Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Инженерный центр «Энергосервис»
_____ И.Л. Флейшман
«___» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»
_____ А.Н. Пронин
«___» _____ 2017 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНИП-2

ЭНИП.411187.001/1 МП

Методика поверки

Руководитель лаборатории
госэталонов в области
электроэнергетики
_____ Е. З. Шапиро

Зам. руководителя
лаборатории
_____ А.Ю. Никитин

г. Санкт-Петербург
2017 г.

Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок преобразователей измерительных многофункциональных ЭНИП-2 (далее – преобразователей ЭНИП-2).

Преобразователи ЭНИП-2 предназначены для измерений различных параметров режима электрической сети (напряжения, силы тока, частоты, мощности).

Данная методика поверки распространяется на все модификации преобразователей измерительных многофункциональных ЭНИП-2.

Интервал между поверками – 8 лет.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (отдельных параметров), с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки. Наименование каналов (параметров) и диапазоны величин указываются на обратной стороне свидетельства о поверке.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Операция	Пункт методики	Выполнение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	6.1	+	+
Опробование	6.2	+	+
Определение метрологических характеристик неавтоматизированным (автоматизированным) способом	6.3 (6.4)	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.5	+	+

При получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции поверка прекращается.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Основные характеристики	Пункты методики поверки
Основные средства поверки для модификаций ЭНИП-2-…-X1, ЭНИП-2-…-32		
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 39138-08	6.3, 6.4
Основные средства поверки для модификации ЭНИП-2-…-X3		
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 39138-08	6.3, 6.4
Установка измерительная многофункциональная СМС256plus	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 26170-09	6.3, 6.4
Основные средства поверки для модификации ЭНИП-2-0-…-X3		

Наименование	Основные характеристики	Пункты методики поверки
Калибратор цифровых сигналов КЦ61850	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 66142-16	6.3, 6.4
Установка измерительная многофункциональная СМС256plus	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 14883-95	6.3, 6.4
Вспомогательные средства поверки		
Мегаомметр ЭСО202	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 14883-95	6.2
Персональный компьютер, программное обеспечение	-	6.2 – 6.5
Стенд для подключения преобразователей измерительных многофункциональных ЭНИП-2 ЭНСП-02	-	6.4

2.2 Все применяемые при поверке средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Работа с эталонами должна производиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2.4 Допускается применение иных средств измерений и вспомогательного оборудования, обеспечивающих требуемые метрологические характеристики и диапазоны измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению измерений по поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации поверяемого устройства.

3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок».

4.2 Должны быть обеспечены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на преобразователи ЭНИП-2 и применяемые средства поверки.

4.3 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают нормальные условия, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Влияющие факторы	Нормальные условия
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 795)
Частота питающей сети, Гц	от 47,5 до 52,5
Форма кривой переменного напряжения питающей сети	коэффициент искажения синусоидальности не более 5 %

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие преобразователя ЭНИП-2 следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, крышки, присоединительных контактов, фиксатора;
- наличие четкой маркировки;
- наличие пломбы и/или свидетельства о поверке (при проведении периодической поверки);
- наличие всех винтов входных зажимов, исправность резьбы и шлицов всех винтов.

6.2 Опробование

6.2.1 При проведении опробования производят:

- проверку работы индикаторов устройства производить путем наблюдения за светодиодными индикаторами, расположенными на передней панели;
- проверку обмена данными с персональным компьютером (ПК) проводить при помощи программного обеспечения, поставляемого в комплекте с прибором (далее – ПО, поставляемое в комплекте): «ЭНИП Конфигуратор», «ES Конфигуратор» или «ENIP Test» в зависимости от исполнения преобразователя ЭНИП-2.

Результат проверки считать положительным, если осуществляется обмен данными между преобразователем ЭНИП-2 и ПК.

6.2.2 Опробование срабатывания цепей телесигнализации (ТС) и телеуправления (ТУ):

При замыкании ТС в ПО, поставляемом в комплекте с прибором, должно отображаться соответствующее состояние дискретного входа ТС. При подаче команд телеуправления с помощью данного ПО в окне программы должно отображаться соответствующее состояние дискретного выхода ТУ.

6.2.3 Проверка сопротивления изоляции

Проверка сопротивления изоляции проводится с помощью мегаомметра испытательным напряжением 500 В в соответствии с ГОСТ 22261-94 между следующими независимыми цепями:

- порт заземления *GND*;
- соединенные вместе входные цепи напряжения U_a, U_b, U_c, U_n;
- соединенные вместе входные цепи тока I_a, I_b, I_c;
- соединенные вместе контакты цепей питания *L/+*, *N/-*.

Отсчет показаний проводится по истечении одной минуты после приложения напряжения, при котором проверяют сопротивление изоляции.

Результат поверки считать положительным, если сопротивление изоляции более 100 МОм.

6.3 Определение метрологических характеристик (неавтоматизированный способ)

6.3.1 Основную погрешность определяют методом сравнения измеренного параметра с известным значением параметра или носителя параметра, воспроизводимого эталонным средством измерения.

6.3.2 Допускаемые области основной приведенной погрешности γ_X, относительной погрешности измерений δ_X, а также абсолютной погрешности ΔX преобразователей ЭНИП-2 по измеряемому или вычисляемому параметру X не должны превышать значений, приведённых в таблице 4.

Таблица 4

№	Измеряемый параметр	γ_X, %	нормирующее значение	δ_X, %	ΔX
1.	Среднеквадратическое значение фазного напряжения[4]	±0,2	$U_{ф.ном}$		
	$0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$[1]			±0,2	
	$0,05U_{ном} \le U < 0,2U_{ном}$			±0,75	
2.	Среднеквадратическое значение линейного напряжения[4]	±0,2	$U_{л.ном}$		
	$0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$[1]			±0,2	
	$0,05U_{ном} \le U < 0,2U_{ном}$			±0,75	
3.	Среднеквадратическое значение фазного тока[5]	±0,2	$I_{ф.ном}$		
	$0,2I_{ном} \le I \le 2I_{ном}$			±0,2	
	$0,05I_{ном} \le I < 0,2I_{ном}$			±0,75	
	$0,01I_{ном} \le I < 0,05I_{ном}$			±2,0	
4.	Активная мощность фазы нагрузки	±0,5	$P_{ф.ном}$		
	$0,2I_{ном} \le I \le 2I_{ном}$, $0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$[1], $0,8 \le \lvert cos\varphi \rvert \le 1$			±0,5	
5.	Суммарная активная мощность	±0,5	$P_{ном}$		
6.	Реактивная мощность фазы нагрузки	±0,5	$Q_{ф.ном}$		
	$0,2I_{ном} \le I \le 2I_{ном}$, $0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$[1], $0,8 \le \lvert sin\varphi \rvert \le 1$			±0,5	
7.	Суммарная реактивная мощность	±0,5	$Q_{ном}$		

№	Измеряемый параметр	γ_X, %	нормирующее значение	δ_X, %	ΔX
8.	Полная мощность фазы нагрузки	±0,5	$S_{ф.ном}$		
9.	Суммарная полная мощность	±0,5	$S_{ном}$		
10.	Частота сети, мГц				±10 [2)]
11.	Коэффициент мощности *cosφ*				±0,01
12.	Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармоники [3)]				±0,1°
13.	Угол фазового сдвига между фазными токами основной гармоники [3)]				±0,1°

Примечания:
[1)] Для модификации ЭНИП-2-…/690-… диапазон измерений $0{,}05U_{ном} \le U \le 1{,}15U_{ном}$;
[2)] Для модификаций ЭНИП-2-…-Х3 пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты ±1 мГц;
[3)] Только для модификации ЭНИП-2-…-Х3;
[4)] К среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты, среднеквадратическое значение напряжения с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала;
[5)] К среднеквадратическому значению силы переменного тока относят среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты, среднеквадратическое значение силы переменного тока с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала

6.3.3 Основную приведенную погрешность измерений преобразователя ЭНИП-2 определяют по формуле:

$$\gamma_X = \frac{X_1 - X_0}{X_{ном}} \cdot 100. \qquad (1)$$

Основную относительную погрешность измерений преобразователя ЭНИП-2 определяют по формуле:

$$\delta_X = \frac{X_1 - X_0}{X_1} \cdot 100, \qquad (2)$$

где

X_1 - значение измеряемой величины в проверяемой точке в единицах измеряемой величины, считанное с преобразователя ЭНИП-2, и отображенное с помощью внешнего модуля индикации ЭНМИ или ПО, поставляемого в комплекте;

X_0 - значение измеряемой величины в проверяемой точке в единицах измеряемой величины, установленное по эталонному средству измерения, или расчетное;

$X_{ном}$ - номинальное значение измеряемого параметра в единицах измеряемой величины.

6.3.4 Основную абсолютную погрешность измерений определяют по формуле:

$$\Delta X = X_1 - X_0, \qquad (3)$$

где

X_1 – значение измеряемой величины, считанное с ПО, поставляемого в комплекте;

X_0 – значение измеряемой величины, установленное по образцовому средству измерения.

6.3.5 При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- собирают схему рабочего места в соответствии со схемой на рисунке 3;
- подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации;
- включают ПК, после загрузки операционной системы устанавливают:
  - прикладное ПО, поставляемое в комплекте с преобразователем ЭНИП-2;
  - ПО «Энергоформа», входящее в комплект поставки УППУ-МЭ 3.1К;
- подключают модуль индикации ЭНМИ к преобразователю ЭНИП-2 (при наличии);
- на преобразователь ЭНИП-2 и модуль индикации ЭНМИ подают напряжение питания;
- с помощью ПО производят подключение преобразователя ЭНИП-2 к ПК в соответствии с руководством по эксплуатации:

(для модификаций преобразователя ЭНИП-2 без порта USB подключаются по интерфейсу RS-485 с помощью ПО «ЭНИП Конфигуратор», для модификаций преобразователя ЭНИП-2 с портом USB подключаются по интерфейсу USB с помощью ПО «ENIP Test» или «ES Конфигуратор», для модификаций ЭНИП-2-…-Х3 подключаются по интерфейсу Ethernet с помощью ПО «ES Конфигуратор»).

6.3.6 Проверку основной погрешности измерений силы тока, напряжений, мощностей, коэффициента мощности, частоты преобразователя проводят в следующей последовательности:

- запускают ПО, поставляемое в комплекте, и ПО «Энергоформа»;
- в ПО «Энергоформа» устанавливают значения тока, междуфазного напряжения и фазного угла между током и напряжением:
- для определения погрешности измерений фазного и линейного напряжения переменного тока (среднеквадратических значений с учетом всех спектральных составляющих и среднеквадратических значений напряжения основной частоты) устанавливают уровни испытательного сигнала согласно таблице 5 – строки 1-6 (для модификации ЭНИП-2-…/690-… строки 1-4);
- для определения погрешности измерений силы переменного тока (среднеквадратических значений с учетом всех спектральных составляющих и среднеквадратических значений силы переменного тока основной частоты) устанавливают уровни испытательного сигнала согласно таблице 5 – строки 7-14;
- для определения абсолютной погрешности измерений частоты устанавливают уровни испытательного сигнала согласно таблице 5 – строки 15-19;
- для определения погрешности измерений фазного напряжения переменного тока частотой 45 Гц устанавливают уровни испытательного сигнала (кроме частоты) согласно таблице 5 – строки 1-6 (для модификации ЭНИП-2-…/690-… строки 1-4), значение частоты при этом устанавливают 45 Гц;
- для определения погрешности измерений фазного напряжения переменного тока частотой 55 Гц устанавливают уровни испытательного сигнала (кроме частоты) согласно таблице 5 – строки 1-6 (для модификации ЭНИП-2-…/690-… строки 1-4), значение частоты при этом устанавливают 55 Гц;
- для определения погрешности измерений силы переменного тока частотой 45 Гц устанавливают уровни испытательного сигнала (кроме частоты) согласно таблице 5 – строки 7-14, значение частоты при этом устанавливают 45 Гц;
- для определения погрешности измерений силы переменного тока частотой 55 Гц устанавливают уровни испытательного сигнала (кроме частоты) согласно таблице 5 – строки 7-14, значение частоты при этом устанавливают 55 Гц;
- для определения погрешностей коэффициента мощности и суммарной активной мощности устанавливают уровни испытательного сигнала согласно таблице 5 (строки 20-32);

- для определения погрешностей суммарной реактивной мощности устанавливают уровни испытательного сигнала согласно таблице 5 (строки 33-38);
- для определения погрешностей суммарной полной мощности устанавливают уровни испытательного сигнала согласно таблице 5 (строки 39-44).
- нажимают кнопку «Запуск» в окне ПО «Энергоформа» для начала испытаний;
- выдерживают преобразователь ЭНИП-2 в течение времени установления рабочего режима;
- на дисплее модуля индикации ЭНМИ или в ПО, поставляемом в комплекте, фиксируют результат измерений преобразователя ЭНИП-2;
- результаты измерений эталонного устройства и преобразователя ЭНИП-2, а также значения основных погрешностей, рассчитанные по формулам (1), (2) и (3), заносят в протокол поверки (пример протокола в Приложении №2);
- результат поверки считать положительным, если погрешности измеренных величин не превосходят значений, указанных в таблице 4;
- по окончании поверки нажимают кнопку «Стоп» в окне программы, отключают источник входного сигнала, закрывают программу и затем отключают питание устройств.

Примечания:

1. При определении основной приведенной погрешности измерений также определяют относительную погрешность измерений;
2. Для модификации ЭНИП-2-…-Х3 результаты измерений отображаются на жидкокристаллическом дисплее либо в ПО, поставляемом в комплекте;
3. Для модификации ЭНИП-2-…-Х3 определение абсолютной погрешности измерений частоты проводится с помощью установки измерительной многофункциональной CMC256plus и ПО «Test Universe». Схема подключения приведена на рисунке 4;
4. Для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 определение погрешности измерений силы тока, напряжений, мощностей, коэффициентов мощности проводится с помощью калибратора КЦ61850. Схема подключения приведена на рисунке 5;
5. Для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 определение абсолютной погрешности измерений частоты проводится с помощью установки измерительной многофункциональной CMC256plus и ПО «Test Universe». Схема подключения приведена на рисунке 6.

Испытательные сигналы приведены в таблице 5.

Таблица 5

Номер строки	Отклонение фазного (линейного) напряжения от $U_н$, %			Отклонение фазного тока от $I_{н.ф}$, %			Угол фазового сдвига между током и напряжением, градусы	$cos\varphi$	$sin\varphi$	Частота, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c				
1	-80	-80	-80	0	0	0	0	1	0	50
2	-50	-50	-50							
3	-20	-20	-20							
4	0	0	0							
5	20	20	20							
6	50	50	50							
7	0	0	0	-99	-99	-99	0	1	0	50
8				-98	-98	-98				
9				-90	-90	-90				
10				-80	-80	-80				

Номер строки	Отклонение фазного (линейного) напряжения от $U_н$, %			Отклонение фазного тока от $I_{н.ф}$, %			Угол фазового сдвига между током и напряжением, градусы	$cos\varphi$	$sin\varphi$	Частота, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c				
11				-50	-50	-50				
12				0	0	0				
13				50	50	50				
14				100	100	100				
15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	45
16										48
17										50
18										52
19										55
20	0	0	0	-99	-99	-99	0	1	0	50
21				-90	-90	-90				
22				-80	-80	-80				
23				-50	-50	-50				
24				-20	-20	-20				
25				0	0	0				
26				20	20	20				
27				50	50	50				
28				100	100	100				
29				0	0	0	60	0,5	0,866	
30							150	-0,866	0,5	
31							120	-0,5	0,866	
32							30	0,866	0,5	
33	0	0	0	0	0	0	60	0,5	0,866	50
34							90	0	1	
35							30	0,866	0,5	
36							-60	0,5	-0,866	
37							-90	0	-1	
38							-30	0,866	-0,5	
39	0	0	0	0	0	0	90	0	1	50
40							30	0,866	0,5	
41							0	1	0	
42							-60	0,5	-0,866	
43							-30	0,866	-0,5	
44							60	0,5	0,866	

6.3.7 Для модификации ЭНИП-2-…-Х3 и ЭНИП-2-0-…-Х3 дополнительно проводят определение основной погрешности измерений углов фазовых сдвигов между фазными напряжениями основной гармоники в следующей последовательности:

- собирают схему рабочего места в соответствии с рисунком 3, в качестве эталона используют установку УППУ-МЭ 3.1К (для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 собирают схему в соответствии с рисунком 5, в качестве эталона используют калибратор КЦ61850);
- подготавливают оборудование к работе согласно их руководствам по эксплуатации;
- включают оборудование;
- запускают ПО «ES Конфигуратор» и начинают опрос ЭНИП-2;
- запускают ПО, поставляемое с установкой, в котором устанавливают испытательные сигналы в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Номер строки	Отклонение фазного (линейного) напряжения от $U_н$, %			Отклонение фазного тока от $I_{н.ф}$, %			Угол фазового сдвига между током и напряжением, градусы	Угол фазового сдвига между фазными напряжениями, градусы			Частота, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	φ_{UI}	φ_{UAB}	φ_{UBC}	φ_{UCA}	
1	0	0	0	0	0	0	0	120	120	120	50
2								110	120	130	
3								130	110	120	
4								120	130	110	

- в ПО «ES Конфигуратор» фиксируют результат измерений преобразователя ЭНИП-2;
- эталонные значения и результаты измерений преобразователя ЭНИП-2, а также значения основных абсолютных погрешностей, рассчитанные по формуле (3), заносят в протокол поверки;
- результат поверки считать положительным, если погрешности измеренных величин не превосходят значений, указанных в таблице 4;
- по окончании отключают источник входного сигнала, закрывают программу и затем отключают питание устройств.

6.4 Определение метрологических характеристик (автоматизированный способ)

6.4.1 При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- на стенд ЭНСП-02 для подключения преобразователей ЭНИП-2 устанавливают преобразователи ЭНИП-2 в количестве 1-10 шт;
- проводят подключения цепей питания, измерительных и интерфейсных цепей согласно руководству по эксплуатации на стенд;
- устанавливают переключатели на стенде ЭНСП-02 в соответствии со схемой подключения и напряжением питания преобразователей ЭНИП-2;
- подключают стенд ЭНСП-02 к поверочной установке УППУ-МЭ 3.1К и ПК согласно руководству по эксплуатации;
- включают ПК, после загрузки операционной системы устанавливают ПО «ES-Test»;
- на стенд ЭНСП-02 подают напряжение питания;
- с помощью ПО «ES-Test» производят подключение преобразователей ЭНИП-2 к ПК по интерфейсам RS-485 или Ethernet в зависимости от модификации.

6.4.2 Проверку основной погрешности измерений силы тока, напряжений, мощностей, коэффициентов мощности, частоты проводят в следующей последовательности:

- запускают ПО «ES-Test»;

- в ПО «ES-Test» выбирают режим поверки «Создание протокола поверки»;

- выбирают модель генератора - «Энергоформа», модель эталонного прибора - «Энергомонитор», устанавливают настройки подключения по RS-485 или Ethernet и производят подключение;

- выбирают модель поверяемого прибора:

  - ЭНИП-2 – для модификации с портом USB;
  - ЭНИП-2 (до 2012) – для модификации без порта USB;
  - ЭНИП-2-КП – для модификации ЭНИП-2-…-32;
  - ЭНИП-2 (PMU) для модификации ЭНИП-2-…-Х3.

- устанавливают схему подключения, номинальные значения тока и напряжения, нажимают кнопку «Далее»;

- подключают поверяемые приборы;

- нажимают кнопку «Начать поверку»;

- ПО «ES-Test» в автоматическом режиме устанавливает уровни испытательных сигналов согласно таблице 5. Сигналы одновременно подаются на эталонный и поверяемые приборы. Производится считывание показаний с приборов. Выполняется расчет основных погрешностей по формулам (1), (2) и (3);

- после завершения поверки ПО «ES-Test» формирует протокол поверки на каждый преобразователь ЭНИП-2. Протокол содержит результаты измерений, значения основных погрешностей, а также результат поверки (пример протокола в Приложении №2);

- результат поверки считается положительным, если погрешности измеренных величин не превосходят значений, указанных в таблице 4;

- по окончании проверки закрывают программу, отключают источник входного сигнала, отключают питание стенда ЭНСП-02 и поверочной установки УППУ-МЭ 3.1К.

Примечания:

1. Для модификации ЭНИП-2-…-Х3 определение абсолютной погрешности измерений частоты проводится с помощью установки СМС256plus и ПО «ES-Test» или ПО «PMUTest». Схема подключения приведена на рисунке 4;

2. Для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 определение погрешности измерений силы тока, напряжений, мощностей, коэффициентов мощности проводится с помощью калибратора КЦ61850 и ПО «PMUTest». Схема подключения приведена на рисунке 5;

3. Для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 определение погрешности измерений частоты проводится с помощью установки СМС256plus и ПО «ES-Test» или ПО «PMUTest». Схема подключения приведена на рисунке 6.

6.4.3 Для модификаций ЭНИП-2-…-Х3 и ЭНИП-2-0-…-Х3 дополнительно проводят определение основной погрешности измерений углов фазовых сдвигов между фазными напряжениями основной гармоники в следующей последовательности:

- собирают схему рабочего места в соответствии с рисунком 3, в качестве эталона используют установку УППУ-МЭ 3.1К (для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 собирают схему в соответствии с рисунком 5, в качестве эталона используют калибратор КЦ61850);

- подготавливают оборудование к работе согласно их руководствам по эксплуатации;

- включают оборудование;

- запускают ПО «ES-Test» или ПО «PMUTest»;

- в ПО выбирают режим поверки «Создание протокола поверки», устанавливают соединение с установкой и поверямым прибором;

- нажимают кнопку «Начать поверку»;

- ПО в автоматическом режиме устанавливает уровни испытательных сигналов согласно таблице 6. Сигналы подаются на поверяемый прибор. Производится считывание показаний с прибора. Выполняется расчет основных погрешностей по формуле (3);

- после завершения поверки ПО формирует протокол поверки на преобразователь ЭНИП-2. Протокол содержит результаты измерений, значения основных погрешностей, а также результат поверки;

- результат поверки считают положительным, если погрешности измеренных величин не превосходят значений, указанных в таблице 4.

6.5 Идентификация программного обеспечения СИ

6.5.1 Подтверждение соответствия встроенного программного обеспечения преобразователей ЭНИП-2 выполняют путем контроля идентификационных данных ПО:

- наименования метрологически значимого ПО;
- версии метрологически значимого ПО.

6.5.2 Идентификацию ПО производят следующим образом:

- производят подготовку преобразователя ЭНИП-2 к работе согласно руководству по эксплуатации;
- подключают преобразователь ЭНИП-2 к ПК. Запускают ПО «ES BootLoader»;
- для соединения с преобразователем ЭНИП-2 в окне программы нажимают кнопку «Connect», далее переходят во вкладку «Служебные операции и нажимают кнопку «Считать метрологически значимую часть ПО» (рисунок 1).

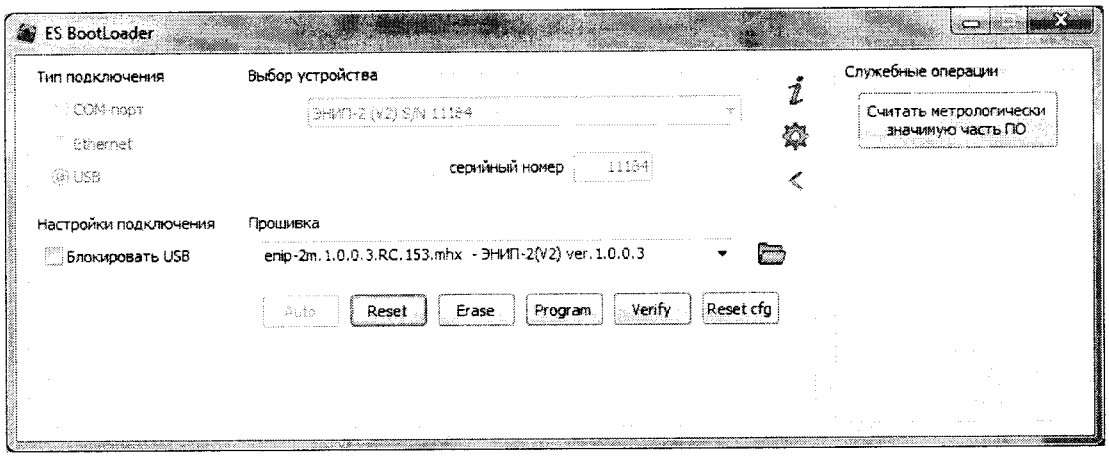


Рисунок 1 – Окно программного обеспечения «ES Bootloader»

6.5.3 ПО «ES BootLoader» считывает информацию с преобразователя ЭНИП-2. При этом появляется окно, в котором содержатся необходимые идентификационные данные ПО, как показано на рисунке 2.

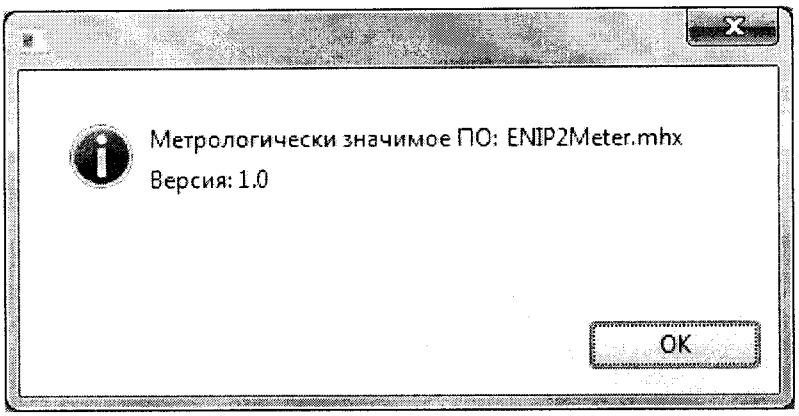


Рисунок 2 – Диалоговое окно с идентификационными данными ПО

Результат испытаний считают положительным, если идентификационное наименование, номер версии и контрольная сумма метрологически значимой части соответствуют заявленным в описании типа.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Преобразователи, прошедшие поверку с положительными результатами, признают годным к эксплуатации.

7.2 На преобразователи, прошедшие поверку с положительными результатами, наносится знак поверки в виде наклейки на корпус прибора и/или выдается свидетельство о поверке.

7.3 Преобразователи, прошедшие поверку с отрицательным результатом хотя бы в одном из пунктов поверки, запрещаются к эксплуатации и на них выдается извещение о непригодности.

7.4 Результат и дату поверки преобразователя рекомендуется занести в соответствующий раздел паспорта (при этом запись должна быть удостоверена клеймом поверителя).

Приложение №1

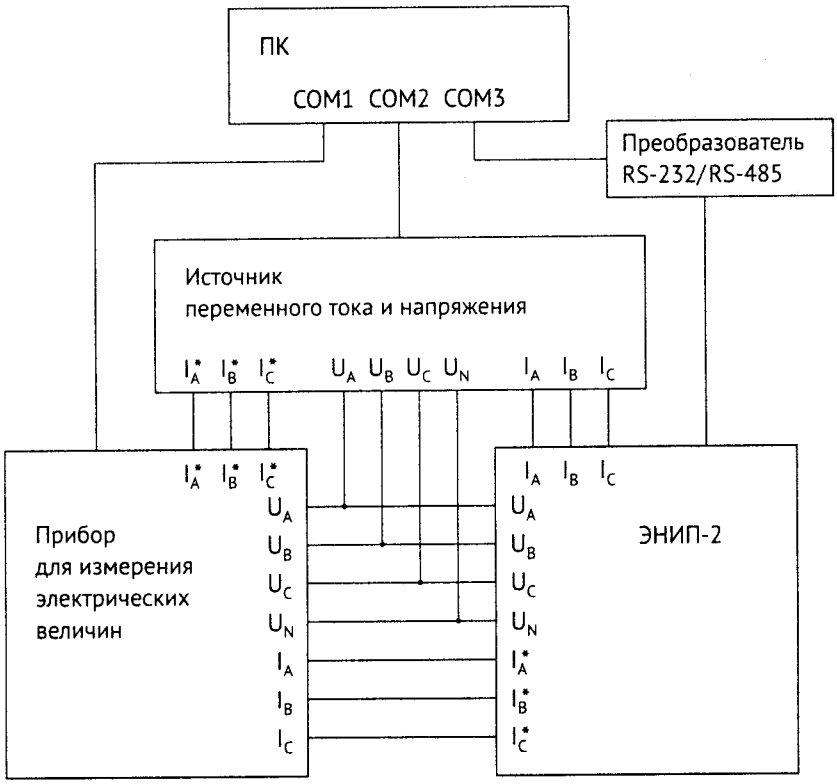


Рисунок 3 – Схема рабочего места при поверке преобразователей ЭНИП-2

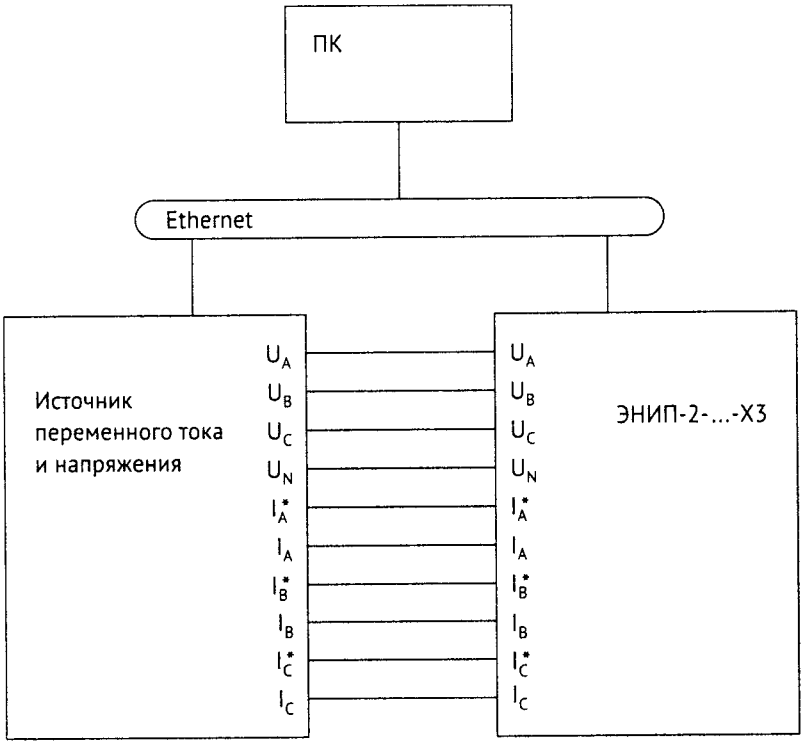


Рисунок 4 – Схема рабочего места при определении погрешности измерения частоты преобразователей ЭНИП-2-…-X3 (кроме ЭНИП-2-0-…-X3)

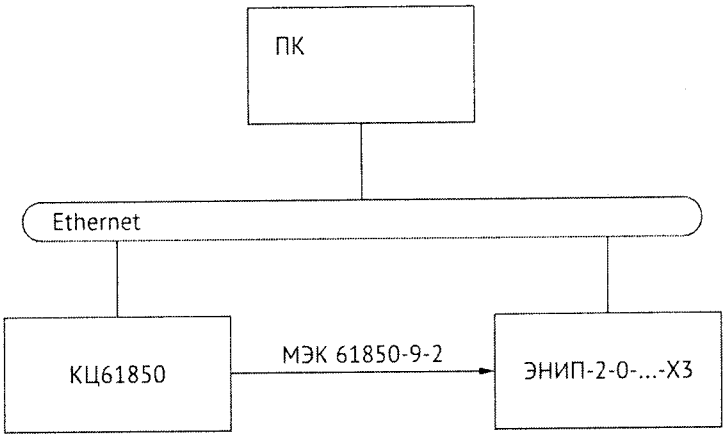


Рисунок 5 – Схема рабочего места при поверке преобразователей ЭНИП-2-0-…-Х3

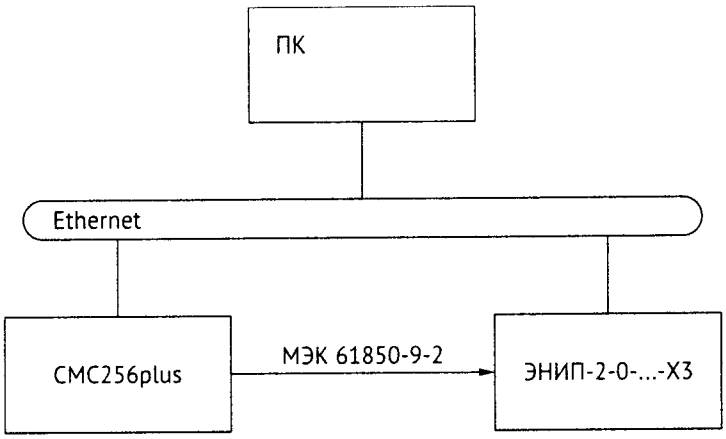


Рисунок 6 – Схема рабочего места при определении погрешности измерения частоты преобразователя ЭНИП-2-0-…-Х3

Приложение №2
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ

Поверки преобразователя измерительного многофункционального ЭНИП-2

от «___» _____ 201__ г.

1 Поверяемый прибор:

ЭНИП-2-____-_____-_____ версия ПО: _____ Год выпуска _____

Принадлежит: _____

2 Эталонное оборудование:

Установка для поверки счетчиков электроэнергии УППУ-МЭ 3.1К № _____ в составе:
- прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1 К» № _____;
- блок генератора-синтезатора «Энергоформа 3.1».

3 Условия поверки:

Температура окружающей среды _____;
Относительная влажность воздуха _____;
Атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст.)_____.

4 Результаты поверки:

4.1 Измерение напряжения переменного тока частотой 50 Гц

4.1.1 Напряжение фазы А (среднеквадратические значения)

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.2 Напряжение фазы А (среднеквадратические значения напряжения основной частоты)

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.3 Напряжение фазы В (среднеквадратические значения)

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.4 Напряжение фазы В (среднеквадратические значения напряжения основной частоты)

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.5 Напряжение фазы С (среднеквадратические значения)

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.6 Напряжение фазы С (среднеквадратические значения напряжения основной частоты)

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.4 Линейное напряжение АВ

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	19,98				0,20		0,20
2	49,96				0,20		0,20
3	79,95				0,20		0,20
4	99,93				0,20		0,20
5	119,92				0,20		0,20
6	149,90				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.5 Линейное напряжение ВС

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	19,98				0,20		0,20
2	49,96				0,20		0,20
3	79,95				0,20		0,20
4	99,93				0,20		0,20
5	119,92				0,20		0,20
6	149,90				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.1.6 Линейное напряжение СА

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	19,98				0,20		0,20
2	49,96				0,20		0,20
3	79,95				0,20		0,20
4	99,93				0,20		0,20
5	119,92				0,20		0,20
6	149,90				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.2 Измерение силы переменного тока частотой 50 Гц

4.2.1 Ток фазы А (среднеквадратические значения)

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.2.2 Ток фазы А (среднеквадратические значения напряжения основной частоты)

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.2.3 Ток фазы В (среднеквадратические значения)

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.2.4 Ток фазы В (среднеквадратические значения напряжения основной частоты)

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.2.5 Ток фазы С (среднеквадратические значения)

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.2.6 Ток фазы С (среднеквадратические значения напряжения основной частоты)

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.3 Измерение частоты переменного тока

4.3.1 Частота

№	$f_{эт.}$, Гц	$f_{пов.}$, Гц	Δf, Гц	Допуск, Δf, Гц
1	45			0,010
2	48			0,010
3	50			0,010
4	52			0,010
5	55			0,010

Вывод: **годен/не годен**

4.4 Измерение напряжения переменного тока частотой 45 Гц

4.4.1 Напряжение фазы А

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.4.2 Напряжение фазы B

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.4.3 Напряжение фазы C

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.5 Измерение напряжения переменного тока частотой 55 Гц

4.5.1 Напряжение фазы A

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.5.2 Напряжение фазы В

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.5.3 Напряжение фазы С

№	$U_{эт.}$, В	$U_{пов.}$, В	ΔU, В	δU, %	Допуск, δU, %	γU, %	Допуск, γU, %
1	11,54				0,20		0,20
2	28,85				0,20		0,20
3	46,16				0,20		0,20
4	57,7				0,20		0,20
5	69,24				0,20		0,20
6	86,55				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.6 Измерение силы переменного тока частотой 45 Гц

4.6.1 Ток фазы А

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.6.2 Ток фазы B

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.6.3 Ток фазы C

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.7 Измерение силы переменного тока частотой 55 Гц

4.7.1 Ток фазы A

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.7.2 Ток фазы В

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.7.2 Ток фазы С

№	$I_{эт.}$, А	$I_{пов.}$, А	ΔI, А	δI, %	Допуск, δI, %	γI, %	Допуск, γI, %
1	0,05				2,00		0,20
2	0,1				2,00		0,20
3	0,5				0,75		0,20
4	1,0				0,20		0,20
5	2,5				0,20		0,20
6	5,0				0,20		0,20
7	7,5				0,20		0,20
8	10,0				0,20		0,20

Вывод: **годен/не годен**

4.8 Измерение суммарной активной мощности

4.8.1 Активная мощность

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	$cos\varphi_{эт.}$	$P_{эт.}$, Вт	$P_{пов.}$, Вт	ΔP, Вт	δP, %	Допуск, δP, %	γP, %	Допуск, γP, %
1	57,7	0,05	1,0					-		0,50
2	57,7	0,5	1,0					-		0,50
3	57,7	1,0	1,0					0,50		0,50
4	57,7	2,5	1,0					0,50		0,50
5	57,7	4,0	1,0					0,50		0,50
6	57,7	5,0	1,0					0,50		0,50
7	57,7	6,0	1,0					0,50		0,50
8	57,7	7,5	1,0					0,50		0,50
9	57,7	10,0	1,0					0,50		0,50
10	57,7	5,0	0,5					0,90		0,50

11	57,7	5,0	−0,866					0,50		0,50
12	57,7	5,0	−0,5					0,90		0,50
13	57,7	5,0	0,866					0,50		0,50

Вывод: **годен/не годен**

4.9 Измерение суммарной реактивной мощности

4.9.1 Реактивная мощность

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	$sin\varphi_{эт.}$	$Q_{эт.}$, ВАр	$Q_{пов.}$, ВАр	ΔQ, ВАр	δQ, %	Допуск, δQ, %	γQ, %	Допуск, γQ, %
1	57,7	5,0	0,866					0,50		0,50
2	57,7	5,0	1,0					0,50		0,50
3	57,7	5,0	0,5					0,90		0,50
4	57,7	5,0	−0,866					0,50		0,50
5	57,7	5,0	−1,0					0,50		0,50
6	57,7	5,0	−0,5					0,90		0,50

Вывод: **годен/не годен**

4.10 Измерение суммарной полной мощности

4.10.1 Полная мощность

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	$sin\varphi_{эт.}$	$S_{эт.}$, ВА	$S_{пов.}$, ВА	ΔS, ВА	δS, %	Допуск, δS, %	γS, %	Допуск, γS, %
1	57,7	5,0	1,0					0,50		0,50
2	57,7	5,0	0,5					0,50		0,50
3	57,7	5,0	0					0,50		0,50
4	57,7	5,0	−0,866					0,50		0,50
5	57,7	5,0	−0,5					0,50		0,50
6	57,7	5,0	0,866					0,50		0,50

Вывод: **годен/не годен**

4.11 Измерение коэффициента активной мощности

4.11.1 Коэффициент активной мощности

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	$cos\varphi$	$cos\varphi_{эт.}$	$cos\varphi_{изм.}$	$\Delta cos\varphi$	Допуск, $\Delta cos\varphi$
1	57,7	5,0	1,0				0,01
2	57,7	5,0	0,5				0,01
3	57,7	5,0	−0,866				0,01
4	57,7	5,0	−0,5				0,01
5	57,7	5,0	0,866				0,01

Вывод: **годен/не годен**

4.12 Измерение углов фазовых сдвигов между фазными напряжениями основной гармоники (только для модификации ЭНИП-2-…-Х3)

4.12.1 Угол фазового сдвига между напряжениями фаз А и В

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	φ_{UAB}, °	φ_{UBC}, °	φ_{UCA}, °	$\varphi_{UABэт}$, °	$\varphi_{UABизм}$, °	$\Delta\varphi_{UAB}$, °	Допуск, $\Delta\varphi_U$
1	57,7	5,0	120	120	120				0,1
2	57,7	5,0	110	120	130				0,1
3	57,7	5,0	130	110	120				0,1
4	57,7	5,0	120	130	110				0,1

Вывод: **годен/не годен**

4.12.2 Угол фазового сдвига между напряжениями фаз В и С

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	φ_{UAB}, °	φ_{UBC}, °	φ_{UCA}, °	$\varphi_{UBCэт}$, °	$\varphi_{UBCизм}$, °	$\Delta\varphi_{UBC}$, °	Допуск, $\Delta\varphi_U$
1	57,7	5,0	120	120	120				0,1
2	57,7	5,0	110	120	130				0,1
3	57,7	5,0	130	110	120				0,1
4	57,7	5,0	120	130	110				0,1

Вывод: **годен/не годен**

4.12.2 Угол фазового сдвига между напряжениями фаз С и А

№	$U_{эт.}$, В	$I_{эт.}$, А	φ_{UAB}, °	φ_{UBC}, °	φ_{UCA}, °	$\varphi_{UCAэт}$, °	$\varphi_{UCAизм}$, °	$\Delta\varphi_{UCA}$, °	Допуск, $\Delta\varphi_U$
1	57,7	5,0	120	120	120				0,1
2	57,7	5,0	110	120	130				0,1
3	57,7	5,0	130	110	120				0,1
4	57,7	5,0	120	130	110				0,1

Вывод: **годен/не годен**

Результат:

По результатам поверки преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2 признан годным к применению, метрологические характеристики преобразователя ЭНИП-2 соответствуют характеристикам, заявленным в описании типа.

«___» _____ 20__ г.
дата

_____
подпись поверителя