

Методика проведения сертификационных испытаний устройств АРПМ

1. Область применения

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

2. Этапы подготовки и проведения сертификационных испытаний устройств АРПМ

Сертификационные испытания устройств АРПМ проводятся с использованием тестовой модели энергосистемы и ПАК РВ.

Сертификационные испытания должны содержать следующие этапы:

- сборка тестовой модели энергосистемы;
- проведение сертификационных испытаний;
- анализ результатов сертификационных испытаний.

3. Сборка тестовой модели энергосистемы

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

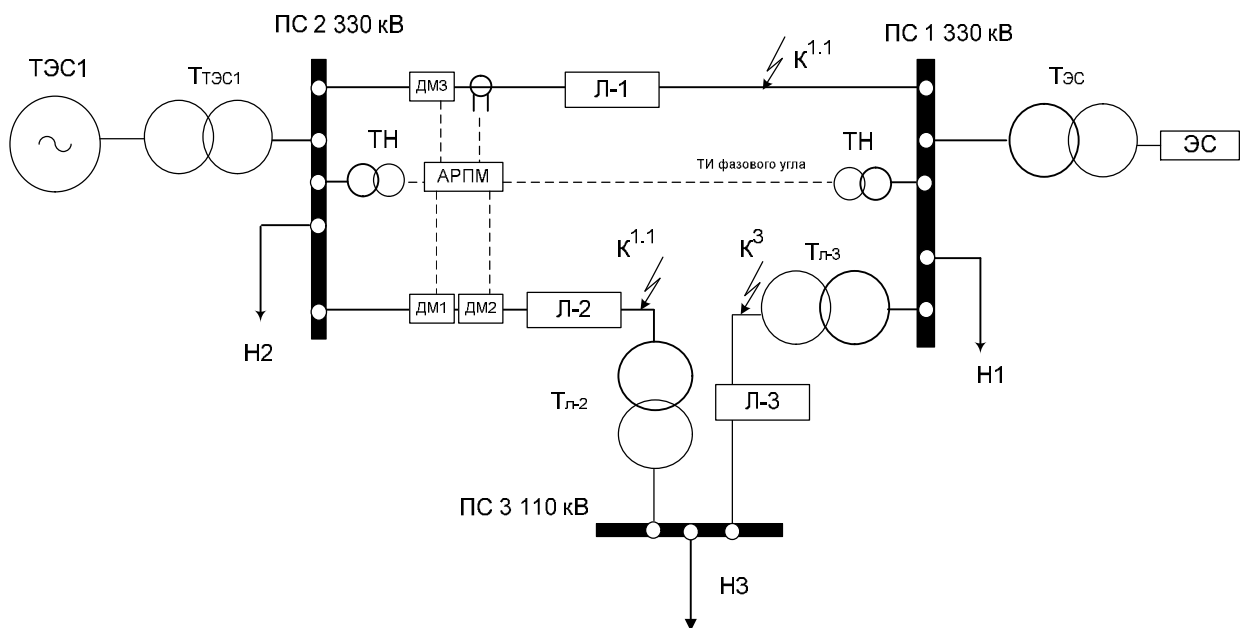


Рис.1. Схема тестовой модели энергосистемы для проведения сертификационных испытаний устройств АРПМ.

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

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

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

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

Таблица 1. Параметры ЛЭП тестовой модели энергосистемы

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

Таблица 2. Параметры генераторов тестовой модели энергосистемы

Генераторы	$P_{Г\text{ ном}}$	$S_{Г\text{ ном}}$	H	$U_{Г\text{ ном}}$	$\cos\varphi$	Реактивные сопротивления					T_{do}
	МВт	МВА	МВт·с/ МВА	кВ		X_d	X_d'	X_d''	X_q	X_q''	с
						о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	
ЭС	Энергосистема большой мощности, суммарная генераторная мощность которой составляет 14000 МВт, или шины бесконечной мощности										
ТЭС	500	588,2	1,848	20	0,85	1,8	0,26	0,173	1,74	0,26	5,9

Таблица 3. Параметры трансформаторов тестовой модели энергосистемы

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

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

Таблица 4. Параметры АРВ синхронных генераторов тестовой модели энергосистемы

Генератор	Тип системы возбуждения	Тип АРВ	Коэффициенты					Т _{СВ}	Т _{АРВ}
			K _U	K _{IU}	K _{IF}	K _F	K _{IF}		
			е.в.н./ е.н.с.	е.в.н./ е.н.с./с	е.в.н./ е.т.р./с	е.в.н./ /Гц	е.в.н./Гц/с	с	с
ТЭС	Тиристорная	АРВ-СД	50	5	5	1	7	0,03	0,04

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

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

Таблица 5. Значения параметров исходного режима тестовой модели энергосистемы для проведения сертификационных испытаний устройств АРПМ.

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

^(*)Нагрузка моделируется активным сопротивлением.

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

- измерение параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 1 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима с дискретностью не более 20 мс;
- запись параметров электроэнергетического режима в течение не менее 30 с.

4. Проведение сертификационных испытаний

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Цель испытаний	№ опыта	Предаварийный режим	Подключение АРПМ	Аварийное возмущение	Корректное действие АРПМ
1	2	3		4	5
Проверка срабатывания при превышении фазным углом заданной уставки	8.1	Исходная схема	ПС2+ ПС1 (от ТИ)	Монотонное увеличение нагрузки на ПС1 до достижения заданной уставки АРПМ	Срабатывание через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки по углу
	8.2	Исходная схема	ПС2+ ПС1 (от ТИ)	Скачкообразное увеличение нагрузки на ПС1 до достижения заданной уставки АРПМ	Срабатывание через заданную выдержку времени при достижении заданной уставки по углу
Проверка отсутствия срабатывания при допустимых нагрузочных режимах	9	Исходная схема	ПС2+ ПС1 (от ТИ)	Монотонное увеличение нагрузки на ПС1 до 0,95 уставки АРПМ по углу	Отсутствие срабатывания. Угол между напряжениями ПС2 и ПС1 не превышает уставку
Проверка отсутствия срабатывания (блокировки) при потере ТИ фазы вектора напряжения	10	Исходная схема	ПС2+ ПС1 (от ТИ)	Отключение ТИ (либо ТН на ПС1)	Отсутствие срабатывания (блокировка устройства)
Проверка коэффициента возврата	11.1	Исходная схема	ПС2+ ПС1 (от ТИ)	Монотонное увеличение нагрузки на ПС1 и последующее ее монотонное уменьшение	При достижении угла между напряжениями на ПС1 и ПС2 заданной уставки, срабатывание устройства. При уменьшении угла между напряжениями на ПС1 и ПС2 до угла, соответствующего $K_v = 0,98$, – прекращение выходного сигнала на выдачу УВ
	11.2	Исходная схема	ПС2+ ПС1 (от ТИ)	Скачкообразное увеличение нагрузки на ПС1 и последующее ее скачкообразное уменьшение	При достижении угла между напряжениями ПС1 и ПС2 заданной уставки, срабатывание устройства. При уменьшении угла между напряжениями на

Цель испытаний	№ опыта	Предаварийный режим	Подключение АРПМ	Аварийное возмущение	Корректное действие АРПМ
1	2	3		4	5
					ПС 1 и ПС 2 до угла, соответствующего $K_v = 0,98$, – прекращение выходного сигнала на выдачу УВ

5. Анализ результатов сертификационных испытаний

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

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

5.2. Отсутствует срабатывание устройств АРПМ при изменении уставок.

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

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

5.5. Отсутствует срабатывание устройства АРПМ при перезагрузке.

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

5.7. Отсутствует срабатывание устройства АРПМ в допустимых нагрузочных режимах.

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

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

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

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

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