отключен;
- разъединитель трансформатора СН отключен;

– устройство ФОР оперативно введено.

Входные сигналы задаются дискретно и принимают значения «1» или «0». Изменяя значения входных сигналов необходимо убедиться в правильности появления выходных дискретных сигналов ФОР:

- текущее состояние трансформатора «Отключение»;
- отключение трансформатора;
- переход в оперативное состояние «Работа»;
- переход в оперативное состояние «Ремонт»;
- оперативное состояние «Работа»;
- оперативное состояние «Ремонт».

Д.2.6.3 Устройство ФОР. Функционирование устройств ФОР (рис.Д.1б) проверяется при подаче следующих входных сигналов:

- устройство ФОР оперативно введено;
- линия 1 отключена (текущее состояние);
- отключение линии 1 до ТАПВ;
- отключение линии 1 после неуспешного ТАПВ;
- линия 2 отключена (текущее состояние);
- отключение линии 2 до ТАПВ;
- отключение линии 2 после неуспешного ТАПВ.

Входные сигналы задаются дискретно и принимают значения «1» или «0». Изменяя значения входных сигналов необходимо убедиться в правильности появления выходного дискретного сигнала ФОР: фиксация отключения линий 1 и 2.

Д.2.6.4 Устройство ФОР. Устройства ФОР выполняются на основе алгоритмов ФОР двух трансформаторов, получая в качестве входных сигналов выходные сигналы этих ФОР.

Д.2.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором даются рекомендации по применению испытанного устройства.

Программа испытаний устройств ЛАПНУ

Е.1 Введение

Настоящие программы предназначены для испытаний на функционирование устройств ПА на электродинамических моделях.

Программы разработаны с учетом следующих материалов:

– «Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем», Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008.

– Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России (утверждены Приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 11.02.2008 г., № 57).

– Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2011.

Е.2 Устройство ЛАПНУ

Е.2.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств ЛАПНУ и выдача рекомендаций по их применению в ЕНЭС России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит проверка испытуемых устройств ЛАПНУ, которая включает в себя совместную проверку основных элементов входящих в состав этих устройств (КПР, ФОЛ, ФОВ и т.п.).

Проверка правильности срабатывания устройств ЛАПНУ при различных перетоках исходной мощности по линии (проверка алгоритма КПР) осуществляется в двух режимах устройства ФОЛ;

– проверка правильности срабатывания устройств ЛАПНУ при различных состояниях линии (проверка устройства ФОЛ в составе ЛАПНУ) осуществляется при срабатывании каждой из ступеней алгоритма КПР (при задании соответствующих значений перетоков активной мощности);

– проверка правильности срабатывания устройств ЛАПНУ должна осуществляться при наличии отстройки по времени от длительности цикла ОАПВ и ТАПВ и без таковой;

– проверка несрабатывания устройства ЛАПНУ при успешном ТАПВ и ОАПВ;

– проверка несрабатывания устройства ЛАПНУ при отключении одной фазы в цикле успешного и неуспешного ОАПВ;

– проверка времени нахождения устройства ЛАПНУ в сработанном состоянии в течение 0,5 - 1,5 с (после его срабатывания) и дальнейшего его вывода из действия на период отключенного состояния линии;

– проверка ввода устройства ЛАПНУ в действие при последующем включении (нет от АПВ) линии.

Аналогично осуществляется проверка устройства ЛАПНУ при наличии внешнего устройства ФОЛ.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытуемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытуемое устройство, а также по решению АК, Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Е.2.2 Испытания устройства ЛАПНУ проводятся на испытательном стенде по п. Д.3.2, дополненным схемой для испытаний устройств ФОЛ рис.Д.1а.

Е.2.3 Во время испытаний осуществляется моделирование КЗ на ЛЭП различного типа с успешным и неуспешным АПВ.

Е.2.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с.

Е.2.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания устройства ЛАПНУ должно осуществляться 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 ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Е.2.6 В различных режимах работы ЛЭП проверяется по программе п.Е.2.1 на соответствие измеряемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными и сигнальными средствами стенда, а также правильность срабатывания и несрабатывания устройства ЛАПНУ.

Е.2.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором дает рекомендации по применению испытанного устройства ЛАПНУ.

Е.2.8 Параметры и состав электрических величин для испытаний устройств ЛАПНУ. Диапазоны и состав входных электрических величин приведены в п. Е.2.1.

Е.3 Устройство АРПМ

Е.3.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств АРПМ и выдача рекомендаций по их применению в электросетевом хозяйстве России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит проверка испытуемых устройств АРПМ в нормальных и утяжеленных режимах:

- проверка срабатывания устройств АРПМ на соответствие заданным диапазонам всех ступеней (диапазон уставок по активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт, количество ступеней – не менее 3-х) при внезапном нарастании перетока мощности на каждом входе устройства (суммарная активная мощность по нескольким ЛЭП);

- проверка срабатывания устройств АРПМ на соответствие заданным диапазонам всех ступеней (диапазон уставок по активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт, количество ступеней – не менее 3-х) при медленном нарастании перетока мощности на каждом входе устройства (суммарная активная мощность по нескольким ЛЭП);

- проверка срабатывания устройств АРПМ на соответствие заданным диапазонам всех ступеней (диапазон уставок по активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт, количество ступеней – не менее 3-х) при внезапном разновременном (в пределах 0 - 1,0 с, с шагом дискретизации 0,1 с) нарастании перетока мощности на разных входах устройства;

- проверка срабатывания устройств АРПМ на соответствие заданным диапазонам всех ступеней (диапазон уставок по активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт, количество ступеней – не менее 3-х) при медленном разновременном (в пределах 0 - 1,0 с, с шагом дискретизации 0,1 с) нарастании перетока мощности на разных входах устройства;

- проверка работы устройства АРПМ в вышеперечисленных режимах при изменении направления перетока активной мощности;

- проверка замыкания выходных контактов всех ступеней устройства АРПМ (самоудерживания) при фиксации заданных величин активной мощности и перетоках, больших значений мощностей возврата;

- проверка коэффициентов возврата по мощности всех ступеней устройства АРПМ (коэффициент возврата по мощности всех ступеней должен быть не менее 0,98 и регулируемым);

- проверка заданных временных интервалов (1-10 с) всех ступеней устройства АРПМ, по истечении которых осуществляется возврат этих ступеней (размыкание выходных контактов) при снижении перетока ниже заданных значений;

- проверка несрабатывания всех ступеней устройства АРПМ при КЗ;

- проверка несрабатывания всех ступеней устройства АРПМ при качаниях;

- проверка блокирования всех ступеней устройства АРПМ по внешнему дискретному сигналу.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытуемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытуемое устройство, а также по решению АК, программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Е.3.2 Проведение испытаний осуществляется на упрощенной схеме для испытания устройства АЛАР (рис. Е.1).

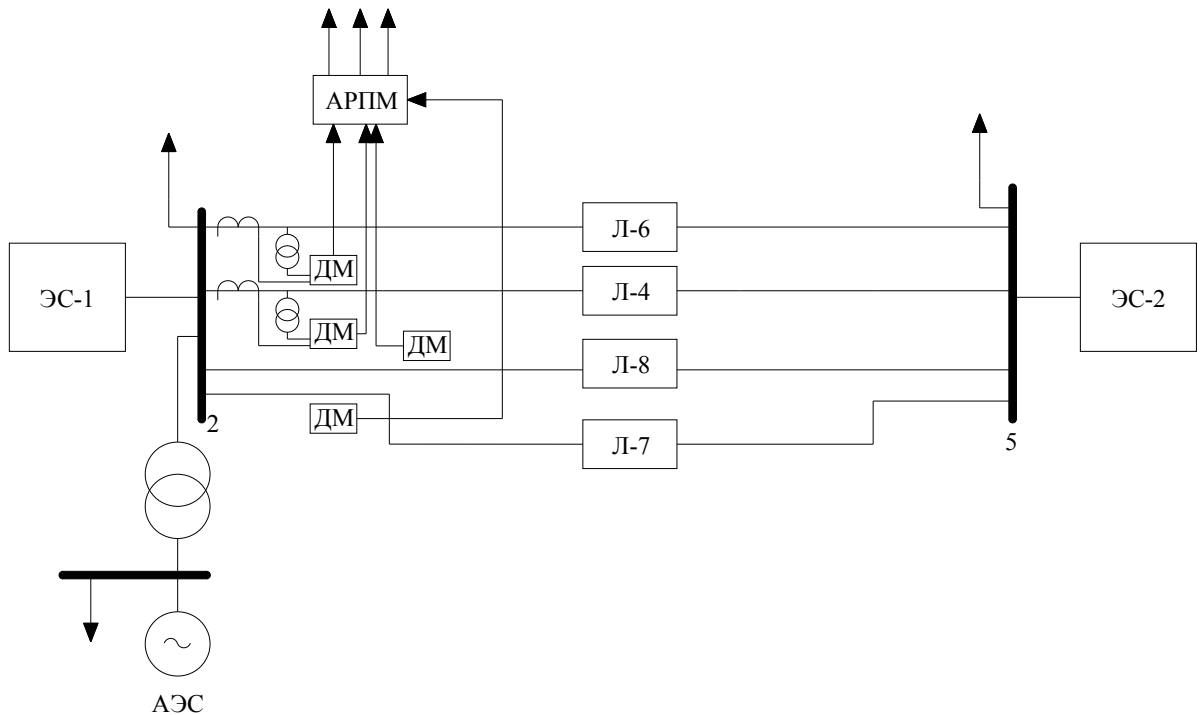


Рис.Е.1. Тестовая схема для испытаний алгоритмов устройства АРПМ

Е.3.3 Во время испытаний рассматриваются следующие аварийные возмущения:

- моделирование небалансов мощности (избыток мощности в передающей части ЭС-1 и недостаток мощности в принимающей части ЭС-2);
- моделирование КЗ различного типа на линиях;
- моделирование качаний.

Е.3.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с.

Е.3.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания ступеней устройств АРПМ должно осуществляться 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 ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Е.3.6 В различных режимах работы тестовой схемы проверяется соответствие измеряемых и вычисляемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными средствами электродинамической модели. Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Е.3.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором дает рекомендации по применению испытанного устройства АРПМ.

Е.3.8 Параметры и состав электрических величин для испытаний устройств АРПМ берутся из таблиц А.1 - А.3, приведенных в приложении А.

Е.4 Устройство АРБКЗ

Е.4.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств АРБКЗ и выдача рекомендаций по их применению в ЕНЭС России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит проверка испытываемых устройств АРБКЗ:

- проверка срабатывания устройства АРБКЗ на соответствие заданным диапазонам всех ступеней (диапазон уставок по активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт, количество ступеней – не менее 3-х) при внезапном сбросе мощности на заданную величину (диапазон уставок по сбросу активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт);

- проверка срабатывания устройства АРБКЗ на соответствие заданным диапазонам всех ступеней (диапазон уставок по активной мощности должен составлять не менее 500 Вт с дискретным шагом задания не более 50 Вт, количество ступеней – не менее 3-х) при снижении фазного (междуфазного) напряжения или напряжения прямой последовательности до заданных значений (диапазон уставок фиксации снижения напряжения 0-70% от $U_{ном}$ с шагом 1,0 %);

- проверка ПУ (ФТОП, ФСН, ФСНП) осуществляется в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к РЗ и А (коэффициент возврата ИО устройств ФСН и ФСНП должен быть не менее 0,95);

- проверка устройства КНР в составе АРБКЗ осуществляется в соответствии с п. Д.3.1;

- проверка устройства ФСМ в составе АРБКЗ осуществляется в соответствии с п. Е.6.1.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытываемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытываемое устройство, а также по решению АК, программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Е.4.2 Проведение испытаний осуществляется на упрощенной схеме для испытания алгоритма АРБКЗ (рис. Е.2).

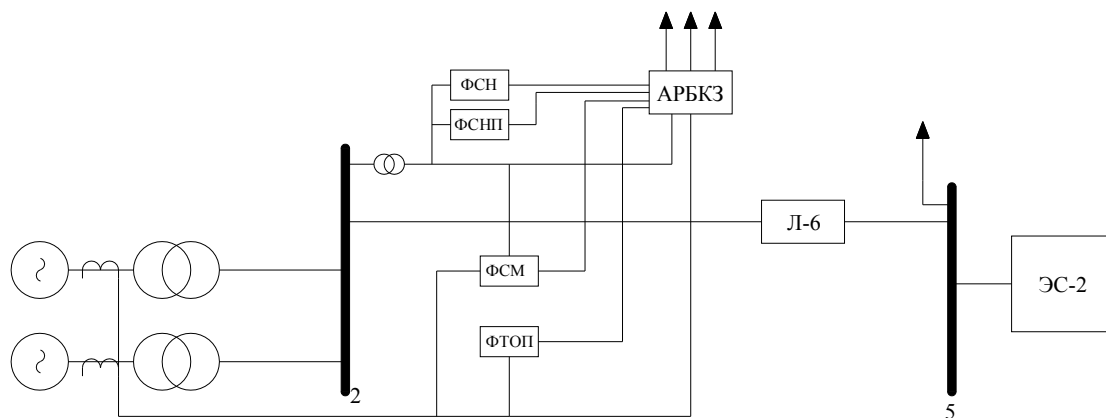


Рис. Е.2. Тестовая схема для испытаний алгоритмов устройства АРБКЗ

Е.4.3 Во время испытаний рассматривается моделирование КЗ в различных точках линии, включая близкие к шинам КЗ.

Е.4.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с.

Е.4.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания ступеней устройств АРБКЗ должно осуществляться при помощи системы цифрового осциллографирования с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Е.4.6 В различных режимах работы тестовой схемы проверяется соответствие измеряемых и вычисляемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными средствами электродинамической модели. Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Е.4.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором дает рекомендации по применению испытанного устройства АРБКЗ.

Е.4.8 Параметры и состав электрических величин для испытаний устройств АРБКЗ берутся из таблиц А.1, А.2, приведенных в приложении А.

Е.5 Устройство АРЗКЗ

Е.5.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств АРЗКЗ и выдача рекомендаций по их применению в ЕНЭС России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит проверка испытываемых устройств АРЗКЗ.

Проверка устройства АРЗКЗ осуществляется аналогично проверке устройств АРБКЗ.

Дополнительно соответствие уставке выдержки времени устройства АРЗКЗ.

Также осуществляется проверка длительности времени памяти срабатывания устройства ФСМ соответствующей выдержке времени устройства АРЗКЗ в диапазоне 0,2 - 0,4 с.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытываемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытываемое устройство, а также по решению АК, программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Е.5.2 Проведение испытаний осуществляется на упрощенной схеме для испытания алгоритма АРЗКЗ (рис. Е.3).

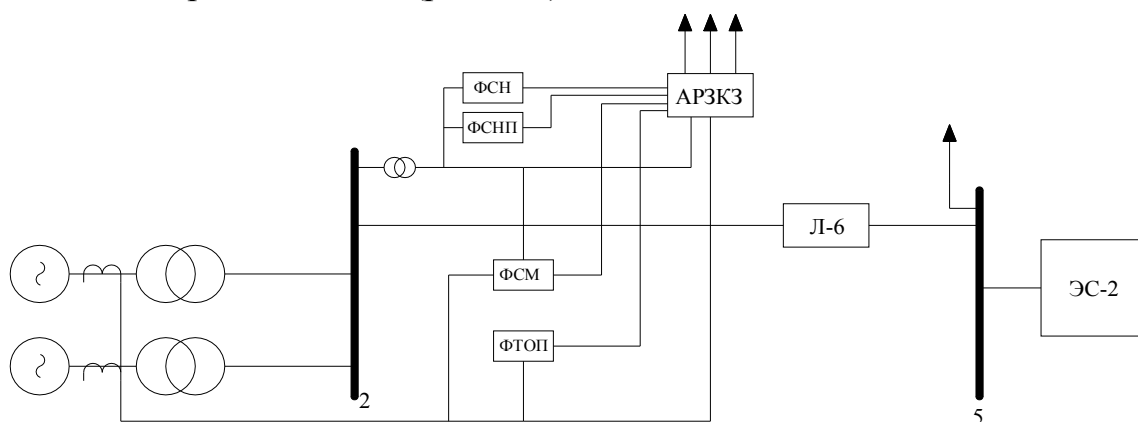


Рис. Е.3. Тестовая схема для испытаний алгоритмов устройства АРЗКЗ

Е.5.3 Во время испытаний рассматривается моделирование КЗ в различных точках линии, включая близкие к шинам КЗ.

Е.5.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,1 с.

Е.5.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания ступеней устройств АРЗКЗ должно осуществляться при помощи системы цифрового осциллографирования с периодом опроса входных сигналов с частотой не менее 0,005 с. Их просмотр и дальнейшая обработка выполняется с помощью ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Е.5.6 В различных режимах работы тестовой схемы проверяется соответствие измеряемых и вычисляемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными средствами электродинамической модели. Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Е.5.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором даются рекомендации по применению испытанного устройства АРЗКЗ.

Е.5.8 Параметры и состав электрических величин для испытаний устройств АРЗКЗ берутся из таблиц А.1, А.2, приведенных в приложении А.

Е.6 Устройство ФСМ

Е.6.1 Основными целями испытаний является проверка на функционирование головных образцов новых устройств ФСМ и выдача рекомендаций по их применению в ЕНЭС России.

В соответствии с указанными целями в задачу испытаний входит проверка испытуемых устройств ФСМ:

- проверка срабатывания устройств ФСМ в соответствии с заданными уставками по значению сброса активной мощности во всем диапазоне исходных значений перетоков;
- проверка срабатывания устройств ФСМ при сбросе мощности до нуля во всем диапазоне исходных значений перетоков активной мощности (разрыв транзита);
- проверка несрабатывания устройств ФСМ при сбросах мощности меньше заданной уставки и при отсутствии сброса мощности во всем диапазоне исходных значений перетоков активной мощности;
- проверка несрабатывания устройств ФСМ при снижениях мощности в АР и в режиме качаний;
- проверка несрабатывания устройств ФСМ при сбросе активной мощности в результате КЗ и исчезновении измерительного напряжения.

Перед проведением испытаний заявители предоставляют всю эксплуатационную документацию на испытуемое устройство, в том числе и описание алгоритма его работы и методику выбора уставок.

После изучения документации на испытуемое устройство, а также по решению АК, Программа может быть дополнена с учетом индивидуальных особенностей выполнения устройства.

Для испытаний должны быть представлены как минимум два образца устройств, заявленных на аттестацию. Настройка этих устройств, в том числе и выбор всех уставок, производится заявителями или их представителями на основании данных о тестовой схеме. Обоснование выбранных настроек, составленное заявителями или их представителями на основании методики выбора уставок, прилагается к протоколу испытаний.

Выбранные настройки остаются неизменными на протяжении всех испытаний.

Е.6.2 Проведение испытаний осуществляется на универсальном испытательном стенде, имеющим регулируемый источник переменного тока в диапазоне 0 - 50 А, регулируемый источник переменного напряжения в диапазоне 0 - 200 В, фазорегулятор в диапазоне 0 - 360°, а также измерительные приборы: амперметры, вольтметры и ваттметры переменного тока промышленной частоты класса точности 0,5. Кроме того стенд должен быть укомплектован генератором технической частоты в диапазоне 45 - 55 Гц, источниками постоянного напряжения 110 и 220 В (оперативный ток), сигнальными лампами, реостатами и т.п.

Е.6.3 Во время испытаний рассматриваются следующие аварийные возмущения:

- моделирование КЗ различного типа с успешным и неуспешным АПВ на линиях;
- моделирование аварийного режима с монотонным увеличением и снижением перетока активной мощности (имитация АР и качания);
- потеря измерительного напряжения на электроустановке.

Е.6.4 Воспроизведение аварийных возмущений выполняется от программирующего устройства с точностью задания времени реализации требуемой программы не менее 0,01 с.

Е.6.5 Регистрация режимных параметров и срабатывания устройства ФСМ должно осуществляться 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 ПЭВМ. Дополнительно, информация о параметрах переходного процесса может быть представлена в любом другом формате.

Е.6.6 В различных режимах работы проверяется соответствие измеряемых в испытуемом устройстве режимных параметров их значениям, фиксируемым измерительными и сигнальными средствами стенда.

Оценивается влияние искажения синусоидальности токов и напряжения на достоверность измерений.

Е.6.7 По результатам проведенных испытаний составляется протокол, который подписывается участниками испытаний.

После обработки результатов испытаний подготавливается отчет об испытаниях, в котором даются рекомендации по применению испытанного устройства ФСМ.

Е.6.8 Параметры и состав электрических величин для испытаний устройств ФСМ. Диапазоны и состав входных электрических величин задаются в соответствии с паспортными данными устройства.

Библиография

- [1] Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Утвержден приказом Минэнерго России от 19.06.2003 № 229 и зарегистрирован Минюстом России 20.06.2003 № 4799.
- [2] СТО 56947007-29.120.70.042-2010 Требования к шкафам управления и РЗА с микропроцессорными устройствами.
- [3] РДЗ4.35.310-97 Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем.
- [4] СТО 56947007-29.240.043-2010 Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов.
- [5] «Методические указания по устойчивости энергосистем», М., Минэнерго России, 2003. Утвержден приказом Минэнерго Российской Федерации от 30.06.2003 № 277.
- [6] СТО 17330282.29.240.004-2008 Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем, Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», М., 2008. Утвержден приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 30.06.2008 № 321.
- [7] СТО 59012820.29.240.001-2011 Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Москва. 2001. Утвержден приказом ОАО «СО ЕЭС» от 19.04.2011 №102.
- [8] Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России (утверждены Приказом ОАО «СО ЕЭС» от 11.02.2008 г., № 57).
- [9] СТО 59012820.29.240.001-2010 Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка). Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Москва, 2009. Утвержден приказом ОАО «СО ЕЭС» от 31.12.2009 № 509.