

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый заместитель  
генерального директора –  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»**



**А.Н. Щипунов**

« 14 » *май* 2019 г.

**Установки поверочные средств измерений напряженности и индукции  
магнитного поля промышленной частоты П1-26Э**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

ЦКЛМ.411723.006 МП

**р.п. Менделеево  
2019 г.**

## Содержание

	стр.
<b>1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>3</b>
<b>2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....</b>	<b>4</b>
<b>4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>4</b>
<b>5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>5</b>
<b>8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>10</b>

Настоящая методика распространяется на установки поверочные средств измерений напряженности и индукции магнитного поля промышленной частоты П1-26Э (далее – установка), изготовленные ЗАО «НПП «Циклон-Прибор», г. Фрязино, Московской области, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на установки (ЦКЛМ. 411723.006 РЭ).

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Идентификация программного обеспечения	7.3	+	+
4 Определение частоты воспроизводимого переменного магнитного поля и пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты	7.4	+	-
5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки угла между фазами переменных магнитных полей по осям X и Y	7.5	+	-
6 Определение диапазона и относительной погрешности воспроизведения значений магнитной индукции (напряженности) переменного магнитного поля	7.6	+	+
7 Определение неоднородности магнитной индукции (напряженности) переменного магнитного поля в рабочем объёме	7.7	+	-
8 Определение коэффициента асимметрии компаратора	7.8	+	-
9 Определение нестабильности показаний компаратора	7.9	+	-

1.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
7.4, 7.5	Вольтметр универсальный В7-78/1, диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мкВ до 750 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,0006 U_x + 0,0003 U_{пр})$ ; диапазон измерений частоты от 3 Гц до 300 кГц пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $\pm 0,0001 F_x$ ; диапазон измерений силы постоянного тока от 1 мкА до 3 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,0005 I_x + 0,0002 I_{пр})$
7.6, 7.8, 7.9	Государственный рабочий эталон единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 7000 мкТл, магнитной индукции переменного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 7000 мкТл в диапазоне частот от 5 до 10000 Гц (3.1.ZZT.0247.2017)
7.6	Государственный рабочий эталон единицы магнитной индукции переменного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 1700 мТл в диапазоне частот от 20 до 10000 Гц (3.1.ZZT.0246.2017)
7.6	Компаратор магнитного поля КМП-1, диапазон частот от 40 до 60 Гц, постоянная измерительной катушки 10 м <sup>2</sup> , пределы допускаемой относительной погрешности постоянной катушки $\pm 0,7 \%$
7.6	Генератор магнитного поля КМП-250, диапазон частот от 0 до 200 Гц, диапазон значений магнитной индукции от 1 до 50 мТл (вспомогательное оборудование)
7.7	Линейка измерительная металлическая 500Д, диапазон измерений от 0 до 500 мм, погрешность $\pm 0,5$ мм, ГОСТ 427-75

2.2 Применяемые при поверке средства измерений (СИ) должны быть поверены.

2.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологические характеристики с требуемой точностью.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные на право проведения поверки.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 и требования безопасности, устанавливаемые эксплуатационной документацией на поверяемую систему и используемое при поверке оборудование.

## 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °С,
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %,
- атмосферное давление от 630 до 795 мм рт. ст.,
- напряжение сети питания  $(220 \pm 22)$  В,

- частота сети питания ( $50 \pm 0,5$ ) Гц,
- рабочее место поверителя должно быть выполнено из немагнитных материалов;
- напряженность магнитного поля промышленной частоты не должна превышать 0,005 А/м.

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемую установку и используемые средства поверки.

6.2 Перед проведением поверки используемое при поверке оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Перед распаковыванием установку необходимо выдержать её в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С.

7.1.2 Распаковать установку, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки установки пункту 5 ЦКЛМ. 411723.006 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

7.1.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в 7.1.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки установки имеют четкое видимое изображение. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а установку признают непригодной к применению.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Установить измерительный преобразователь ПЗ-61/Н50 (далее преобразователь) компаратора ПЗ-61ПМ/1 (далее компаратор) в центр рабочего объема полеобразующей системы, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля по оси X.

7.2.2 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси X равным  $(1000 \pm 5)$  мкТл.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если показания компаратора находятся в пределах  $(1000 \pm 100)$  мкТл.

### 7.3 Идентификация программного обеспечения (ПО) системы

7.3.1 При включении установки на экран УГТПС выводится номер версии (идентификационный номер) ПО и цифровой идентификатор (контрольная сумма) встроенного ПО.

7.3.2 При запуске внешней программы номер версии (идентификационный номер) ПО и цифровой идентификатор (контрольная сумма) выводится в верхней части окна программы.

7.3.3 Результаты поверки считать положительными, если идентификационное наименование ПО, номер версии и цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода) ПО соответствуют данным, приведенным в таблицах 7.1 и 7.2.

Таблица 7.1 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	ЦКЛМ.411723.006-01 ПО
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) встроенного ПО	6E46BE2D

Таблица 7.2 – Идентификационные данные внешнего ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование внешнего ПО	ЦКЛМ.411723.006-02 ПО
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) внешнего ПО	-

7.4 Определение частоты воспроизводимого переменного магнитного поля и абсолютной погрешности установки частоты

7.4.1 Подключить вольтметр В7-78/1 (далее вольтметр) к клеммам О и Х (разъем «Выход ДТ» на задней панели УГТПС). На вольтметре установить режим измерения частоты.

7.4.2 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси Х равным  $(1000 \pm 5)$  мкТл.

7.4.3 Результаты поверки считать положительными, если показания вольтметра находятся в пределах  $(50 \pm 0,5)$  Гц, что соответствует нахождению значения абсолютной погрешности установки частоты в заявленных пределах  $\pm 0,5$  Гц.

7.5 Определение погрешности установки угла между фазами переменных магнитных полей по осям Х и Y

7.5.1 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси Х и Y равным  $(1000 \pm 5)$  мкТл (режим эллиптического поля).

7.5.2 Подключить вольтметр к клеммам О и Х (разъем «Выход ДТ» на задней панели УГТПС) и записать показания вольтметра  $U_x$ .

7.5.3 Подключить вольтметр к клеммам О и Y (разъем «Выход ДТ» на задней панели УГТПС) и записать показания вольтметра  $U_y$ .

7.5.4 Подключить вольтметр к клеммам Х и Y (разъем «Выход ДТ» на задней панели УГТПС) и записать показания вольтметра  $U_{xy}$ .

7.5.5 Рассчитать угол между фазами переменных магнитных полей по осям Х и Y  $\alpha$ , ° по формуле (1):

$$\alpha = \arccos\left(\frac{U_x^2 + U_y^2 - U_{xy}^2}{2 \cdot U_x \cdot U_y}\right) \quad (1)$$

7.5.6 Рассчитать значение погрешности установки угла между фазами  $\Delta\alpha$ , ° по формуле (2):

$$\Delta\alpha = 90 - \alpha \quad (2)$$

7.5.7 Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки угла между фазами  $\Delta\alpha$  не более  $2^\circ$ .

7.6 Определение диапазона и относительной погрешности воспроизведения значений магнитной индукции (напряженности) переменного магнитного поля

7.6.1 Установить преобразователь компаратора ПЗ-61ПМ/1 в центр рабочего объема полеобразующей системы, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля по оси Y.

7.6.2 Установить значение напряженности магнитного поля  $H_y$ , А/м (по показаниям установки) по оси Y равным 0,1 А/м (установленное значение не должно отличаться от рекомендуемого более чем на 5 %).

7.6.3 Записать показания компаратора  $H_{k+}$ , А/м.

7.6.4 Изменить фазу генерируемого поля, нажав кнопку Ph на передней панели УГТПС.

7.6.5 Записать показания компаратора  $H_{k-}$ , А/м. Рассчитать среднее значение показаний компаратора  $H_k$  А/м, по формуле (3):

$$H_k = (H_{k+} + H_{k-})/2. \quad (3)$$

7.6.6 Повторить пп. 7.6.2...7.6.5 для рекомендуемых значений напряженности магнитного поля в соответствии с таблицей 7.1.

Таблица 7.1 - Ось У

Предел воспроизведения напряженности магнитного поля, А/м	2			20			200	
Рекомендуемое значение напряженности магнитного поля, А/м	0,1	0,7	2,0	2,0	7,0	20	20	80
Установленное значение напряженности магнитного поля (по показаниям П1-26Э) $H_y$ , А/м								
Показания компаратора ПЗ-61 Нк, А/м								
Измеренное (эталонное) значение напряженности магнитного поля $H_{yэ}$ , А/м								
Погрешность $\delta_n$ , %								

7.6.7 Установить значение магнитной индукции  $B_y$ , мкТл (по показаниям установки) по оси У равным 100 мкТл (установленное значение не должно отличаться от рекомендуемого более чем на 5 %).

7.6.8 Записать показания компаратора  $B_k$ , мкТл.

7.6.9 Повторить пп. 7.6.7...7.6.8 для рекомендуемых значений напряженности магнитного поля в соответствии с таблицей 7.2.

Таблица 7.2 - Ось У

Предел воспроизведения магнитной индукции, мкТл	250			2500		
Рекомендуемое значение магнитной индукции, мкТл	100	250	250	880	2500	
Установленное значение магнитной индукции (по показаниям П1-26Э) $B_y$ , мкТл						
Показания компаратора ПЗ-61 Вк, мкТл						
Измеренное (эталонное) значение магнитной индукции $B_{yэ}$ , мкТл						
Погрешность $\delta_b$ , %						

7.6.10 Установить преобразователь компаратора ПЗ-61ПМ/1 в центр рабочего объема полеобразующей системы, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля по оси Х.

7.6.11 Повторить пп. 7.6.1...7.6.9 (для оси Х) в соответствии с таблицами 7.3 и 7.4.

Таблица 7.3 - Ось Х

Предел воспроизведения напряженности магнитного поля, А/м	7			70			700
Рекомендуемое значение напряженности магнитного поля, А/м	0,7	2,0	7,0	7,0	20	70	80
Установленное значение напряженности магнитного поля (по показаниям П1-26Э) $H_x$ , А/м							
Показания компаратора ПЗ-61 Нк, А/м							
Измеренное (эталонное) значение напряженности магнитного поля $H_{xэ}$ , А/м							
Погрешность $\delta_n$ , %							

Таблица 7.4 - Ось Х

Предел воспроизведения магнитной индукции, мкТл	900			8900		
Рекомендуемое значение магнитной индукции, мкТл	100	250	880	880	2500	8900
Установленное значение магнитной индукции (по показаниям П1-26Э) $B_x$ , мкТл						
Показания компаратора ПЗ-61 Вк, мкТл						
Измеренное (эталонное) значение магнитной индукции $B_{xэ}$ , мкТл						
Погрешность $\delta_b$ , %						

7.6.12 Установить преобразователь компаратора ПЗ-61ПМ/1 и компаратор магнитного поля КМП-1 в центр рабочего объема меры из состава государственного рабочего эталона единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 7000 мкТл, магнитной индукции переменного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 7000 мкТл в диапазоне частот от 5 до 10000 Гц (3.1.ZZT.0247.2017), далее

меры (примечание: мера при проведении измерений по пп. 7.6.12...7.6.16 используется как источник магнитного поля).

7.6.13 Для рекомендуемого значения напряженности магнитного поля 0,1 А/м установить значение напряженности магнитного поля  $H_э$ , А/м (по показаниям компаратора КМП-1 в мере таким, чтобы показания компаратора ПЗ-61ПМ/1  $H_{кэ}$ , А/м были приближенно равны  $H_к$ , А/м (см. 7.6.5) (показания не должны отличаться от расчётного значения  $H_к$  более чем на 5 %).

7.6.14 Рассчитать значение напряженности магнитного поля, воспроизводимого установкой  $H_{уэ}$ , А/м по формуле (4):

$$H_{уэ} = H_э \cdot H_к / H_{кэ} \quad (4)$$

7.6.15 Рассчитать значение относительной погрешности воспроизведения значений магнитной индукции (напряженности)  $\delta_n$ , % по формуле (5):

$$\delta_n = 100 \cdot (H_y - H_{уэ}) / H_{уэ} \quad (5)$$

7.6.16 Повторить пп. 7.6.13...7.6.15 для всех точек измерений в соответствии с таблицей 7.1 и 7.3.

7.6.17 Установить преобразователь компаратора ПЗ-61ПМ/1 в центр рабочего объема меры, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля.

7.6.18 Для рекомендуемого значения магнитной индукции 100 мкТл установить значение магнитной индукции  $B_э$ , мкТл в мере таким, чтобы показания компаратора ПЗ-61ПМ/1 были приближенно равны  $B_к$ , мкТл (см. 7.6.8) (показания не должны отличаться от значения  $B_к$  более чем на 5 %).

7.6.19 Рассчитать значение магнитной индукции, воспроизводимого установкой  $B_{уэ}$ , мкТл по формуле (6):

$$B_{уэ} = B_э \cdot B_к / B_{кэ} \quad (6)$$

7.6.20 Рассчитать значение относительной погрешности воспроизведения значений магнитной индукции  $\delta_n$ , % по формуле (7):

$$\delta_n = 100 \cdot (B_y - B_{уэ}) / B_{уэ} \quad (7)$$

7.6.21 Повторить пп. 7.6.18...7.6.20 для всех точек измерений в соответствии с таблицами 7.2 и 7.4 (кроме значения 8900 мкТл).

7.6.22 Установить преобразователь компаратора ПЗ-61ПМ/1 и измерительную катушку из состава государственного рабочего эталона единицы магнитной индукции переменного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 1700 мТл в диапазоне частот от 20 до 10000 Гц (3.1.ZZT.0246.2017) в центр рабочего объема генератора магнитного поля КМП-250 так чтобы их оси чувствительности совпадали с направлением магнитного поля.

7.6.23 Для рекомендуемого значения магнитной индукции 8900 мкТл установить значение магнитной индукции  $B_э$ , мкТл (по показаниям эталона 3.1.ZZT.0246.2017) в рабочем объеме генератора магнитного поля КМП-250 таким, чтобы показания компаратора ПЗ-61ПМ/1 были приближенно равны  $B_к$ , мкТл (см. 7.6.8) (показания не должны отличаться от  $B_к$  более чем на 5 %).

7.6.24 Повторить пп. 7.6.19, 7.6.20.

7.6.25 Установку считать выдержавшей испытания, если значения относительной погрешности воспроизведения значений магнитной индукции (напряженности) для всех точек измерений находятся в пределах  $\pm 5$  %.

## 7.7 Определение неоднородности переменного магнитного поля в рабочем объеме

7.7.1 Установить преобразователь компаратора в центр рабочего объема полеобразующей системы, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля по оси X.



7.7.2 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси X равным  $(1000 \pm 5)$  мкТл.

7.7.3 Записать показания компаратора  $V_{ц}$ , мкТл.

7.7.4 Перемещая преобразователь компаратора в геометрические точки в соответствии с таблицей 7.5 записать показания компаратора  $V_i$ , мкТл.

Таблица 7.5 - Ось X

Расстояние от центра меры, мм	По оси меры		Перпендикулярно оси меры	
	Значение магнитной индукции $V_i$ , мкТл	Неоднородность $\sigma_i$ , %	Значение магнитной индукции $V_i$ , мкТл	Неоднородность $\sigma_i$ , %
-35				
-30				
-20				
-10				
0				
10				
20				
30				
35				

7.7.5 Для каждой точки измерения рассчитать неоднородность переменного магнитного поля  $\sigma_i$ , %, по формуле (8):

$$\sigma_i = 100 \cdot (V_i - V_{ц}) / V_{ц}. \quad (8)$$

7.7.6 Установить преобразователь компаратора в центр рабочего объема полеобразующей системы, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля по оси Y.

7.7.7 Повторить пп. 7.7.2...7.7.5 в соответствии с таблицей 7.6.

Таблица 7.6 - Ось Y

Расстояние от центра меры, мм	По оси меры		Перпендикулярно оси меры	
	Значение магнитной индукции $V_i$ , мкТл	Неоднородность $\sigma_i$ , %	Значение магнитной индукции $V_i$ , мкТл	Неоднородность $\sigma_i$ , %
-65				
-60				
-50				
-40				
-30				
-20				
-10				
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
65				

7.7.8 Установку считать выдержавшей испытания, если значения неоднородности переменного магнитного поля в рабочем объеме для всех точек измерений находятся в пределах  $\pm 1,7$  %.

7.8 Определение коэффициента асимметрии компаратора

7.8.1 Установить значение магнитной индукции в мере равным 1000 мкТл.

7.8.2 Записать показания компаратора  $B_0$ , мкТл.

7.8.3 Повернуть преобразователь компаратора на  $180^\circ$  вокруг своей оси и записать показания компаратора  $B_{180}$ , мкТл.

7.8.4 Рассчитать коэффициент асимметрии  $K_\phi$ , % по формуле (9):

$$K_\phi = 100 \cdot (B_0 - B_{180}) / B_0 \quad (9)$$

7.8.5 Установку считать выдержавшей испытания, если коэффициент асимметрии  $K_\phi$  не более  $\pm 2\%$ .

7.9 Определение нестабильности показаний компаратора

7.9.1 Установить преобразователь компаратора ПЗ-61ПМ/1 в центр рабочего объема меры из состава эталона 3.1.ZZT.0247.2017, так чтобы ось чувствительности преобразователя совпадала с направлением магнитного поля.

7.9.2 Установить значение магнитной индукции в мере равным 1000 мкТл.

7.9.3 Записать показания компаратора  $B_1$ , мкТл.

7.9.4 Повторить пп. 7.9.1...7.9.3 через 5 дней записывая показания компаратора  $B_{10}$ , мкТл.

7.9.5 Рассчитать нестабильность показаний компаратора  $\tau_i$ , % по формуле (10):

$$\tau_i = 100 \cdot (B_i - B_1) / B_1 \quad (10)$$

7.9.6 Повторить пп. 7.9.1...7.9.5 через 10 и 14 дней.

7.9.7 Установку считать выдержавшей испытания, если нестабильность показаний компаратора  $\tau_i$  не превосходит  $\pm 2\%$ .

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки установки оформить свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или поверительного клейма.

8.2 При отрицательных результатах поверки установка к применению не допускается и оформляется извещение о непригодности к применению установленной формы с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 123  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

А.Е. Ескин