

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Щипунов

« 14 » _____ 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.
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	4
6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	10

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 ² , 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 ± 5) °С,
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %,
- атмосферное давление от 630 до 795 мм рт. ст.,
- напряжение сети питания (220 ± 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 Х.

7.2.2 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси Х равным (1000 ± 5) мкТл.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если показания компаратора находятся в пределах (1000 ± 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 ± 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 У

7.5.1 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси Х и У равным (1000 ± 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 У (разъем «Выход ДТ» на задней панели УГТПС) и записать показания вольтметра U_y .

7.5.4 Подключить вольтметр к клеммам Х и У (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 У α , ° 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 Δ_α , ° по формуле (2):

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

7.5.7 Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки угла между фазами Δ_α не более 2° .

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 У.

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

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

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

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

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

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 δ_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 δ_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 δ_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 δ_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_z , А/м (по показаниям компаратора КМП-1 в мере таким, чтобы показания компаратора ПЗ-61ПМ/1 $H_{кз}$, А/м были приближенно равны H_k , А/м (см. 7.6.5) (показания не должны отличаться от расчётного значения H_k более чем на 5 %).

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

$$H_{yз} = H_z \cdot H_k / H_{кз} \quad (4)$$

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

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

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 совпала с направлением магнитного поля.

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

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

$$B_{yз} = B_z \cdot B_k / B_{кз} \quad (6)$$

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

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

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_z , 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_k , мкТл (см. 7.6.8) (показания не должны отличаться от B_k 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 ± 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 совпала с направлением магнитного поля по оси X.

7.7.2 Установить значение магнитной индукции (по показаниям установки) по оси X равным (1000 ± 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 σ_i , %	Значение магнитной индукции V_i , мкТл	Неоднородность σ_i , %
-35				
-30				
-20				
-10				
0				
10				
20				
30				
35				

7.7.5 Для каждой точки измерения рассчитать неоднородность переменного магнитного поля σ_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 σ_i , %	Значение магнитной индукции V_i , мкТл	Неоднородность σ_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 V_0 , мкТл.

7.8.3 Повернуть преобразователь компаратора на 180° вокруг своей оси и записать показания компаратора V_{180} , мкТл.

7.8.4 Рассчитать коэффициент асимметрии K_ϕ , % по формуле (9):

$$K_\phi = 100 \cdot (V_0 - V_{180}) / V_0 \quad (9)$$

7.8.5 Установку считать выдержавшей испытания, если коэффициент асимметрии K_ϕ 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 V_1 , мкТл.

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

7.9.5 Рассчитать нестабильность показаний компаратора τ_i , % по формуле (10):

$$\tau_i = 100 \cdot (V_i - V_1) / V_1 \quad (10)$$

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 τ_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