

ОКП 42 2282

---

**МИЛЛИТЕСЛАМЕТР  
ПОРТАТИВНЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ**

**ТПУ**

**Руководство по эксплуатации**

**(Паспорт)**

---

ДЛЯ ЗАМЕТОК

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	7
1. Назначение .....	7
2. Технические характеристики .....	8
3. Комплектность .....	10
4. Устройство и работа изделия и его составных частей.....	10
5. Подготовка к работе .....	12
6. Порядок работы .....	13
7. Техническое обслуживание .....	15
8. Возможные неисправности и способы их устранения .....	16
9. Маркирование и пломбирование .....	17
10. Правила хранения и транспортирования .....	17
11. Свидетельство о приемке .....	18
12. Гарантийные обязательства .....	18
13. Сведения о рекламациях .....	18
14. Сведения о движении изделия при эксплуатации .....	19
Приложение А. Миллитесламетры портативные универсальные ТПУ. Методика поверки .....	20

Адрес Закрытого акционерного общества «Научно-Производственный Центр»  
(ЗАО «НПЦентр»)

**фактический адрес:**

Россия, 124460, г. Москва, г. Зеленоград, Панфиловский проспект,  
д. 10, стр.1;

**почтовый адрес:**

124365, г. Москва, а/я № 17;  
тел./факс +7-495-739-07-85, тел. +7-495-982-5912;  
e-mail: info@npcentre.ru;



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

# СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

PATTERN APPROVAL CERTIFICATE  
OF MEASURING INSTRUMENTS

RU.C.34.010.A № 19239

Действительно до  
" 01 " января 2015 г.

Настоящее свидетельство удостоверяет, что на основании положительных результатов испытаний утвержден тип миллисекундных портативных универсальных ТПУ

ЗАО "НПЦентр", г. Москва

который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № **28134-04** и допущен к применению в Российской Федерации.

Описание типа средства измерений приведено в приложении к настоящему свидетельству.

Заместитель  
Руководителя



В.Н.Крутиков

" 01 " 20 10 г.

Заместитель  
Руководителя

Продлено до

" ..... " 20 .. г.



Таблица 9 - Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении амплитудного  $V_{амп.}$  и средневыпрямленного  $V_{ср.}$  значений магнитной индукции до 1500 мТл частоты до 1000 Гц. Зонд «М»

Предел измерений	Рекомендуемое амплитудное значение индукции, мТл	Установленное в электромагните значение $V_0$ , мТл		Показание миллитесламетра $V_n$ , мТл		Относительная погрешность $\Delta_0$ , %	
		$V_{амп.}$	$V_{ср.}$	$V_{амп.}$	$V_{ср.}$	амп.	ср.
Частота переменного поля 60 Гц							
«20»	19,0						
«200»	19,0 190,0						
«2000»	190,0 1500,0						
Частота переменного поля 1000 Гц							
«20»	19,0						
«200»	19,0 190,0						
«2000»	190,0						

Примечание.  $V_{ср.} = 0,637 \cdot V_{амп.}$

Настоящее руководство по эксплуатации включает в себя сведения, необходимые для изучения конструкции, принципа действия и правил эксплуатации, транспортирования и хранения миллитесламетров портативных универсальных ТПУ.

Миллитесламетры портативные универсальные ТПУ внесены в Государственный реестр средств измерений под № 28134-04, сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.34.018.A № 19239. Миллитесламетры ТПУ изготавливаются ЗАО «НПЦентр» (Россия, 124489, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4806, дом 6; почтовый адрес: 124365, г. Москва, а/я № 17; тел./факс +7-495-739-07-85, тел. +7-495-982-5912; e-mail: info@npcentre.ru; http://www.npcentre.ru).

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Миллитесламетры портативные универсальные ТПУ (далее миллитесламетры) предназначены для измерения:

- магнитной индукции постоянного магнитного поля;
- амплитудных значений магнитной индукции переменного магнитного поля частоты от 0,2 до 1000 Гц (нормальная область) и от 1000 до 5000 Гц (рабочая область);
- амплитудных значений магнитной индукции импульсного магнитного поля с длительностью фронта по уровню 0,1–0,9 от 0,1 до 2000 мс;
- средневыпрямленных значений магнитной индукции переменного магнитного поля частоты от 20 до 1000 Гц (нормальная область) и от 1000 до 5000 Гц (рабочая область).

1.2. Миллитесламетры допускают наблюдение формы переменного и импульсного магнитного поля при подключении осциллографа к аналоговому выходу. Напряжение на аналоговом выходе миллитесламетра при верхних значениях показаний прибора на каждом пределе измерений составляет не менее 1,0 В и не более 1,4 В.

1.3. Нормальные условия применения миллитесламетров:

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

1.4. Рабочие условия применения миллитесламетров:

- температура окружающего воздуха от  $+5$  до  $+40^\circ \text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха до 90 % при температуре  $+25^\circ \text{C}$ ;
- атмосферное давление от 70 до 106,7 кПа.

По рабочим условиям применения и предельным условиям транспортирования миллитесламетры относятся к группе 3 по ГОСТ 22261-94.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. В зависимости от измеряемых величин и диапазонов измерений миллитесламетры ТПУ выпускаются в семи исполнениях, которые указаны в таблице 1. Крестиком отмечены выполняемые данным исполнением прибора функции и его диапазоны измерений.

В диапазоне показаний (исполнения ТПУ-02, ТПУ-05) погрешность не нормируется.

Таблица 1

Исполнение	Измеряемая индукция магнитного поля			Диапазоны измерений, мТл			Диапазон показаний, Тл
	постоянного	переменного	импульсного	0,001 - 1,999 0,01 - 19,99 0,1 - 199,9	0,01 - 19,99 0,1 - 199,9 1 - 1999	0,1 - 199,9 1 - 1999	
ТПУ	+	+	+	-	+	-	-
ТПУ-01	+	+	+	+	-	-	-
ТПУ-02	+	+	+	-	-	+	+
ТПУ-03	+	-	-	-	+	-	-
ТПУ-04	+	-	-	+	-	-	-
ТПУ-05	+	-	-	-	-	+	+
ТПУ-06	-	+	-	+	-	-	-

2.2. Основная допускаемая относительная погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах при измерении магнитной индукции постоянного магнитного поля не превышает значений, рассчитанных по формуле (1):

$$\Delta_0 = \pm[2,0 + 0,1 \cdot (B_n/B_m - 1)], \quad (1)$$

где  $B_n$  – предел измерения миллитесламетра, мТл;

$B_m$  – показание миллитесламетра, мТл.

2.3. Основная допускаемая относительная погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах при измерении средневывпрямленных значений магнитной индукции переменного магнитного поля не превышает значений, рассчитанных по формуле (2):

$$\Delta_0 = \pm[2,5 + 0,2 \cdot (B_n/B_m - 1)] \quad (2)$$

2.4 Основная допускаемая относительная погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах при измерении амплитудных значений магнитной индукции переменного и импульсного магнитного поля не превышает значений, рассчитанных по формуле (3):

$$\Delta_0 = \pm[5,0 + 0,5 \cdot (B_n/B_m - 1)] \quad (3)$$

Таблица 8. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении амплитудного  $B_{амп.}$  и средневывпрямленного  $B_{ср.}$  значений магнитной индукции до 20 мТл частоты до 5000 Гц. Зонд «С»

Предел измерений	Рекомендуемое амплитудное значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл		Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл		Относительная погрешность $\Delta_0$ , %			
		$B_{амп.}$	$B_{ср.}$	$B_{амп.}$	$B_{ср.}$	амп.	ср.		
«2»	Частота переменного поля 60 Гц								
	0,2								
	1,9								
	Частота переменного поля 1000 Гц								
	0,2								
	1,9								
«20»	Частота переменного поля 2000 Гц								
	1,9								
	Частота переменного поля 5000 Гц								
	1,9								
	«20»	Частота переменного поля 60 Гц							
		0,2							
1,9									
19,0									
Частота переменного поля 1000 Гц									
0,2									
1,9									
19,0									
Частота переменного поля 2000 Гц									
0,7									
10,0									
Частота переменного поля 5000 Гц									
0,7									
3,0									

Примечание.  $B_{ср.} = 0,637 \cdot B_{амп.}$



Таблица 7. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении амплитудного  $V_{амп.}$  и средневыпрямленного  $V_{ср.}$  значений магнитной индукции до 20 мТл частоты до 5000 Гц. Зонд «М»

Предел измерений	Рекомендуемое амплитудное значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $V_0$ , мТл		Показание миллитесламетра $V_n$ , мТл		Относительная погрешность $\Delta_0$ , %	
		$V_{амп.}$	$V_{ср.}$	$V_{амп.}$	$V_{ср.}$	амп.	ср.
«2»	Частота переменного поля 60 Гц						
	0,2 1,9						
	Частота переменного поля 1000 Гц						
	0,2 1,9						
	Частота переменного поля 2000 Гц						
	0,2 1,9						
«20»	Частота переменного поля 60 Гц						
	0,2 1,9 19,0						
	Частота переменного поля 1000 Гц						
	0,2 1,9 19,0						
	Частота переменного поля 2000 Гц						
	0,7 10,0						
«20»	Частота переменного поля 5000 Гц						
	0,7 3,0						

Примечание.  $V_{ср.} = 0,637 \cdot V_{амп.}$

2.5. Дополнительная допускаемая относительная погрешность ( $\Delta_{доп}$ ) в процентах при измерении магнитной индукции переменного магнитного поля в рабочей области частот не превышает значений, рассчитанных по формуле (4):

$$\Delta_{доп} = \pm 5,0 \cdot (f - 1), \quad (4)$$

где  $f$  – частота измеряемой магнитной индукции, кГц.

2.6. Электрическое питание миллитесламетра осуществляется от аккумулятора типоразмера батареи «Крона» («Корунд») с номинальным напряжением 9 В или внешнего источника питания постоянного тока, которые входят в комплект поставки прибора. Источник питания используется также для подзарядки аккумулятора. Допускается питание миллитесламетра от батареи «Крона» («Корунд»).

2.7. Время установления рабочего режима – не более 1 мин.

2.8. Продолжительность непрерывной работы от полностью заряженного аккумулятора – не менее 10 ч.

2.9. Габаритные размеры, мм, не более:

- электронного блока (длина х ширина х высота) – 186 х 86 х 35;
- измерительных зондов «С», «С1» (диаметр х длина) – 12 х 176;
- измерительных зондов «М», «М1» (диаметр х длина) – 12 х 200;
- Длина кабеля измерительного зонда – не менее 1,5 м.

2.10. Размеры рабочей части, мм:

- измерительного зонда «С» (диаметр х длина) – 5 х 82;
- измерительного зонда «М» (ширина х толщина х длина) – 6 х 1,5 х 105;
- измерительного зонда «С1» (диаметр х длина) – 6 х 83;
- измерительного зонда «М1» (ширина х толщина х длина) – 6,5 х 3,0 х 105.

2.11. Размеры измерительного преобразователя Холла (ширина х длина х толщина), мм, – 1,5 х 1,5 х 0,6.

2.12. Центр измерительного преобразователя Холла находится на продольной оси рабочей части зонда «М» на расстоянии от его боковой грани  $3 \pm 0,2$  мм, от его нижней грани –  $4 \pm 0,2$  мм.

2.13. Центр измерительного преобразователя Холла находится на продольной оси рабочей части зонда «С» на расстоянии  $2 \pm 0,2$  мм от его торца.

2.14. Масса не более 0,5 кг, в том числе каждого измерительного зонда – не более 0,08 кг.

2.15. Средняя наработка на отказ – не менее 12 500 ч.

2.16. Среднее время восстановления работоспособности – не более 4 ч.

2.17. Средний срок службы – не менее 5 лет.

### 3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Комплект поставки миллитесламетра приведен в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение	Наименование	Кол-во
ЦЕКВ.411171.001-01	Блок электронный	1 шт.
ЦЕКВ.411513.001	Зонд измерительный «С»	<u>1</u> шт.
ЦЕКВ.411513.007	Зонд измерительный «С1»	<u>-</u> шт.
ЦЕКВ.411513.003	Зонд измерительный «М»	<u>1</u> шт.
ЦЕКВ.411513.009	Зонд измерительный «М1»	<u>-</u> шт.
ЦЕКВ.411916.001	Футляр	1 шт.
BNC-7075	Переходник для подключения к аналоговому выходу	1 шт.
БПС 12-0,35	Источник питания – зарядное устройство	1 шт.
	Миллитесламетр портативный универсальный ТПУ. Руководство по эксплуатации (с методикой поверки)	1 экз.
	Свидетельство о первичной поверке	1 экз.

Примечание.

Зонды измерительные «С1» и «М1» предназначены для измерений только постоянных магнитных полей и поставляются по требованию заказчика только в комплекте с миллитесламетрами ТПУ-03, ТПУ-04, ТПУ-05.

### 4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Миллитесламетр включает в себя электронный блок и измерительные зонды «М» и «С», которые подсоединяют к электронному блоку при помощи разъема.

4.2. Работа миллитесламетра основана на измерении магнитной индукции с помощью измерительного преобразователя Холла. ЭДС Холла, пропорциональная измеряемой магнитной индукции, поступает в электронный блок прибора, информация о значении магнитной индукции индицируется на его цифровом табло в миллитеслах.

4.3. Электронный блок предназначен для формирования управляющего тока преобразователя Холла, обработки информационных сигналов преобразователя и представления результатов измерения в цифровом виде на жидкокристаллическом цифровом табло.

Таблица 4. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении магнитной индукции постоянного поля до 80 мТл. Условно отрицательное направление магнитного поля. Зонд «С»

Предел измерений	Рекомендуемое значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл	Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл	Относительная погрешность $\Delta_0$ , %
«2»	0,2 1,9			
«20»	1,9 19,0			
«200»	19,0 80,0			
«2000»	80,0			

Таблица 5. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении магнитной индукции постоянного поля от 80 до 2000 мТл. Условно положительное направление магнитного поля. Зонд «М»

Предел измерений	Рекомендуемое значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл	Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл	Относительная погрешность $\Delta_0$ , %
«200»	80,0 190,0			
«2000»	190,0 700 1900			
«20 Тл»	700 1900			

Таблица 6. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении магнитной индукции постоянного поля от 80 до 2000 мТл. Условно отрицательное направление магнитного поля. Зонд «М»

Предел измерений	Рекомендуемое значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл	Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл	Относительная погрешность $\Delta_0$ , %
«200»	80,0 190,0			
«2000»	190,0 700 1900			
«20 Тл»	700 1900			



Таблица 1. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении магнитной индукции постоянного поля до 80 мТл. Условно положительное направление магнитного поля. Зонд «М»

Предел измерений	Рекомендуемое значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл	Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл	Относительная погрешность $\Delta_0$ , %
«2»	0,2 1,9			
«20»	1,9 19,0			
«200»	19,0 80,0			
«2000»	80,0			

Таблица 2. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении магнитной индукции постоянного поля до 80 мТл. Условно отрицательное направление магнитного поля. Зонд «М»

Предел измерений	Рекомендуемое значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл	Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл	Относительная погрешность $\Delta_0$ , %
«2»	0,2 1,9			
«20»	1,9 19,0			
«200»	19,0 80,0			
«2000»	80,0			

Таблица 3. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении магнитной индукции постоянного поля до 80 мТл. Условно положительное направление магнитного поля. Зонд «С»

Предел измерений	Рекомендуемое значение индукции, мТл	Установленное в мере значение $B_0$ , мТл	Показание миллитесламетра $B_n$ , мТл	Относительная погрешность $\Delta_0$ , %
«2»	0,2 1,9			
«20»	1,9 19,0			
«200»	19,0 80,0			
«2000»	80,0			



Рис. 1. Внешний вид миллитесламетра портативного универсального ТПУ

4.4. На передней панели электронного блока (рисунок 1) расположены:  
– жидкокристаллическое цифровое табло, на котором индицируются показания прибора в миллитеслах; угол наклона табло относительно плоскости панели может устанавливаться оператором в пределах от 0 до 45°.

- кнопочный выключатель питания ВКЛ;
- кнопка СБРОС, предназначенная для обнуления цифрового табло после проведения каждого измерения амплитудного значения индукции переменного или импульсного магнитного поля;
- переключатель режимов работы, диапазонов измерений («=» – измерение индукции постоянного магнитного поля, «~» – измерение средневыпрямленных значений индукции переменного магнитного поля, «Λ» – измерение амплитудных значений индукции переменного и импульсного магнитного поля, «2», «20», «200», «2000» мТ) и показаний («20 Т»);
- светодиодный индикатор зарядки аккумулятора ЗАРЯД;
- верньер плавной установки нуля <0>.

4.5. На нижней стенке электронного блока (рисунок 1) расположены гнезда для подключения:

- внешнего блока питания (зарядного устройства);
- внешнего прибора;
- измерительных зондов.

4.6. Рабочая часть зонда «М» выполнена в виде пластины из стеклотекстолита, измерительный преобразователь Холла установлен в углублении пластины так, что его магниточувствительная ось нормальна к плоскости рабочей части. При помощи зонда «М» измеряют составляющую вектора магнитной индукции, нормальную к плоскости рабочей части зонда.

4.7. Рабочая часть зонда «С» выполнена в виде стержня из немагнитного непроводящего материала, измерительный преобразователь Холла установлен на расстоянии 2 мм от его торца так, что магниточувствительная ось преобразователя совпадает с продольной осью зонда. При помощи зонда «С» измеряют составляющую вектора магнитной индукции, параллельную продольной оси зонда.

4.8. В измерительных зондах «М1» и «С1» их рабочие части снабжены корпусами из немагнитного металла.

4.9. Рабочие части всех измерительных зондов снабжены съемными защитными кожухами.

## 5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

5.1. Перед началом работы изучить настоящее руководство по эксплуатации.

5.2. После транспортирования или хранения миллитесламетра при температуре воздуха ниже +5<sup>0</sup> С перед распаковкой выдержать его в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от +5 до +40<sup>0</sup> С в течение не менее 2 ч.

5.3. После транспортирования или хранения миллитесламетра при температуре воздуха выше +40<sup>0</sup> С после распаковки выдержать его в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от +5 до +40<sup>0</sup> С в течение не менее 4 ч.

5.4. Произвести внешний осмотр миллитесламетра, при этом должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

– миллитесламетр должен быть укомплектован в соответствии с разделом 3;

– заводской номер миллитесламетра, который нанесен на заднюю крышку прибора, должен быть хорошо различим и соответствовать указанному в разделе 11;

– заводские номера каждого измерительного зонда, которые нанесены на их ручки, должны быть хорошо различимы и соответствовать заводскому номеру миллитесламетра;

– миллитесламетр и измерительные зонды не должны иметь механических повреждений и дефектов покрытий, при которых их эксплуатация недопустима.

5.5. Подключить требуемый измерительный зонд («М» или «С») к гнезду, расположенному на нижней стенке электронного блока. Отвинтить и снять защитный кожух с зонда.

5.6. При работе от сети переменного тока к гнезду, расположенному на нижней стенке электронного блока, подключить внешний блок питания и вставить его вилку в сетевую розетку.

5.7. Нажать кнопку ВКЛ, при этом произойдет включение прибора.

3) Поместить измерительный зонд в рабочий объем электромагнита.

4) Последовательно устанавливая амплитудные значения магнитной индукции, указанные в таблице 9 протокола, провести измерения и вычислить основную относительную погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах по формуле (А.1).

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 9. Полученные значения основной относительной погрешности не должны превышать значений, указанных в паспорте миллитесламетра.

## А.7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

А.7.1. Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении к настоящей методике.

А.7.2. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленной формы.

А.7.3. При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности миллитесламетра.

## ПРИЛОЖЕНИЕ К МЕТОДИКЕ ПОВЕРКИ

### ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

миллитесламетра портативного универсального ТПУ-\_\_\_\_\_  
ТУ 4222-001-56734062-2004  
зав. № \_\_\_\_\_,

изготовленного ЗАО «НПЦентр» (124489, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4806, дом 6), принадлежащего \_\_\_\_\_

Поверку производил \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Результаты поверки представлены в таблицах 1–9.

Заключение по результатам поверки: \_\_\_\_\_

миллитесламетр пригоден к эксплуатации,

\_\_\_\_\_

миллитесламетр не пригоден к эксплуатации (указать, по какому параметру)

\_\_\_\_\_

Подпись поверителя \_\_\_\_\_



тесламетра рабочего эталона единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля по следующей методике:

- 1) Подключить к миллитесламетру измерительный зонд «М».
- 2) Поместить зонды миллитесламетра и тесламетра эталона в рабочий объем электромагнита эталона.
- 3) Установить ноль миллитесламетра.
- 4) Последовательно устанавливая значения магнитной индукции по показаниям тесламетра эталона, указанные в таблице 5 протокола, провести измерения. Вычислить основную относительную погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах по формуле (А.1), где  $V_0$  – показание тесламетра эталона, мТл. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 5 протокола.

5) Повторить операции по методике А.6.3.2.4) при другой полярности магнитного поля, действующего на зонд. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 6 протокола.

Полученные значения основной относительной погрешности не должны превышать значений, указанных в паспорте миллитесламетра.

**А.6.3.3. Определение основной и дополнительной относительных погрешностей миллитесламетра при измерении амплитудных и средневыпрямленных значений переменного магнитного поля индукции до 20 мТл и частотой до 5000 Гц** производить методом прямых измерений в мерах магнитной индукции № 18, 19, входящих в состав рабочего эталона единицы магнитной индукции переменного магнитного поля, по следующей методике:

1) Поместить измерительный зонд «М» миллитесламетра в рабочий объем меры магнитной индукции № 19.

2) Установить ноль миллитесламетра при нулевом токе в мере.

3) Последовательно устанавливая амплитудные значения магнитной индукции, указанные в таблице 7 протокола, провести измерения и вычислить основную относительную погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах по формуле (А.1) при положениях переключателя режимов измерения «~» и «Λ». Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 7.

4) Повторить операции А.6.3.3.2), А.6.3.3.3), подключив к миллитесламетру измерительный зонд «С» и поместив его в рабочий объем меры магнитной индукции № 18.

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 8.

Полученные значения основной и дополнительной относительных погрешностей не должны превышать значений, указанных в паспорте миллитесламетра.

**А.6.3.4. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении амплитудных и средневыпрямленных значений переменного магнитного поля индукции до 2000 мТл частотой до 1000 Гц** производить методом прямых измерений в электромагните рабочего эталона единицы магнитной индукции переменного магнитного поля по следующей методике:

1) Подключить к миллитесламетру измерительный зонд «М».

2) Установить ноль миллитесламетра.

При работе от аккумулятора или батареи убедиться в том, что их напряжение в норме. Индикатором разряда служит появление на цифровом табло символа  $\square\pm$ .

Если аккумулятор разряжен, подключить к миллитесламетру внешний блок питания и включить его в сеть переменного тока, при этом загорится светодиодный индикатор зарядки аккумулятора ЗАРЯД (рисунок 1). Во время зарядки аккумулятора миллитесламетр можно использовать для выполнения измерений.

5.8. Для всех исполнений (кроме исполнения ТПУ-06) установить переключатель режимов работы и пределов измерения в положение «=» и на нижний предел измерения («2», «20» или «200» в зависимости от исполнения).

5.9. Через 1 мин после включения миллитесламетра установить его ноль верньером <0> (с точностью не хуже, чем до пяти единиц младшего разряда). При этом измерительный зонд должен быть зафиксирован и удален от локальных источников магнитного поля на расстояние не менее 1,5 м.

Миллитесламетр готов к работе. Рекомендуется периодически контролировать установку нуля миллитесламетра в процессе работы.

#### **Предупреждения**

1. Установку нуля миллитесламетра следует проводить только в режиме «=».

2. Для проведения измерений следует использовать измерительные зонды, входящие в комплект поставки только данного миллитесламетра, в противном случае возможны недопустимо большие погрешности измерений.

## **6. ПОРЯДОК РАБОТЫ**

6.1. Измерение магнитной индукции постоянного магнитного поля.

6.1.1. Установить переключатель режимов работы и пределов измерений в положение «=» и на требуемый предел измерений.

6.1.2. Установить измерительный зонд так, чтобы измерительный преобразователь оказался в требуемой точке измеряемого магнитного поля, причем плоскость измерительного преобразователя была нормальна вектору магнитной индукции (подробнее см. п. 6.5.)

6.1.3. Произвести отсчет показаний по цифровому табло.

**Примечание.** Во всех режимах работы прибора появление на цифровом табло информации в виде «1» свидетельствует о превышении измеряемой магнитной индукции установленного предела измерений.

6.2. Измерение средневыпрямленного значения магнитной индукции переменного магнитного поля.

6.2.1. Установить переключатель режимов работы и пределов измерений в положение «~» и на требуемый предел измерений.

6.2.2. Выполнить операции по пп. 6.1.2., 6.1.3.

6.3. Измерение амплитудных значений магнитной индукции переменного и импульсного магнитного поля.



6.3.1. Установить переключатель режимов работы и пределов измерений в положение «Λ» и на требуемый предел измерений.

6.3.2. Выполнить операции по п. 6.1.2.

6.3.3. Нажать и отпустить кнопку СБРОС.

6.3.4. Произвести отсчет показаний по цифровому табло. Амплитудное значение магнитной индукции переменного или импульсного магнитного поля сохраняется на цифровом табло в пределах погрешности измерений на время, необходимое оператору для считывания показаний (не менее 5 с).

Перед повторным измерением необходимо нажать и отпустить кнопку СБРОС.

**Примечание.** Электронный блок миллитесламетра в режиме «Λ» чувствителен к ЭДС Холла только одного знака. Поэтому при измерении импульсных однополярных полей требуется соответственно ориентировать измерительный зонд. В случае неверной его ориентации, когда показание прибора близко к нулю, измерительный зонд следует развернуть на  $180^\circ$  (чтобы магниточувствительная ось измерительного преобразователя изменила свое направление на противоположное и изменился знак ЭДС Холла).

6.4. Наблюдение формы переменного и импульсного магнитного поля.

6.4.1. Подключить осциллограф к аналоговому выходу миллитесламетра.

6.4.2. Установить требуемые чувствительность осциллографа и время развертки.

6.5. Выбор положения измерительного зонда в магнитном поле.

6.5.1. При использовании миллитесламетра необходимо иметь в виду, что правильное измерение магнитной индукции возможно только тогда, когда вектор магнитной индукции нормален к плоскости преобразователя Холла.

Отсчет  $b_x$  по цифровому табло миллитесламетра и истинное значение магнитной индукции  $B_x$  связаны следующим соотношением:

$$b_x = B_x \cdot \cos \alpha, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – угол между вектором магнитной индукции и магниточувствительной осью преобразователя Холла (нормалью к плоскости измерительного преобразователя).

Дополнительная погрешность миллитесламетра  $\gamma$  в процентах, вызванная неверной ориентацией измерительного зонда в магнитном поле, определяется по формуле:

$$\gamma = (1 - \cos \alpha) \cdot 100 \quad (6)$$

Из формулы (6) следует, что при углах  $\alpha$ , не превышающих  $\pm 4^\circ$ , погрешность миллитесламетра, обусловленная неверной ориентацией зонда, лежит в пределах  $\pm 0,25\%$ . При дальнейшем увеличении угла  $\alpha$  эта погрешность быстро возрастает и может значительно исказить результаты измерения.

При многократных измерениях магнитных полей одинаковых конфигураций рекомендуется изготовить специальные насадки на зонды миллитесламетра для их фиксации в магнитной системе.

## А.6.2. Опробование

А.6.2.1. Установить в батарейный отсек миллитесламетра свежееизготовленные батареи или подключить его к внешнему блоку питания.

А.6.2.2. Подготовить миллитесламетр к работе согласно разделу 5 настоящего паспорта.

А.6.2.3. Поместить зонд «М» миллитесламетра в рабочий объем меры магнитной индукции № 17.

А.6.2.4. Установить значение магнитной индукции, близкое к 50 мТл, и измерить это значение при положениях переключателя пределов измерения, мТл, «200» и «2000».

А.6.2.5. Повторить операции по методике А.6.2.3 и А.6.2.4 для зонда «С».

## А.6.3. Определение метрологических характеристик

А.6.3.1. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении постоянного магнитного поля до 80 мТл проводить методом прямых измерений в мере магнитной индукции № 17 по следующей методике:

1) Установить переключатель режимов измерения в положение «=».

2) Подключить к миллитесламетру измерительный зонд «М».

3) Поместить измерительный зонд в рабочий объем меры магнитной индукции.

4) Установить ноль миллитесламетра при нулевом токе в мере.

5) Последовательно устанавливая значения магнитной индукции, указанные в таблице 1 протокола (формы протоколов приведены в приложении к настоящей методике), провести измерения и вычислить основную относительную погрешность ( $\Delta_0$ ) в процентах по формуле (А.1):

$$\Delta_0 = [(B_n - B_0)/B_0] \cdot 100, \quad (A.1)$$

где  $B_n$  – показание миллитесламетра, мТл;

$B_0$  – установленное значение магнитной индукции, мТл.

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1 протокола.

6) Повторить операции по методике А.6.3.1.5) при другой полярности магнитного поля, действующего на зонд. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 2 протокола.

7) Повторить операции по методике А.6.3.1.4) А.6.3.1.6) для зонда «С». Результаты измерений и вычислений занести в таблицы 3 и 4 протокола. Полученные значения основной относительной погрешности не должны превышать значений, указанных в паспорте миллитесламетра.

А.6.3.2. Определение основной относительной погрешности миллитесламетра при измерении постоянного магнитного поля от 80 до 2000 мТл проводить методом сличения показаний миллитесламетра с показаниями



### А.3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

А.3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены правила техники безопасности согласно «Правилам устройства электроустановок», утвержденным Минэнерго РФ, «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ) и «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ), утвержденным Госэнергонадзором РФ.

А.3.2. Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям действующих санитарных норм.

А.3.3. Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящим паспортом.

### А.4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

А.4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах, не влияющих на работу миллитесламетра.

### А.5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

А.5.1. Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- 1) подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационными документами на них;
- 2) подготовить миллитесламетр к работе в соответствии с разделом 5 настоящего паспорта.

### А.6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### А.6.1. Внешний осмотр

А.6.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие миллитесламетра следующим требованиям:

- 1) комплектность согласно разделу 3 настоящего паспорта;
- 2) отсутствие явных механических повреждений миллитесламетра и его составных частей;
- 3) наличие маркировки миллитесламетра и зондов;
- 4) наличие и нормальное функционирование всех органов регулировки и коммутации.

6.5.2. Нередко при изучении полей магнитных систем бывает необходимо определить значения магнитной индукции в различных точках пространства вблизи этих магнитных симтем. В этом случае необходимо поместить измерительный преобразователь в заданную точку и, поворачивая измерительный зонд, найти положение, при котором показания миллитесламетра максимальны. Чтобы найти максимальное показание, необходимо поворачивать измерительный зонд «С» относительно осей, перпендикулярных его продольной оси, а измерительный зонд «М» – вокруг продольной и поперечной осей, лежащих в плоскости его рабочей части.

6.5.3. Названия измерительный зонд «С» (зонд для соленоидов) и измерительный зонд «М» (зонд для магнитов) условны. При эксплуатации прибора могут встречаться случаи, когда будет удобно измерять поле какого-либо магнита зондом «С» или, наоборот, поле соленоида (катушки) – зондом «М». При этом необходимо иметь в виду, что плоскость преобразователя Холла в зонде «С» нормальна к продольной оси зонда, а в зонде «М» лежит в плоскости зонда.

6.5.4. При измерениях магнитного поля на поверхности постоянного магнита или любого намагниченного объекта следует иметь в виду, что чем дальше преобразователь Холла от поверхности, на которой следует произвести измерение магнитной индукции, тем более отличается результат измерения от истинного значения магнитной индукции на поверхности исследуемого объекта.

## 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Техническое обслуживание миллитесламетра включает в себя профилактический осмотр, ремонт, периодическую поверку, а также зарядку аккумулятора и замену батареи (аккумулятора при выходе его из строя).

7.2. Профилактический осмотр производится обслуживающим персоналом перед началом работы и включает в себя:

- внешний осмотр;
- проверку крепления переключателя.

7.3. Ремонт миллитесламетра производится на предприятии-изготовителе.

7.4. Первичную и периодические поверки осуществляют органы государственной метрологической службы, а также метрологические службы юридических лиц, аккредитованные Ростехрегулированием на право проведения поверки измерителей магнитной индукции постоянного, переменного и импульсного магнитных полей в соответствующих динамическом и частотном диапазонах. Методика поверки приведена в приложении А к настоящему руководству по эксплуатации.

7.5. Миллитесламетр поставляется с аккумулятором. Для замены аккумулятора на батарею или наоборот выполнить следующие операции:

- отвинтить 3 винта на задней крышке корпуса;
- снять заднюю крышку;



– установить перемычки, расположенные на плате в правом нижнем углу, как показано на рисунке 2;

- произвести замену;
- установить на место заднюю крышку;
- завинтить винты на задней крышке корпуса.

Для замены аккумулятора или батареи выполнить те же операции, не трогая при этом перемычки.



Рис. 2. Положение перемычек:

а) при питании прибора от аккумулятора, б) при питании прибора от батареи

7.6. Для зарядки аккумулятора подключить к миллитесламетру внешний блок питания. Во время зарядки аккумулятора загорается светодиодный индикатор зарядки аккумулятора ЗАРЯД (рисунок 1). Среднее время зарядки аккумулятора составляет 6–8 ч.

Для продления службы аккумулятора рекомендуется следующий режим работы: полный заряд аккумулятора, затем работа от аккумулятора до тех пор, пока на цифровом табло не появится символ  $\square+$ .

## 8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 3.

8.2. Устранение неисправностей, требующих вскрытия миллитесламетра или измерительных зондов, производится на предприятии-изготовителе.

Таблица 3

Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
Не светится цифровое табло	Разрядился аккумулятор (батарея)	Зарядить аккумулятор (заменить батарею)
На цифровом табло индицируется символ $\square+$	Разрядился аккумулятор (батарея)	Зарядить аккумулятор (заменить батарею)

А.1.2. В случае отрицательного результата при проведении любой из операций поверку миллитесламетра прекращают, а миллитесламетр признают не прошедшим поверку.

## А.2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

А.2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, приведенные в таблице А.2.

Таблица А. 2

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики	Назначение
Мера магнитной индукции № 17	Диапазон магнитной индукции от 0,2 до 80 мТл; погрешность передачи размера теслы не более $\pm 0,2\%$	Поверка миллитесламетра в режиме измерения постоянного магнитного поля в диапазоне 0,2-80 мТл
Рабочий эталон единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля	Диапазон магнитной индукции от 0,02 до 2 Тл; погрешность передачи размера теслы не более $\pm 0,02\%$	Поверка миллитесламетра в режиме измерения постоянного магнитного поля в диапазоне 80-2000 мТл
Рабочий эталон единицы магнитной индукции переменного магнитного поля	Диапазон магнитной индукции в мерах № 18, 19 от 0,1 до 20 мТл, в электромагните от 20 до 1800 мТл; частота магнитной индукции от 40 до 5000 Гц; погрешность передачи размера теслы $\pm 0,5\%$	Поверка миллитесламетра в режиме измерения переменного и импульсного магнитного поля
Вольтметр универсальный В7-28	Постоянное напряжение от 1 мкВ до 1000 В, приведенная погрешность $\pm 0,035\%$ ; переменное напряжение от 100 мкВ до 300 В, приведенная погрешность $\pm 0,5\%$	Поверка миллитесламетра в режиме измерения средневыпрямленных значений магнитной индукции переменного магнитного поля

А.2.2. Средства поверки, указанные в таблице А.2, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

А.2.3. Допускается использовать другие средства поверки, имеющие аналогичные метрологические характеристики и действующие свидетельства о поверке.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на миллитесламетры портативные универсальные ТПУ (далее миллитесламетр) и предназначена для проведения первичной и периодических поверок при выпуске из производства, эксплуатации и после ремонта.

Периодичность поверки – один раз в год.

#### А.1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

А.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице А.1.

**Таблица А.1**

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Обязательность проведения операции при		
		выпуске из производства	после ремонта	периодической поверке
1. Внешний осмотр	А.6.1	ДА	ДА	ДА
2. Опробование	А.6.2	ДА	ДА	ДА
3. Определение метрологических характеристик				
3.1. Определение основной относительной погрешности при измерении постоянного магнитного поля до 80 мТл	А.6.3.1	ДА	ДА	ДА
3.2. Определение основной относительной погрешности при измерении постоянного магнитного поля от 80 до 2000 мТл	А.6.3.2	ДА	ДА	ДА
3.3. Определение основной относительной погрешности при измерении амплитудных и средневывряженных значений индукции переменного магнитного поля до 20 мТл и частотой до 1000 Гц	А.6.3.3	ДА	ДА	ДА
3.4. Определение дополнительной относительной погрешности при измерении амплитудных и средневывряженных значений индукции переменного магнитного поля до 20 мТл и частотой от 1 до 5 кГц	А.6.3.3	ДА	ДА	ДА
3.5. Определение основной относительной погрешности при измерении амплитудных и средневывряженных значений индукции переменного магнитного поля до 2000 мТл и частотой до 1000 Гц	А.6.3.4	ДА	ДА	ДА

## 9. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

9.1. На передней панели электронного блока нанесена маркировка, содержащая:

- надпись «Миллитесламетр ТПУ» с указанием номера исполнения;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- изображение знака утверждения типа по ПР 50.2.009-94.

9.2. На задней крышке электронного блока нанесена маркировка, содержащая:

- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год изготовления;
- обозначение ТУ 4222-001-56734062-2004;
- коэффициент перевода единицы магнитной индукции (мТл) в единицы напряженности магнитного поля (А/м, Э) в свободном пространстве.

9.3. На измерительных зондах нанесен порядковый номер миллитесламетра.

9.4. Миллитесламетр пломбируется с помощью мастики № 1 ГОСТ 18680. Места пломбирования – два места крепления платы электронного блока.

## 10. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

10.1. Миллитесламетр в течение гарантийного срока хранения должен храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до +40<sup>0</sup> С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре +35<sup>0</sup> С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию и разрушающих покрытия.

10.2. Миллитесламетр, освобожденный от транспортной упаковки, должен храниться при температуре окружающего воздуха от +5 до +40<sup>0</sup> С, относительной влажности до 80 % при температуре +25<sup>0</sup> С.

10.3. Миллитесламетр должен транспортироваться упакованным в транспортный ящик. При транспортировании ящик должен быть закреплен и защищен от прямого воздействия атмосферных осадков и механических повреждений.

10.4. Миллитесламетр может транспортироваться в закрытых железнодорожных вагонах, контейнерах, автомашинах, в трюмах судов, отапливаемых и герметизированных отсеках самолетов при температуре от -25 до +55<sup>0</sup> С и относительной влажности воздуха до 90 % при температуре +25<sup>0</sup> С.

10.5. Транспортирование производить в соответствии с правилами, действующими на данном виде транспорта.

## 11. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Миллитесламетр портативный универсальный ТПУ-01, заводской номер 481, соответствует техническим условиям ТУ 4222-001-56734062-2004 и признан годным для эксплуатации.

Дата изготовления август 2010 г.

Личные подписи или оттиски личных клейм лиц, ответственных за приемку



## 12. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

12.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие миллитесламетра техническим условиям ТУ 4222-001-56734062-2004 при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

12.2. Гарантийный срок эксплуатации – 18 месяцев со дня ввода миллитесламетра в эксплуатацию.

12.3. Гарантийный срок хранения – 6 месяцев со дня изготовления миллитесламетра.

12.4. Предприятие-изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно ремонтировать миллитесламетр вплоть до замены его в целом, если за этот срок миллитесламетр выйдет из строя или его характеристики окажутся ниже норм, установленных настоящим паспортом.

Безвозмездный ремонт миллитесламетра производится при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

## 13. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

13.1. В случае потери миллитесламетром работоспособности или снижения характеристик, установленных настоящим паспортом, при условии соблюдения требований раздела «Гарантийные обязательства», потребитель оформляет рекламационный акт в установленном порядке и направляет его по адресу:

ЗАО «НПЦентр», Россия, 124365, г. Москва, а/я 17.  
Тел./факс +7-495-739-0785, тел. +7-495-982-5912;  
e-mail: info@npcentre.ru.

13.2. Сведения о рекламациях должны заноситься в таблицу 4.

Таблица 4

Неисправность	Меры, принятые для устранения неисправности	Ф.И.О. и подпись лица, ответственного за ремонт

## 14. СВЕДЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ ИЗДЕЛИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

13.1. Сведения о движении миллитесламетра при эксплуатации должны заноситься в таблицу 5.

Таблица 5

Поступил Номер и дата приказа	Должность, фамилия и подпись лица, ответственного за приемку	Отправлен	Должность, фамилия и подпись лица, ответственного за отправку	
		Куда	Номер и дата приказа	