

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Устройства измерительные многофункциональные ESM

Назначение средства измерений

Устройства измерительные многофункциональные ESM (далее по тексту – устройства ESM) предназначены для измерения параметров электрического напряжения, тока, частоты, углов фазовых сдвигов, электрической мощности в трехфазных трехпроводных и четырехпроводных электрических сетях переменного тока с номинальной частотой 50 Гц, измерения и контроля показателей качества электрической энергии (далее по тексту – ПКЭ) в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013, ГОСТ 32144-2013, ГОСТ 30804.4.7-2013 (класс I), ГОСТ Р 8.655-2009, ГОСТ 33073-2014, ГОСТ Р 51317.4.15-2012, измерения активной и реактивной электрической энергии в соответствии с ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012, синхронизированных векторных измерений, передачи измеренных параметров по цифровым интерфейсам RS-485, Ethernet и USB.

Описание средства измерений

Принцип действия устройств ESM заключается в обработке входных сигналов силы и напряжения переменного тока, поступающих в аналоговом или цифровом виде (в зависимости от модификации), с последующим вычислением параметров и передачей полученных значений по цифровым интерфейсам RS-485, Ethernet и USB.

Устройства ESM предназначены для непрерывной работы в составе различных автоматизированных систем, включая системы технологического управления, системы учета электроэнергии, системы мониторинга качества электроэнергии и др.

Конструктивно устройства ESM выполнены в литом корпусе из пластмассы, не поддерживающей горение, предназначенном для крепления на DIN-рельс 35 мм. Дополнительно устройства ESM могут комплектоваться модулем индикации, на котором отображаются результаты измерений и вспомогательная информация. Устройства ESM с модулем индикации имеют щитовое крепление. Для обеспечения пломбирования измерительных и интерфейсных цепей применяется накладная прозрачная крышка с отверстиями под пломбы. Для осуществления поверки предусмотрены импульсный и оптический выходы.

Для хранения конфигурации, результатов измерений ПКЭ, приращений активной и реактивной энергии, журналов событий в устройствах ESM предусмотрена энергонезависимая память, обеспечивающая длительное хранение при отсутствии электропитания и защищенная от несанкционированного изменения.

Устройства ESM могут применяться в качестве:

- счетчиков электрической энергии для учета активной энергии в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 31819.22-2012, по классам точности 0,2S или 0,5S, учета реактивной энергии в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 31819.23-2012, по классам точности 0,5 или 1 в прямом и обратном направлениях;

- средств измерений ПКЭ в соответствии с классами характеристик процесса измерений A или S в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013, классом I по ГОСТ 30804.4.7-2013;

- щитовых приборов в комплекте с модулем индикации;

- цифровых измерительных преобразователей для измерения фазного тока, фазного и линейного напряжения, частоты, углов фазовых сдвигов между током, фазными напряжениями, напряжением и током, коэффициентов мощности (пофазно и среднего), активной, реактивной и полной мощности (пофазно и суммарных величин);

- устройств синхронизированных векторных измерений для измерения синхронизированных векторов фазных напряжений и токов, а также частоты и скорости ее изменения.

Устройства ESM позволяют выполнять многотарифный учет энергии в 8 тарифных зонах, по 255 типам дней в 255 сезонах, обеспечивают ведение независимых массивов профилей

мощности (активной, реактивной прямого и обратного направления) и четырехквadrантной реактивной энергии с конфигурируемым временем интегрирования от 1 до 60 минут.

Устройства ESM могут быть дополнены функциями сбора дискретных сигналов и выдачи команд телеуправления через внешние модули ввода-вывода, подключаемые по интерфейсу RS-485.

Устройства ESM выпускаются в 3 основных модификациях, отличающихся видом входного сигнала:

– ESM-HV – подключение к трансформаторам тока по ГОСТ 7746-2001, трансформаторам напряжения по ГОСТ 1983-2001 или прямого включения цепей напряжения;

– ESM-ET – подключение к электронным трансформаторам тока, электронным трансформаторам напряжения, включая электронные трансформаторы тока по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, электронные трансформаторы напряжения по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010, первичные преобразователи тока малой мощности типа LPCT, датчики тока на основе катушки Роговского, емкостные и резистивные датчики напряжения;

– ESM-SV – подключение к шине процесса согласно IEC 61850-9-2.

Также устройства ESM отличаются набором интерфейсов, напряжением питания, классом характеристик процесса измерений ПКЭ, классами точности по учету электрической энергии.

Структура условного обозначения устройств ESM:

ESM-XX-X-X-X-X

1 2 3 4 5 6

1 – тип подключения к измеряемым сигналам:

HV – подключение к трансформаторам тока по ГОСТ 7746-2001, трансформаторам напряжения по ГОСТ 1983-2001 или прямого включения цепей напряжения;

ET – подключение к электронным трансформаторам тока, электронным трансформаторам напряжения;

SV – подключение к шине процесса согласно IEC 61850-9-2;

2 – номинальные значения входных сигналов:

для модификации ESM-HV указываются номинальные значения входного напряжения:

100 – 57,7 (100) В фазное (линейное);

400 – 230 (400) В фазное (линейное);

690 – 400 (690) В фазное (линейное);

для модификации ESM-SV дополнительно указывается поддержка шины FlexRay: ESM-SVF;

для модификации ESM-ET указываются номинальные значения входных каналов по току: 1 – 150 мВ; 2 – 200 мВ; 3 – 225 мВ; 4 – 333 мВ; 5 – 1 В; 6 – 1,625 В; 7 – 2 В; 9 – 4 В; и напряжению: 2 – 200 мВ; 4 – 333 мВ; 5 – 1 В; 6 – 1,625 В; 7 – 2 В; 8 – 3,25 В; 9 – 4 В;

3 – напряжение питания:

220 – сеть переменного тока напряжением от 100 до 265 В, от 45 до 55 Гц или постоянное напряжение от 120 до 370 В;

24 – постоянное напряжение от 18 до 36 В;

4 – набор интерфейсов:

A2E2 – 2 порта RS-485, 2 порта Ethernet 100Base-T;

A2E4 – 2 порта RS-485, 4 порта Ethernet 100Base-T;

A2E2F2 – 2 порта RS-485, 2 порта Ethernet 100Base-T, 2 порта Ethernet 100Base-FX;

5 – учет и контроль качества электроэнергии:

для модификаций ESM-HV и ESM-SV указывается:

02A – учет активной энергии по классу точности 0,2S, реактивной энергии по классу точности 0,5; измерение ПКЭ в соответствии с классом характеристик процесса измерений A по ГОСТ 30804.4.30-2013;

02S – учет активной энергии по классу точности 0,2S, реактивной энергии по классу точности 0,5; измерение ПКЭ в соответствии с классом характеристик процесса измерений S по ГОСТ 30804.4.30-2013;

05A – учет активной энергии по классу точности 0,5S, реактивной энергии по классу точности 1,0; измерение ПКЭ в соответствии с классом характеристик процесса измерений A по ГОСТ 30804.4.30-2013;

05S – учет активной энергии по классу точности 0,5S, реактивной энергии по классу точности 1,0; измерение ПКЭ в соответствии с классом характеристик процесса измерений S по ГОСТ 30804.4.30-2013;

для модификации ESM-ET:

05S – учет активной энергии по классу точности 0,5S, реактивной энергии по классу точности 1,0; измерение ПКЭ в соответствии с классом характеристик процесса измерений S по ГОСТ 30804.4.30-2013;

б – опции:

для модификаций ESM-HV, ESM-SV дополнительно указывается поддержка синхронизированных векторных измерений: PMU.

Внешний вид устройств ESM с указанием схем пломбирования от несанкционированного доступа и места нанесения знака поверки представлен на рисунке 1.

Схема пломбирования от несанкционированного доступа

Место нанесения знака поверки



а)

Схема пломбирования от несанкционированного доступа

Место нанесения знака поверки



б)

Место нанесения
знака поверки

Схема пломбирования
от несанкционирован-
ного доступа



в)



г)

а) модификация устройств ESM-HV; б) модификация устройств ESM- ET; в) модификация устройств ESM-SV; г) устройство ESM с модулем индикации

Рисунок 1 – Внешний вид модификаций устройств ESM, схемы пломбирования от несанкционированного доступа и места нанесения знака поверки

Программное обеспечение

В устройстве ESM управление работой выполняет микроконтроллер, в который в процессе изготовления загружается встроенное программное обеспечение (далее – ПО), являющееся метрологически значимым.

Влияние встроенного ПО учтено при нормировании метрологических и технических характеристик устройств ESM.

Встроенное ПО аппаратно защищено от случайных и преднамеренных изменений, что исключает возможность его несанкционированной настройки и вмешательства, приводящих к искажению результатов измерений. Для защиты встроенного ПО применяются следующие меры: отсутствие возможности изменения ПО без вскрытия пломбируемой крышки устройства ESM, наличие аппаратной защиты от считывания микропрограммы из памяти микроконтроллера (обеспечивается возможностями микроконтроллера).

Идентификационные данные встроенного ПО представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики встроенного ПО устройств ESM

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Идентификационное наименование ПО	ESM.Meter.mhx	ESM.SVMeter.mhx
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.0.0.0	не ниже 1.0.0.0	не ниже 1.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

Указанное ПО является метрологически значимым, встроенным (инсталлированным) в устройство ESM. Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Для настройки устройств ESM и считывания результатов измерений предназначено ПО «ES Конфигуратор». Данное ПО не является метрологически значимым.

Устройства ESM поддерживают протоколы обмена данными: Modbus RTU, Modbus TCP/RTU, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, IEC61850-8-1, IEEE C37.118.1, RS-TCP (сквозной канал), протоколы локальных сетей: SNTP, SNMP, IRIG-B. Устройства ESM модификации ESM-SVF дополнительно поддерживают подключение к низковольтной шине данных на основе технологии FlexRay.

Синхронизация внутренних часов устройств ESM обеспечивается по одному из следующих протоколов: ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, SNTP, IRIG-B.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики устройств ESM установлены в таблицах 2-9.

Таблица 2 – Общие характеристики для модификации ESM-HV

Параметр	Значение
Номинальные значения фазного (линейного) напряжения переменного тока $U_{ном}$, В ¹⁾	57,7 (100); 230 (400); 400 (690)
Номинальные $I_{ном}$ (максимальные $I_{макс}$) значения силы переменного тока, А ¹⁾	1 (2); 5 (10)
Номинальное значение частоты переменного тока, Гц	50
Постоянная счетчика настраиваемая в диапазоне, имп/кВт·ч (имп/квар·ч)	от 1000 до 100000
Стартовый ток, А, не менее	$0,001 \cdot I_{ном}$
Примечание ¹⁾ Определяется в зависимости от исполнения	

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики устройств ESM модификации ESM-HV

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
Параметры электрической энергии				
1	Активная электрическая энергия W_p , кВт·ч	ГОСТ 31819.22-2012	Класс точности: 0,2S	...-02...
			Класс точности: 0,5S	...-05...
2	Активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(1)}$, активная энергия прямой последовательности W_{P1} , кВт·ч	от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $2,0 \cdot I_{НОМ}$ от $0,2 \cdot U_{НОМ}$ до $2,0 \cdot U_{НОМ}$ ⁸⁾	$\pm 0,4$ (δ) для $0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < K_P \leq 1$; где $K_P = P/S$...-02...
			$\pm 0,2$ (δ) для $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < K_P \leq 1$	
			$\pm 0,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$	
			$\pm 0,3$ (δ) для $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$	
			$\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$...-05...
			$\pm 1,0$ (δ) для $0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < K_P \leq 1$;	
			$\pm 0,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < K_P \leq 1$	
			$\pm 1,0$ (δ) для $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$	
			$\pm 0,6$ (δ) для $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$	
			$\pm 1,0$ (δ) для $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$	

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
3	Реактивная электрическая энергия W_Q , квар·ч	ГОСТ 31819.23-2012	Класс точности: 0,5 ²⁾	...-02...
			Класс точности: 1,0	...-05...
4	Реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, реактивная энергия прямой последовательности W_{Q1} , квар·ч	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾	$\pm 0,8$ (δ) для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$...-02...
			$\pm 1,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 1,0$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 1,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 1,0$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 1,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$...-05...

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
Параметры напряжения и силы переменного тока				
5	Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения $U_{\text{ном}}$, В ³⁾	от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2 \cdot U_{\text{ном}}$ ⁸⁾	$\pm(0,1+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1)$ (δ)	-...А
			$\pm(0,2+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1)$ (δ)	-...S
6	Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности U_1 , В	от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2 \cdot U_{\text{ном}}$ ⁸⁾	$\pm(0,1+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1)$ (δ)	-...А
			$\pm(0,2+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1)$ (δ)	-...S
7	Среднеквадратическое значение напряжения обратной U_2 , нулевой U_0 последовательности, В	от 0 до $2 \cdot U_{\text{ном}}$ ⁸⁾	$\pm 0,1$ (γ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$; $K_{2U} < 15\%$; $K_{0U} < 15\%$	-...А
			$\pm 0,2$ (γ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$; $K_{2U} < 15\%$; $K_{0U} < 15\%$	-...S
8	Положительное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(+)}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,1$ (Δ)	-...А
			$\pm 0,2$ (Δ)	-...S
9	Отрицательное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(-)}$, %	от 0 до 90	$\pm 0,1$ (Δ)	-...А
			$\pm 0,2$ (Δ)	-...S
10	Установившееся отклонение фазного (линейного) напряжения δU_y , %	от -90 до 100	$\pm 0,1$ (Δ)	-...А
			$\pm 0,2$ (Δ)	-...S
11	Среднеквадратическое значение n -ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $U_{(n)}$ ⁴⁾ ($n=2 \dots 50$), В	от 0 до $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,0005 \cdot U_{\text{ном}}$ (Δ) для $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$	-...А
			± 5 (δ) для $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$	-...S
12	Коэффициент n -ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $K_{U(n)}$ ($n=2 \dots 50$), %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_{U(n)} < 1\%$	-...А
			± 5 (δ) для $K_{U(n)} \geq 1\%$	-...S
13	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U , %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_U < 1\%$	-...А
			± 5 (δ) для $K_U \geq 1\%$	-...S
14	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15$ (Δ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$	-...А
			$\pm 0,3$ (Δ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$	-...S
15	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15$ (Δ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$	-...А
			$\pm 0,3$ (Δ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$	-...S

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
16	Среднеквадратическое значение m -ой интергармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $U_{\text{isg}(m)}$ ($m=0,5\dots 49,5$), В	от 0 до $0,15 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,005 \cdot U_{\text{НОМ}}$ (Δ) для $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ± 5 (δ) для $U_{\text{isg}(m)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{НОМ}}$	-...А -...S
17	Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , °	от -180 до 180	$\pm 0,1$ (Δ)	-...А -...S
18	Частота переменного тока f , Гц	от 42,5 до 57,5	$\pm 0,01$ (Δ) ⁷⁾	-...А -...S
19	Отклонение частоты Δf , Гц	от -7,5 до +7,5	$\pm 0,01$ (Δ) ⁷⁾	-...А -...S
20	Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А ⁵⁾	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm (0,1 + 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}}/I - 1)$ (δ)	-...А
			$\pm (0,2 + 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}}/I - 1)$ (δ)	-...S
21	Среднеквадратическое значение силы переменного тока прямой последовательности I_1 основной частоты, А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm (0,1 + 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}}/I - 1)$ (δ)	-...А
			$\pm (0,2 + 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}}/I - 1)$ (δ)	-...S
22	Среднеквадратическое значение силы переменного тока обратной I_2 , нулевой I_0 последовательности основной частоты, А	от 0 до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,1$ (γ)	-...А
			$\pm 0,2$ (γ)	-...S
23	Среднеквадратическое значение n -ой гармонической составляющей силы переменного тока $I_{(n)}$, А	от 0 до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,0005 \cdot I_{\text{НОМ}}$ (Δ) для $I_{(n)} < 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 5 (δ) для $I_{(n)} \geq 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...А -...S
24	Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока (пофазно) $K_{I(n)}$ %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_{I(n)} < 1$ % ± 5 (δ) для $K_{I(n)} \geq 1$ %	-...А -...S
25	Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока K_I , %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_I < 1$ % ± 5 (δ) для $K_I \geq 1$ %	-...А -...S
26	Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15$ (Δ)	-...А
			$\pm 0,3$ (Δ)	-...S
27	Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15$ (Δ)	-...А
			$\pm 0,3$ (Δ)	-...S

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1), %)	Модификация
28	Среднеквадратическое значение m -ой интергармонической составляющей фазного тока $I_{\text{isg}(m)}$ ($m=0,5 \dots 49,5$), А	от 0 до $0,15 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}}$ (Δ) для $I_{\text{isg}(m)} < 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 5 (δ) для $I_{\text{isg}(m)} \geq 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...А -...S
29	Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_{I} , °	от -180 до 180	$\pm 0,1$ (Δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $\pm 0,5$ (Δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...А -...S
30	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты $\varphi_{\text{UI}(1)}$, °	от -180 до 180	$\pm 0,1$ (Δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 1 (Δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...А -...S
31	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током прямой φ_{UII} , обратной φ_{UII2} , нулевой φ_{UI0} последовательности, °	от -180 до 180	$\pm 1,5$ (Δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 5 (Δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...А -...S
32	Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока $\varphi_{\text{UI}(n)}$, °	от -180 до 180	± 5 (Δ)	-...А -...S
Параметры провалов и перенапряжений, фликера				
33	Длительность провала напряжения $\Delta t_{\text{п}}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)	-...А -...S
34	Глубина провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,2$ (Δ)	-...А
			$\pm 1,0$ (Δ)	-...S
35	Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, с	от 0,02 до 60	$\pm 0,1$ (Δ)	-...А -...S
36	Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)	-...А -...S
37	Коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер}}$, отн. ед.	от 1,0 до 2,0	$\pm 0,002$ (Δ)	-...А
		от 1,0 до 1,4	$\pm 0,01$ (Δ)	-...S
38	Кратковременная P_{St} и длительная P_{L} доза фликера, отн. ед.	от 0,2 до 10	± 5 (δ)	-...А
		от 0,4 до 4	± 10 (δ)	-...S

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
Параметры электрической мощности				
39	Коэффициент мощности (пофазно и средний) K_P ($K_P = P/S$), отн. ед. ⁶⁾	от -1 до -0,1 от 0,1 до 1	$\pm 0,01$ (Δ)	-...A -...S
40	Активная фазная и трехфазная мощность P , активная фазная и трехфазная мощность основной частоты гармоники $P_{(1)}$, Вт	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,4$ (δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,2$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,3$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$	-...A -...S
41	Активная мощность прямой $P_{1(1)}$, нулевой $P_{0(1)}$, обратной $P_{2(1)}$ последовательности, Вт	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾	$\pm 0,5$ (δ)	-...A -...S
42	Активная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{(n)}$, Вт	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,5 \leq K_P \leq 1$	$\pm 5,0$ (δ)	-...A -...S
43	Реактивная фазная и трехфазная мощность Q , реактивная фазная и трехфазная мощность основной частоты $Q_{(1)}$, вар	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾ $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$	$\pm 0,8$ (δ) для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$	-...A -...S

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
			$\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$	
44	Реактивная мощность прямой $Q_{1(1)}$, нулевой $Q_{0(1)}$, обратной $Q_{2(1)}$ последовательности, вар	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾	$\pm 0,8$ (δ)	-...А -...S
45	Реактивная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{(n)}$, вар	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,5 \leq \sin \varphi \leq 1$	$\pm 5,0$ (δ)	-...А -...S
46	Полная фазная и трехфазная мощность S , полная фазная и трехфазная мощность основной частоты $S_{(1)}$, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾	$\pm 0,5$ (δ)	-...А -...S
47	Полная мощность прямой $S_{1(1)}$, нулевой $S_{0(1)}$, обратной $S_{2(1)}$ последовательности, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ⁸⁾	$\pm 0,5$ (δ)	-...А -...S
48	Полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{(n)}$, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 5,0$ (δ)	-...А -...S
<p>Примечания</p> <p>¹⁾ При расчете приведенной погрешности в качестве нормирующего значения принимается номинальное.</p> <p>²⁾ Диапазоны измерения и пределы допускаемых погрешностей для класса точности 0,5 представлены в таблицах с 6 по 8.</p> <p>³⁾ К среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала U, среднее значение среднеквадратического значения напряжения $U_{\text{ср}}$ (определяется путем расчета среднего арифметического среднеквадратических значений).</p> <p>⁴⁾ Дополнительно измеряется максимальное значение характеристики за период времени согласно ГОСТ 33073-2014.</p>				

Продолжение таблицы 3

<p>⁵⁾ К среднеквадратическому значению силы переменного тока относят среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы переменного тока с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала I, среднее значение среднеквадратического значения силы переменного тока I_{cp} (определяется путем расчета среднего арифметического среднеквадратических значений).</p> <p>⁶⁾ $K_P = \cos \varphi$ при синусоидальном сигнале.</p> <p>⁷⁾ Для модификации ESM-...-PMU пределы абсолютной погрешности измерений частоты $\pm 0,001$ Гц.</p> <p>⁸⁾ Для модификации ESM-HV690 U не более $1,15 \cdot U_{ном}$.</p> <p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые ± 10 °С от нормальных условий, составляют 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.</p> <p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной влиянием внешнего однородного постоянного или переменного магнитного поля (синусоидально изменяющегося во времени с частотой сети питания) с магнитной индукцией 0,5 мТл, составляют 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.</p>
--

В модификации ESM-SV номинальные значения измеряемых входных сигналов тока и напряжения определяются потоком данных SV согласно IEC 61850-9-2, а также дополнительным программируемым масштабным коэффициентом для номинальных значений силы и напряжения электрического тока из диапазона: от 0,01 до 10^6 .

Модификация ESM-SV может иметь до трех портов Ethernet, предназначенных для приема цифровых потоков SV. Поддерживаемые потоки данных SV80 (80 выборок за период промышленной частоты, частота дискретизации 4000 Гц), SV256 (256 выборок, частота дискретизации 12800 Гц), SV320 (320 выборок, частота дискретизации 16000 Гц).

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики устройств ESM модификации ESM-SV

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
Параметры электрической энергии				
1	Активная трехфазная энергия W_P , активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(1)}$, активная энергия прямой последовательности W_{P1} , кВт·ч	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$ от $0,2 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,4$ (δ) для $0,01 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$; $0,8 < K_P \leq 1$; где $K_P = P/S$ $\pm 0,2$ (δ) для $0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{ном} \leq I < 0,1 \cdot I_{ном}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,3$ (δ) для $0,1 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$...-02...

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
			$\pm 0,5 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$	
			$\pm 1,0 (\delta)$ для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < K_P \leq 1$; $\pm 0,5 (\delta)$ для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 1,0 (\delta)$ для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,6 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 1,0 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$...-05...
2	Реактивная трехфазная энергия W_Q , реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, реактивная энергия прямой последовательности W_{Q1} , квар·ч	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,8 (\delta)$ для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,5 (\delta)$ для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,8 (\delta)$ для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,5 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,8 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$...-02...
			$\pm 1,5 (\delta)$ для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$...-05...

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
			$\pm 1,0 (\delta)$ для $0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 1,5 (\delta)$ для $0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 1,0 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 1,5 (\delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$	
Параметры напряжения и силы переменного тока				
3	Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения $U_{\text{ном}}$, В ²⁾	от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm(0,1+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1) (\delta)$	-...А
			$\pm(0,2+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1) (\delta)$	-...S
4	Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности U_1 , В	от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm(0,1+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1) (\delta)$	-...А
			$\pm(0,2+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1) (\delta)$	-...S
5	Среднеквадратическое значение напряжения обратной U_2 , нулевой U_0 последовательности, В	от 0 до $2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,1 (\gamma)$	-...А
			$\pm 0,2 (\gamma)$	-...S
6	Положительное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(+)}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,1 (\Delta)$	-...А
			$\pm 0,2 (\Delta)$	-...S
7	Отрицательное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(-)}$, %	от 0 до 90	$\pm 0,1 (\Delta)$	-...А
			$\pm 0,2 (\Delta)$	-...S
8	Установившееся отклонение фазного (линейного) напряжения δU_y , %	от -90 до 100	$\pm 0,1 (\Delta)$	-...А
			$\pm 0,2 (\Delta)$	-...S
9	Среднеквадратическое значение n -ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $U_{(n)}$ ³⁾ ($n=2 \dots 50$), В	от 0 до $U_{\text{ном}}$	$\pm 0,0005 \cdot U_{\text{ном}} (\Delta)$ для $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$	-...А
			$\pm 5 (\delta)$ для $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$	-...S
10	Коэффициент n -ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $K_{U(n)}$ ($n=2 \dots 50$), %	от 0 до 100	$\pm 0,05 (\Delta)$ для $K_{U(n)} < 1 \%$	-...А
			$\pm 5 (\delta)$ для $K_{U(n)} \geq 1 \%$	-...S

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
11	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U , %	от 0 до 100	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_U < 1$ % ± 5 (δ) для $K_U \geq 1$ %	-...A -...S
12	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15$ (Δ)	-...A
			$\pm 0,3$ (Δ)	-...S
13	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15$ (Δ)	-...A
			$\pm 0,3$ (Δ)	-...S
14	Среднеквадратическое значение m -ой интергармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $U_{\text{isg}(m)}$ ($m=0,5 \dots 49,5$), В	от 0 до $0,15 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,005 \cdot U_{\text{ном}}$ (Δ) для $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ ± 5 (δ) для $U_{\text{isg}(m)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$	-...A -...S
15	Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , °	от -180 до 180	$\pm 0,1$ (Δ)	-...A -...S
16	Частота переменного тока f , Гц	от 42,5 до 57,5	$\pm 0,01$ (Δ) ⁶⁾	-...A -...S
17	Отклонение частоты Δf , Гц	от -7,5 до +7,5	$\pm 0,01$ (Δ) ⁶⁾	-...A -...S
18	Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А ⁴⁾	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm(0,1+0,005 \cdot I_{\text{ном}}/I - 1)$ (δ)	-...A
			$\pm(0,2+0,005 \cdot I_{\text{ном}}/I - 1)$ (δ)	-...S
19	Среднеквадратическое значение силы переменного тока прямой последовательности I_1 основной частоты, А	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm(0,1+0,005 \cdot I_{\text{ном}}/I - 1)$ (δ)	-...A
			$\pm(0,2+0,005 \cdot I_{\text{ном}}/I - 1)$ (δ)	-...S
20	Среднеквадратическое значение силы переменного тока обратной I_2 , нулевой I_0 последовательности основной частоты, А	от 0 до $2,0 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm 0,1$ (γ)	-...A
			$\pm 0,2$ (γ)	-...S
21	Среднеквадратическое значение n -ой гармонической составляющей силы переменного тока $I_{(n)}$, А	от 0 до $I_{\text{ном}}$	$\pm 0,0005 \cdot I_{\text{ном}}$ (Δ) для $I_{(n)} < 0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ ± 5 (δ) для $I_{(n)} \geq 0,01 \cdot I_{\text{ном}}$	-...A -...S
22	Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока (пофазно) $K_{I(n)}$ %	от 0 до 100	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_{I(n)} < 1$ % ± 5 (δ) для $K_{I(n)} \geq 1$ %	-...A -...S
23	Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока K_I , %	от 0 до 100	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_I < 1$ % ± 5 (δ) для $K_I \geq 1$ %	-...A -...S

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
24	Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15 (\Delta)$	-...A
			$\pm 0,3 (\Delta)$	-...S
25	Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} , %	от 0 до 20	$\pm 0,15 (\Delta)$	-...A
			$\pm 0,3 (\Delta)$	-...S
26	Среднеквадратическое значение m -ой интергармонической составляющей фазного тока $I_{\text{isg}(m)}$ ($m=0,5\dots 49,5$), А	от 0 до $0,15 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}} (\Delta)$ для $I_{\text{isg}(m)} < 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...A
			$\pm 5 (\delta)$ для $I_{\text{isg}(m)} \geq 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...S
27	Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_I , °	от -180 до 180	$\pm 0,1 (\Delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...A
			$\pm 0,5 (\Delta)$ для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...S
28	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты $\varphi_{UI(1)}$, °	от -180 до 180	$\pm 0,1 (\Delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...A
			$\pm 1 (\Delta)$ для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...S
29	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током прямой $\varphi_{U_{11}}$, обратной $\varphi_{U_{212}}$, нулевой $\varphi_{U_{010}}$ последовательности, °	от -180 до 180	$\pm 1,5 (\Delta)$ для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...A
			$\pm 5 (\Delta)$ для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	-...S
30	Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока $\varphi_{UI(n)}$, °	от -180 до 180	$\pm 5 (\Delta)$	-...A -...S
Параметры провалов и перенапряжений, фликера				
31	Длительность провала напряжения $\Delta t_{\text{п}}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01 (\Delta)$	-...A
				-...S
32	Глубина провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,2 (\Delta)$	-...A
			$\pm 1,0 (\Delta)$	-...S
33	Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, с	от 0,02 до 60	$\pm 0,1 (\Delta)$	-...A -...S
34	Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01 (\Delta)$	-...A -...S
35	Коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер}}$, отн. ед.	от 1,0 до 2,0	$\pm 0,002 (\Delta)$	-...A
		от 1,0 до 1,4	$\pm 0,01 (\Delta)$	-...S

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
36	Кратковременная P_{St} и длительная P_{Lt} доза фликера, отн. ед.	от 0,2 до 10	± 5 (δ)	-...A
		от 0,4 до 4	± 10 (δ)	-...S
Параметры электрической мощности				
37	Коэффициент мощности (пофазно и средний) K_P ($K_P = P/S$), отн. ед. ⁵⁾	от -1 до +1	$\pm 0,01$ (Δ)	-...A -...S
38	Активная фазная и трехфазная мощность P , активная фазная и трехфазная мощность основной частоты $P_{(1)}$, Вт	от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $2,0 \cdot I_{НОМ}$ от $0,2 \cdot U_{НОМ}$ до $2,0 \cdot U_{НОМ}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,4$ (δ) для $0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,2$ (δ) для $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,3$ (δ) для $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$	-...A -...S
39	Активная мощность прямой $P_{1(1)}$, нулевой $P_{0(1)}$, обратной $P_{2(1)}$ последовательности, Вт	от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $2,0 \cdot I_{НОМ}$ от $0,2 \cdot U_{НОМ}$ до $2,0 \cdot U_{НОМ}$	$\pm 0,5$ (δ)	-...A -...S
40	Активная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{(n)}$, Вт	от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $I_{НОМ}$ от $0,1 \cdot U_{НОМ}$ до $U_{НОМ}$ $0,5 \leq K_P \leq 1$	$\pm 5,0$ (δ)	-...A -...S
41	Реактивная фазная и трехфазная мощность Q , реактивная фазная и трехфазная мощность основной частоты $Q_{(1)}$, вар	от $0,02 \cdot I_{НОМ}$ до $2,0 \cdot I_{НОМ}$ от $0,2 \cdot U_{НОМ}$ до $2,0 \cdot U_{НОМ}$ $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$	$\pm 0,8$ (δ) для $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{НОМ}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$	-...A -...S

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)	Модификация
			$\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$	
42	Реактивная мощность прямой $Q_{1(1)}$, нулевой $Q_{0(1)}$, обратной $Q_{2(1)}$ последовательности, вар	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,8$ (δ)	-...А -...S
43	Реактивная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{(n)}$, вар	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$ $0,5 \leq \sin \varphi \leq 1$	$\pm 5,0$ (δ)	-...А -...S
44	Полная фазная и трехфазная мощность S , полная фазная и трехфазная мощность основной частоты $S_{(1)}$, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5$ (δ)	-...А -...S
45	Полная мощность прямой $S_{1(1)}$, нулевой $S_{0(1)}$, обратной $S_{2(1)}$ последовательности, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5$ (δ)	-...А -...S
46	Полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{(n)}$, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $U_{\text{НОМ}}$	$\pm 5,0$ (δ)	-...А -...S
<p>Примечания</p> <p>¹⁾ При расчете приведенной погрешности в качестве нормирующего значения принимается номинальное.</p> <p>²⁾ К среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала U, среднее значение среднеквадратического значения напряжения $U_{\text{ср}}$ (определяется путем расчета среднего арифметического среднеквадратических значений).</p> <p>³⁾ Дополнительно измеряется максимальное значение характеристики за период времени согласно ГОСТ 33073-2014.</p>				

Продолжение таблицы 4

<p>⁴⁾ К среднеквадратическому значению силы переменного тока относят среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы переменного тока с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала I, среднее значение среднеквадратического значения силы переменного тока I_{cp} (определяется путем расчета среднего арифметического среднеквадратических значений).</p> <p>⁵⁾ $K_P = \cos \varphi$ при синусоидальном сигнале.</p> <p>⁶⁾ Для модификации ESM-...-PMU пределы абсолютной погрешности измерений частоты $\pm 0,001$ Гц.</p> <p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые ± 10 °С от нормальных условий, составляют 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.</p> <p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной влиянием внешнего однородного постоянного или переменного магнитного поля (синусоидально изменяющегося во времени с частотой сети питания) с магнитной индукцией 0,5 мТл, составляют 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.</p>
--

Модификация ESM-ET имеет до 4 измерительных входов напряжения, рассчитанных на подключение к электронным трансформаторам напряжения. Номинальные значения входных напряжений: 200 мВ; 333 мВ; 1 В; 1,625 В; 2 В; 3,25 В; 4 В; или указанные значения, разделенные на $\sqrt{3}$.

Модификация ESM-ET имеет до 4 измерительных входов тока, рассчитанных на подключение к электронным трансформаторам тока. Номинальные значения входных напряжений: 150 мВ; 200 мВ; 225 мВ; 333 мВ; 1 В; 1,625 В; 2 В; 4 В.

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики устройств ESM модификации ESM-ET

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)
Параметры электрической энергии			
1	Активная электрическая энергия W_P , кВт·ч	ГОСТ Р 56750-2015	Класс точности: 0,5S
2	Активная трехфазная энергия основной частоты $W_{P(1)}$, активная энергия прямой последовательности W_{P1} , кВт·ч	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$ от $0,2 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 1,0$ (δ) для $0,01 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$; $0,8 < K_P \leq 1$; $\pm 0,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 1,0$ (δ) для $0,02 \cdot I_{ном} \leq I < 0,1 \cdot I_{ном}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,6$ (δ) для $0,1 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)
			$\pm 1,0$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$
3	Реактивная электрическая энергия W_Q , квар·ч	ГОСТ Р 56750-2015	Класс точности: 1,0
4	Реактивная трехфазная энергия основной частоты $W_{Q(1)}$, реактивная энергия прямой последовательности W_{Q1} , квар·ч	от $0,02 \cdot I_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{ном}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 1,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 1,0$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 1,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 1,0$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 1,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$
Параметры напряжения и силы переменного тока			
5	Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения $U_{\text{ном}}$, В ²)	от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm(0,2+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1)$ (δ)
6	Среднеквадратическое значение напряжения прямой последовательности U_1 , В	от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm(0,2+0,01 \cdot U_{\text{ном}}/U - 1)$ (δ)
7	Среднеквадратическое значение напряжения обратной U_2 , нулевой U_0 последовательности, В	от 0 до $2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,2$ (γ) для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$; $K_{2U} < 15$ %; $K_{0U} < 15$ %
8	Положительное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(+)}$, %	от 0 до 100	$\pm 0,2$ (Δ)
9	Отрицательное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(-)}$, %	от 0 до 90	$\pm 0,2$ (Δ)

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)
10	Установившееся отклонение фазного (линейного) напряжения δU_y , %	от -90 до 100	$\pm 0,2 (\Delta)$
11	Среднеквадратическое значение n -ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $U_{(n)}$ ³⁾ ($n=2\dots 50$), В	от 0 до $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,0005 \cdot U_{\text{ном}} (\Delta)$ для $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ $\pm 5 (\delta)$ для $U_{(n)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$
12	Коэффициент n -ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $K_{U(n)}$ ($n=2\dots 50$), %	от 0 до 50	$\pm 0,05 (\Delta)$ для $K_{U(n)} < 1 \%$ $\pm 5 (\delta)$ для $K_{U(n)} \geq 1 \%$
13	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U , %	от 0 до 50	$\pm 0,05 (\Delta)$ для $K_U < 1 \%$ $\pm 5 (\delta)$ для $K_U \geq 1 \%$
14	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , %	от 0 до 20	$\pm 0,3 (\Delta)$ для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$
15	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , %	от 0 до 20	$\pm 0,3 (\Delta)$ для $0,5 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{\text{ном}}$
16	Среднеквадратическое значение m -ой интергармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $U_{\text{isg}(m)}$ ($m=0,5\dots 49,5$), В	от 0 до $0,15 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,005 \cdot U_{\text{ном}} (\Delta)$ для $U_{(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ $\pm 5 (\delta)$ для $U_{\text{isg}(m)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$
17	Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U , °	от -180 до 180	$\pm 0,1 (\Delta)$
18	Частота переменного тока f , Гц	от 42,5 до 57,5	$\pm 0,01 (\Delta)$
19	Отклонение частоты Δf , Гц	от -7,5 до +7,5	$\pm 0,01 (\Delta)$
20	Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А ⁴⁾	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm (0,2 + 0,005 \cdot I_{\text{ном}} / I - 1) (\delta)$
21	Среднеквадратическое значение силы переменного тока прямой последовательности I_1 основной частоты, А	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm (0,2 + 0,005 \cdot I_{\text{ном}} / I - 1) (\delta)$

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)
22	Среднеквадратическое значение силы переменного тока обратной I_2 , нулевой I_0 последовательности основной частоты, А	от 0 до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,2$ (γ)
23	Среднеквадратическое значение n -ой гармонической составляющей силы переменного тока $I_{(n)}$, А	от 0 до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,0005 \cdot I_{\text{НОМ}}$ (Δ) для $I_{(n)} < 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 5 (δ) для $I_{(n)} \geq 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$
24	Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока (пофазно) $K_{I(n)}$ %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_{I(n)} < 1$ % ± 5 (δ) для $K_{I(n)} \geq 1$ %
25	Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока K_I %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_I < 1$ % ± 5 (δ) для $K_I \geq 1$ %
26	Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} %	от 0 до 20	$\pm 0,3$ (Δ)
27	Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} %	от 0 до 20	$\pm 0,3$ (Δ)
28	Среднеквадратическое значение m -ой интергармонической составляющей фазного тока $I_{\text{isg}(m)}$ ($m=0,5 \dots 49,5$), А	от 0 до $0,15 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,005 \cdot I_{\text{НОМ}}$ (Δ) для $I_{\text{isg}(m)} < 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 5 (δ) для $I_{\text{isg}(m)} \geq 0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$
29	Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты φ_I , °	от -180 до 180	$\pm 0,1$ (Δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $\pm 0,5$ (Δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$
30	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты $\varphi_{UI(1)}$, °	от -180 до 180	$\pm 0,1$ (Δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 1 (Δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$
31	Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током прямой φ_{U1I1} , обратной φ_{U2I2} , нулевой φ_{U0I0} последовательности, °	от -180 до 180	$\pm 1,5$ (Δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 5 (Δ) для $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$
32	Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока $\varphi_{UI(n)}$, °	от -180 до 180	± 5 (Δ)

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)
Параметры провалов и перенапряжений, фликера			
33	Длительность провала напряжения $\Delta t_{п}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)
34	Глубина провала напряжения $\delta U_{п}$, %	от 0 до 100	$\pm 1,0$ (Δ)
35	Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пер}$, с	от 0,02 до 60	$\pm 0,1$ (Δ)
36	Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{пер}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,01$ (Δ)
37	Коэффициент временного перенапряжения $K_{пер}$, отн. ед.	от 1,0 до 1,4	$\pm 0,01$ (Δ)
38	Кратковременная P_{St} и длительная P_{Lt} доза фликера, отн. ед.	от 0,4 до 4	± 10 (δ)
Параметры электрической мощности			
39	Коэффициент мощности (пофазно и средний) K_P ($K_P = P/S$), отн. ед. ⁵⁾	от -1 до -0,1 от 0,1 до 1	$\pm 0,01$ (Δ)
40	Активная фазная и трехфазная мощность P , активная фазная и трехфазная мощность основной частоты $P_{(1)}$, Вт	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$ от $0,2 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$ $0,25 \leq K_P \leq 1$	$\pm 0,4$ (δ) для $0,01 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,2$ (δ) для $0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,8 < K_P \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,02 \cdot I_{ном} \leq I < 0,1 \cdot I_{ном}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,3$ (δ) для $0,1 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,5 \leq K_P \leq 0,8$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{ном}$; $0,25 \leq K_P < 0,5$
41	Активная мощность прямой $P_{1(1)}$, нулевой $P_{0(1)}$, обратной $P_{2(1)}$ последовательности, Вт	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$ от $0,2 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,5$ (δ)
42	Активная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{(n)}$, Вт	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $0,5 \cdot I_{ном}$ от $0,1 \cdot U_{ном}$ до $0,5 \cdot U_{ном}$ $0,5 \leq K_P \leq 1$	$\pm 5,0$ (δ)

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведенной γ^1 , %)
43	Реактивная фазная и трехфазная мощность Q , реактивная фазная и трехфазная мощность основной частоты $Q_{(1)}$, вар	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,25 \leq \sin \varphi \leq 1$	$\pm 0,8$ (δ) для $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,8 < \sin \varphi \leq 1$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,5$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 \leq \sin \varphi \leq 0,8$ $\pm 0,8$ (δ) для $0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \sin \varphi < 0,5$
44	Реактивная мощность прямой $Q_{1(1)}$, нулевой $Q_{0(1)}$, обратной $Q_{2(1)}$ последовательности, вар	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,8$ (δ)
45	Реактивная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{(n)}$, вар	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,5 \leq \sin \varphi \leq 1$	$\pm 5,0$ (δ)
46	Полная фазная и трехфазная мощность S , полная фазная и трехфазная мощность основной частоты $S_{(1)}$, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5$ (δ)
47	Полная мощность прямой $S_{1(1)}$, нулевой $S_{0(1)}$, обратной $S_{2(1)}$ последовательности, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5$ (δ)
48	Полная фазная и трехфазная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{(n)}$, В·А	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $0,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 5,0$ (δ)
<p>Примечания</p> <p>1) При расчете приведенной погрешности в качестве нормирующего значения принимается номинальное.</p> <p>2) К среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала U, среднее значение среднеквадратического значения напряжения $U_{\text{ср}}$ (определяется путем расчета среднего арифметического среднеквадратических значений).</p> <p>3) Дополнительно измеряется максимальное значение характеристики за период времени согласно ГОСТ 33073-2014.</p>			

Продолжение таблицы 5

<p>⁴⁾ К среднеквадратическому значению силы переменного тока относят среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы переменного тока с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала I, среднее значение среднеквадратического значения силы переменного тока I_{cp} (определяется путем расчета среднего арифметического среднеквадратических значений).</p> <p>⁵⁾ $K_p = \cos \varphi$ при синусоидальном сигнале.</p> <p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые ± 10 °С от нормальных условий, составляют 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.</p> <p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной влиянием внешнего однородного постоянного или переменного магнитного поля (синусоидально изменяющегося во времени с частотой сети питания) с магнитной индукцией 0,5 мТл, составляют 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.</p>

Дополнительно устройства ESM позволяют осуществлять учет электроэнергии на интервалах времени, на которых были нарушены требования к нормам качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения, установленные в ГОСТ 32144-2013.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности устройств ESM класса точности 0,5 при измерении реактивной энергии в нормальных условиях при симметричной трехфазной нагрузке соответствуют значениям, указанным в таблице 6.

Таблица 6

Значение силы тока	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %, для класса точности 0,5
$0,02 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$	1	$\pm 0,8$
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$		$\pm 0,5$
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I < 0,10 \cdot I_{ном}$	0,5	$\pm 0,8$
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$		$\pm 0,5$
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,25	$\pm 0,8$

Пределы допускаемой основной относительной погрешности устройств ESM класса точности 0,5 при измерении реактивной энергии при однофазной нагрузке и симметрии многофазных напряжений, приложенных к цепям напряжения, соответствуют значениям, указанным в таблице 7.

Таблица 7

Значение силы тока	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %, для класса точности 0,5
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	$\pm 0,5$
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	$\pm 0,8$

Средний температурный коэффициент устройств ESM класса точности 0,5 в температурных поддиапазонах от минус 40 до плюс 70 °С при измерении реактивной энергии прямого и обратного направлений соответствует значениям, указанным в таблице 8.

Таблица 8

Значение силы тока	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Средний температурный коэффициент при измерении реактивной энергии и мощности, %/°С, для счетчиков класса точности 0,5
$0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	1	$\pm 0,03$
$0,10 \cdot I_{ном} \leq I \leq I_{макс}$	0,5	$\pm 0,05$

Общие технические характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики устройств ESM

Наименование характеристики	Значение
Глубина хранения приращений активной и реактивной электроэнергии (прием, отдача): - за 30-ти минутные интервалы времени, сутки - за 60-ти минутные интервалы времени, сутки - за сутки, сутки - за прошедший месяц, лет	90 180 366 10
Время интегрирования при измерении приращений энергии конфигурируемое в диапазоне, мин	от 1 до 60
Длительность сохранения данных об учтенной энергии, параметров настройки при отключенном питании не менее, лет	20
Отклонение времени внутренних часов от астрономического при наличии внешней синхронизации, мс, не более	$\pm 1^1$
Отклонение времени внутренних часов при отсутствии внешней синхронизации, с/сутки, не более	$\pm 0,4$
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более: - без модуля индикации - с модулем индикации	100×75×125 120,2×120,2×152
Масса, кг, не более: - без модуля индикации - с модулем индикации	0,6 0,9
Диапазон напряжения питания, В: - постоянное - переменное (при частоте переменного тока от 45 до 55 Гц)	от 18 до 36 от 120 до 370 от 100 до 265
Потребляемая мощность, В·А, не более: - без модуля индикации - с модулем индикации	10 19
Средняя наработка на отказ, ч, не менее - для модификаций ESM-HV, ESM-ET - для модификации ESM-SV	170000 220000
Средний срок службы, лет, не менее	25
Нормальные условия: - температура окружающего воздуха, °С - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от +15 до +25 от 80 до 106,7 (от 600 до 800)
Рабочие условия: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, % - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от -40 до +70 до 98 от 65 до 106,7 (от 487,5 до 800)
Примечания 1) Для модификации ESM-...-PMU отклонение времени внутренних часов от астрономического при наличии внешней синхронизации составляет не более ± 1 мкс	

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят на лицевую панель устройств ESM офсетной печатью (или другим способом, не ухудшающим качества), на титульный лист руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки устройств ESM представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Комплект поставки устройств ESM

Наименование	Количество
Устройство измерительное многофункциональное ESM	1 шт.
Формуляр ESM.422160.001 ФО	1 экз.
CD (включает руководство по эксплуатации ESM.422160.001 РЭ, методику поверки ESM.422160.001 МП, программное обеспечение и информационные материалы)	1 шт. (на партию продукции)
Дополнительные принадлежности:	
Модуль индикации ЭНМИ ¹⁾	1 шт.
Преобразователь фиктивной мощности ПФМ ²⁾	1 шт.
Примечания ¹⁾ Поставляется при наличии в договоре поставки; ²⁾ Поставляется при наличии в договоре поставке только для модификации ESM-ET	

Поверка

осуществляется по документу ESM.422160.001 МП «Многофункциональные измерительные устройства ESM. Методика поверки», утвержденному ООО «ИЦРМ» 26 октября 2016 г.

Перечень основных средств, применяемых при поверке представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень основных средств, применяемых при поверке

Наименование средства измерения	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде
Для модификации ESM-HV	
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К	39138-08
Для модификации ESM-ET	
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К	39138-08
Мультиметр 3458А	25900-03
Для модификации ESM-SV	
Калибратор цифровых сигналов КЦ61850	66142-16
Для модификации ESM-HV-...-PMU (дополнительно)	
Установка многофункциональная измерительная СМС256plus	26170-09

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на устройство ESM.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений приведены в документе «Устройства измерительные многофункциональные ESM. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к устройствам измерительным многофункциональным ESM

1 ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

2 ГОСТ 12.2.091-2012 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования.

3 ГОСТ Р 51317.6.5-2006 Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний.

4 ГОСТ 31818.11-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии.

5 ГОСТ 31819.22-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S.

6 ГОСТ 31819.23-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии.

7 ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии.

8 ГОСТ 30804.4.7-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств.

9 ГОСТ Р 51317.4.15-2012 Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования.

10 ГОСТ Р 8.655-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования.

11 ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

12 ГОСТ 33073-2014 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

13 ГОСТ Р 56750-2015 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Счетчики электрической энергии с аналоговыми входами, подключаемые к маломощным датчикам, используемым в качестве трансформаторов напряжения и тока.

14 IEC 61850-9-2 Системы автоматизации и сети связи на подстанциях. Часть 9-2. Схема особого коммуникационного сервиса (SCSM). Значения выборок по ISO/IEC 8802-3.

15 ТУ 4221-604-53329198-16 «Устройства измерительные многофункциональные ESM. Технические условия».

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Инженерный центр «Энергосервис», г. Москва, ИНН 7722330113

Юридический адрес: 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.44, строение 1, помещение 1А, комната 1

Адрес производства: 163046, г. Архангельск, ул. Котласская, д. 26

Телефон: (8182) 64-60-00, 65-75-65, факс: (8182) 23-69-55

E-mail: info@ens.ru

Испытательный центр

Общество с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»)

Юридический адрес: 142704, Московская область, Ленинский район, г. Видное, Промзона тер., корпус 526

Телефон: +7 (495) 278-02-48

E-mail: info@ic-rm.ru

Аттестат аккредитации ООО «ИЦРМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311390 от 18.11.2015 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ____ » _____ 2016 г.