

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»**

# **СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

**ЖУРНАЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Студент \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

*Составители: М.В. Греку, Ю.А. Сепесева*

Москва 20\_\_ год

Предназначен для студентов всех форм обучения всех специальностей и направлений, изучающих курс «Стандартизация, метрология и сертификация».

*Утверждено на заседании кафедры  
«Стандартизация, метрология и сертификация»,  
протокол № 1 от 28.08.2018*

Издается в авторской редакции  
Компьютерная верстка: *Н.Р. Гуськова*  
Оформление обложки: *Н.Р. Гуськова*

Подписано в печать 21.09.18  
Формат бумаги 60×84/8.  
Усл. печ. л. 2,7. Тираж 500. Заказ № 233

Издательство Московского Политеха, 115280, Москва, Автозаводская, 16  
[www.mospolytech.ru](http://www.mospolytech.ru); e-mail: [izdat.mospolytech@yandex.ru](mailto:izdat.mospolytech@yandex.ru); тел. (495) 276-33-67

Отпечатано в типографии издательства Московского Политеха

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ .....	4
Лабораторная работа № 2 ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ .....	6
Лабораторная работа № 3 ИЗМЕРЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ КАЛИБРОВ-ПРОБОК НА ВЕРТИКАЛЬНОМ ОПТИМЕТРЕ .....	8
Лабораторная работа № 4 ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБЫ .....	10
Лабораторная работа № 5 КОНТРОЛЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС .....	12
Лабораторная работа № 4 М ОДНОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.....	16
Лабораторная работа № 5 М МНОГОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.....	18



**Задание: измерить размеры отверстия детали и дать заключение о годности**

№	Наименование средства измерения	Завод-изготовитель	Цена деления	Пределы измерений	
				по шкале	в целом
			Класс	Разряд	Кол-во шт. в наб.

Эскиз детали и схема измерений внутреннего диаметра

Размеры, мм

Размер по штангенциркулю	Размер по чертежу	Номинальный размер блока плиток	Состав блока плиток	Размер примененного блока плиток	
				по классу	по разряду

Результаты измерений

Отклонения по нутромеру, мкм						Размеры, полученные при измерении, мм	Предельные размеры по чертежу, мм	Заключение о годности	
Сечения, перпендикулярные к оси									
I-I		II-II		III-III					
Направления									
1	2	1	2	1	2	MAX	MIN	MAX	MIN

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена

Схема средства измерений

Схема расположения интервала допуска и поля рассеяния размеров измеряемой детали

Отклонения от правильной геометрической формы, мкм

в поперечном сечении

в продольном сечении



**Задание: измерить размеры наружной цилиндрической поверхности детали и дать заключение о годности**

№	Наименование средства измерения	Завод-изготовитель	Цена деления	Пределы измерений	
				по шкале	в целом
			Класс	Разряд	Кол-во шт. в наб.

Эскиз детали и схема измерений

Размеры, мм

Размер по микрометру	Размер по чертежу	Номинальный размер блока плиток	Состав блока плиток	Размер примененного блока плиток	
				по классу	по разряду

Результаты измерений

Отклонения, мкм								Размеры, полученные при измерении, мм	Предельные размеры по чертежу, мм	Заключение о годности	
Сечения, перпендикулярные к оси											
I-I		II-II		III-III		IV-IV					
Направления											
1	2	1	2	1	2	1	2	MAX	MIN	MAX	MIN

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена

Схема средства измерений

Схема расположения интервала допуска и поля рассеяния размеров измеряемой детали

Отклонения от правильной геометрической формы, мкм

в поперечном сечении

в продольном сечении



**Задание: измерить рабочий калибр-пробку и дать заключение о годности**

№	Наименование средства измерений	Завод-изготовитель	Цена деления	Пределы измерений	
				по шкале	в целом
			Класс	Разряд	Кол-во шт. в наборе

Эскиз и схема измерений калибра-пробки

Размер, мм

Название калибра	Размер калибра по клейму	Номинальный размер блока плиток	Состав блока плиток	Размер примененного блока плиток	
				по классу	по разряду
<i>P – ПР</i>					
<i>P – НЕ</i>					

Результаты измерений

Название калибра	Отклонения, мкм						Размеры, полученные при измерении, мм		Пределные размеры калибра по чертежу, мм			Заключение о годности
	Сечения, перпендикулярные к оси											
	I-I		II-II		III-III							
	Направления											
	1	2	1	2	1	2	наиб.	наим.	наиб.	наим.	с учетом износа	
<i>P – ПР</i>												
<i>P – НЕ</i>												

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена



Схема средства измерений

Схема расположения интервалов допусков и полей рассеяния размеров измеряемой детали

Отклонения от правильной геометрической формы, мкм

в поперечном сечении				в продольном сечении			
ПР		НЕ		ПР		НЕ	



**Задание:** – измерить размеры среднего, наружного и внутреннего диаметров, шага и половины угла профиля метрической резьбы \_\_\_\_\_  
– рассчитать приведенный средний диаметр  
– дать заключение о годности резьбы по среднему, наружному и внутреннему диаметрам резьбы

Проверяемый элемент	Наименование средства измерений	Завод-изготовитель	Цена деления	Предел измерений			
$d$ (наружный)							
$d_2$ (средний)							
$d_1$ (внутренний)							
$\alpha/2$							
<b>1. Исходные данные</b>		<b>2. Результаты измерений среднего диаметра (<math>d_2</math>) методом трех проволок</b>					
Шаг резьбы $P$ , мм		Сечения, перпендикулярные оси			I	II	III
Номинальный средний диаметр $d_2$ , мм		Измеренный размер $M$ , мм					
Допуск на $d_2$ , мкм		Средний размер $M$ , мм					
Диаметр проволоки, мм	Наивыгоднейший	Действительный средний диаметр резьбы					
	Действительный	$d_2 = M_{cp} - 3d_{пр. действ.} + 0,866 P =$					
<b>3. Исходные данные</b>			<b>4. Измерение наружного и внутреннего диаметров резьбы</b>				
Диаметры		Наружный $d$	Внутренний $d_1$	Наружный $d$ , мм		Внутренний $d_1$ , мм	
Номинальный размер, мм				Размеры, мм	I отсч.	Размеры, мм	I отсч.
Допуск, мкм					II отсч.		II отсч.
Предельные размеры, мм	MAX			Действительный размер		Действительный размер	
	MIN			Заключение о годности		Заключение о годности	
Схема измерения среднего диаметра $d_2$				Схемы расположения поля допуска $d_2$ и приведенного среднего диаметра $d_{2пр.}$			

5. Измерение шага резьбы					
Измерение $n$ шагов $N =$ _____		По левой границе	По правой границе	Обработка результатов измерений	
Размер, мм	I отсч.			Средний размер $n$ шагов, мм $P_{n \text{ действ.}} = 1/2(P_{n \text{ лев.}} + P_{n \text{ прав.}})$	
	II отсч.				
Размер шагов $P_n$ , мм		$P_{n \text{ лев.}}$	$P_{n \text{ прав.}}$	Номинальный размер $n$ шагов, мм $P_n =$ _____	
				Абсолютное отклонение, мкм $\Delta P = (P_{n \text{ действ.}} - P_n) =$ _____	
Схема измерения шага резьбы			Схема измерения половины угла профиля		

6. Измерение половины угла профиля $\alpha/2$						
Измерения $\alpha/2$ , град. и мин.		Обработка результатов измерений		Отклонение угла профиля от номинального значения $\alpha/2$ , мин		
Правой грани		По левой грани		$\alpha/2_{\text{прав.}} = 1/2[\alpha/2(\text{I}) + \alpha/2(\text{II})]$	$\Delta\alpha/2_{\text{прав.}}$	
					$\Delta\alpha/2_{\text{лев.}}$	
$\alpha/2$ (I)		$\alpha/2$ (III)		$\alpha/2_{\text{лев.}} = 1/2[\alpha/2(\text{III}) + \alpha/2(\text{IV})]$	$\Delta\alpha/2 = 1/2[ \Delta\alpha/2_{\text{прав.}}  +  \Delta\alpha/2_{\text{лев.}} ]$	
$\alpha/2$ (II)		$\alpha/2$ (IV)				

7. Определение приведенного среднего диаметра $d_{\text{пр.}}$					
$d_{2 \text{ пр.}} = d_{2 \text{ действ.}} + fp + f\alpha;$		$fp = \Delta P \cdot \text{Ctg } \alpha/2 = 1,732 \cdot \Delta P =$ _____ мкм			
		$f\alpha = 0,36 \cdot P \cdot (\Delta\alpha/2) =$ _____ мкм			
Приведенный средний диаметр  $d_{2 \text{ пр.}} =$		$d_2$ по ГОСТ		Заключение о годности	
		наибольший	наименьший		

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена



**Задание:** 1. Измерить колебание межосевого расстояния на одном зубе и за оборот зубчатого колеса  
 2. Измерить колебание длины общей нормали  
 3. Измерить смещение исходного контура  
 4. Дать заключение о годности зубчатого колеса

№	Наименование средства измерения	Завод-изготовитель	Цена деления	Предел измерения	
				по шкале	в целом

**1. Измерение колебания межосевого расстояния на одном зубе и за оборот зубчатого колеса**

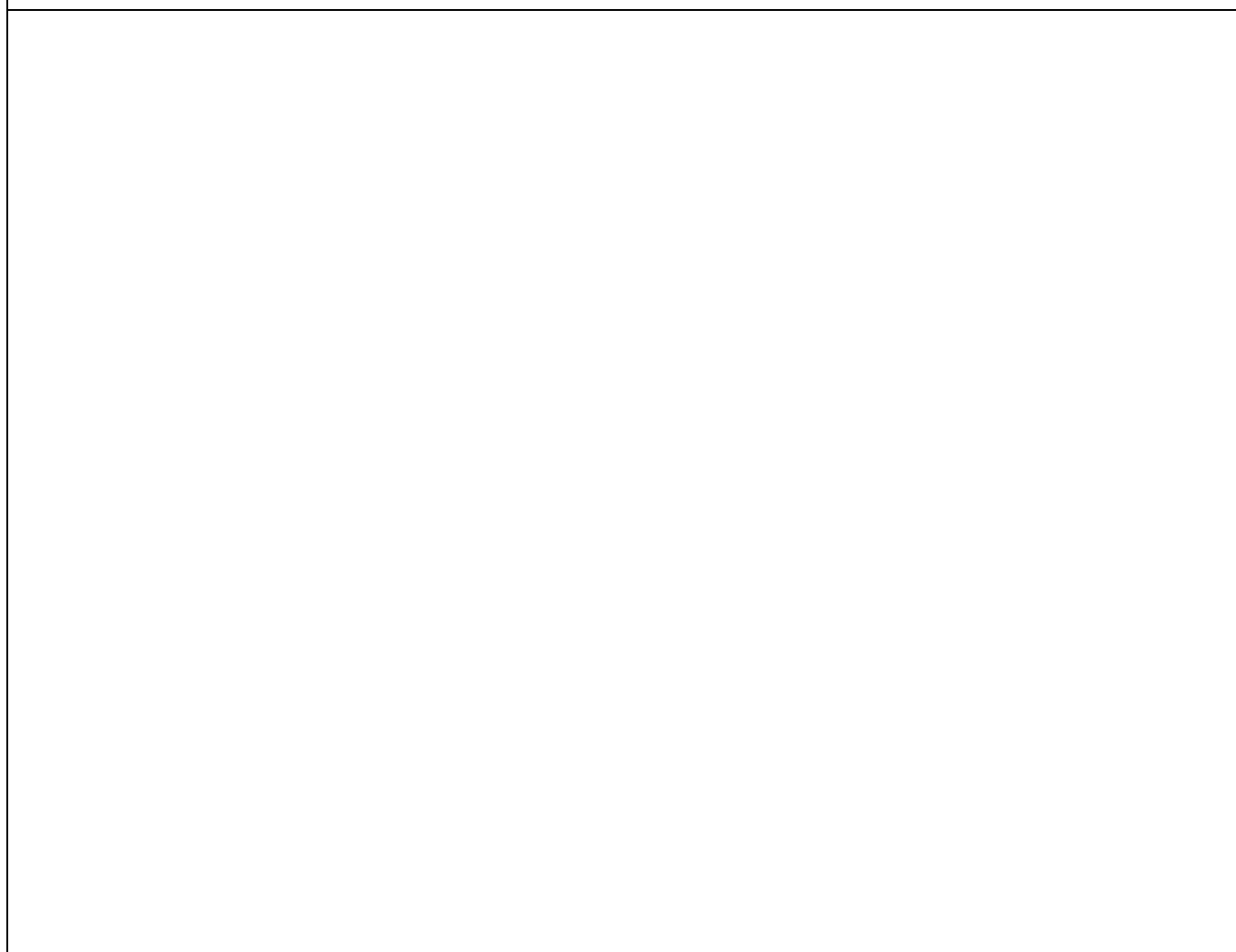
№	Наименование параметров	Обозначение	Проверяемое колесо	Эталонное колесо
1.	Степень точности	—		
2.	Модуль, мм	$m$		
3.	Число зубьев	$Z$		
4.	Диаметр делительной окружности $D = mZ$ , мм	$d$		
5.	Угол зацепления, градус	$\alpha$		

Схема измерения колебания межосевого расстояния

Колебание межжесового расстояния

№ зуба	Показание индикатора		№ зуба	Показание индикатора		№ зуба	Показание индикатора	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1.			12.			23.		
2.			13.			24.		
3.			14.			25.		
4.			15.			26.		
5.			16.			27.		
6.			17.			28.		
7.			18.			29.		
8.			19.			30.		
9.			20.			31.		
10.			21.			32.		
11.			22.			33.		

Диаграмма колебания межжесового расстояния



2. Измерение колебания длины общей нормали				
Схема измерения длины общей нормали		Число зубьев, охватываемых губками прибора		
		$N = 0,111 \cdot z + 0,5 =$		
		Результаты измерения		
№ группы зубьев		1	2	3
$W_i$ , мм				
		Колебание длины общей нормали		
		$F_{vnr} = W_{max} - W_{min} =$		
3. Контроль смещения исходного контура				
Схема измерения смещения исходного контура		Параметры проверяемого колеса		
		$m =$		
		$z =$		
		смещение исходного контура		
		$E_{Hr1} =$	$E_{Hr2} =$	
		$E_{Hr3} =$	$E_{Hr4} =$	
Схема расположения поля допуска и поля рассеяния действительного смещения исходного контура				

4. Заключение о годности зубчатого колеса				
№	Наименование показателя	Допуск по ГОСТ	Действительная величина	Заключение
I Показатели кинематической точности (степень точности _____)				
1.	Колебание межосевого расстояния за оборот зубчатого колеса	$F_i'' =$	$F_{ir}'' =$	
2.	Колебание длины общей нормали	$F_{vw} =$	$F_{vwr} =$	
II Показатели плавности работы (степень точности _____)				
3.	Колебание межосевого расстояния на одном зубе	$f_i'' =$	$f_{ir}'' =$	
III Показатели по нормам бокового зазора _____				
4.	Наименьшее дополнительное смещение исходного контура	$-E_{HS} =$	_____	_____
5.	Допуск на смещение исходного контура	$T_H =$	_____	_____
6.	Действительное смещение исходного контура  наименьшее  наибольшее		$E_{Hr \min} =$  $E_{Hr \max} =$	
Общее заключение о годности зубчатого колеса				

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена



Название детали и ее геометрические параметры _____ _____ _____	Условия при измерении температура _____ К ( _____ °С) атмосферное давление _____ Па ( _____ мм рт. ст.) относительная влажность _____ % _____
Средство измерения _____ _____	Нормальная область значений влияющих величин температура _____ К ( _____ °С) атмосферное давление _____ Па ( _____ мм рт. ст.) относительная влажность _____ %
цена деления _____ мм	
пределы измерения _____ мм	
пределы измерения по шкале _____ мм	
нормированная погрешность _____ мм	

Классификация измерения:

- по характеристике точности \_\_\_\_\_
- по числу измерений в ряду измерений \_\_\_\_\_
- по отношению к изменению измеряемой величины \_\_\_\_\_
- по метрологическому назначению \_\_\_\_\_
- по выражению результата измерений \_\_\_\_\_
- по общим приемам получения результата \_\_\_\_\_



Анализ метода измерения

---

---

---

---

---

---

---

---

Перечень предполагаемых погрешностей измерения и их величина

---

---

---

---

---

---

---

---

Размеры по чертежу, мм	Показание прибора при измерении, мм	Результаты измерения с учетом погрешностей, мм

Выводы: \_\_\_\_\_

О качестве измерения: \_\_\_\_\_

О качестве детали: \_\_\_\_\_

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена



Цель работы \_\_\_\_\_

Таблица 1. Исходный массив результатов многократных измерений

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>X<sub>i</sub></i> /									
<i>i</i>	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>X<sub>i</sub></i> /									
<i>i</i>	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<i>X<sub>i</sub></i> /									

Таблица 2. Сводная таблица обработки результатов измерений

№ п/п	$x'_i$	$[(x'_i - \bar{x}')^2]_{\text{ГР}}$	$(x'_i - \bar{x}')^2$	$(x'_{i+1} - x'_i)^2$	$x'_i - \Theta_i$	$x_i$	$ x_i - \bar{x} $	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
	Σ=	Σ=	Σ=	Σ=	Σ=	Σ=	Σ=	Σ=

### 1. Определение наличия и исключение грубых погрешностей из результатов измерений

$$\bar{x}' = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} x'_i =$$

$$D' = \sigma'^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (x'_i - \bar{x}')^2 =$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma')^2} =$$

$$\bar{x}' - 3\sigma' =$$

$$\bar{x}' + 3\sigma' =$$

Результаты измерений ....., содержат грубую погрешность. Они исключаются из ряда измерений.

Для нового ряда, содержащего .... значений определяется среднее арифметическое значение:

$$\bar{x}' = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} x'_i =$$

### 2. Проверка наличия систематической погрешности в результатах измерений

$$q_{\text{эксп.}} = \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x'_{i+1} - x'_i)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} (x'_i - \bar{x}')^2} =$$

$$q_{\text{табл.}} =$$

Поскольку  $q_{\text{эксп.}} > q_{\text{табл.}}$ , результаты измерений содержат (не содержат) систематическую погрешность, которую необходимо исключить.

Значение поправки  $\Theta_i$

### 3. Определение среднего значения и среднего квадратического отклонения исправленных результатов измерений

$$\bar{x} =$$

$$\sigma_2 =$$

$$\sigma =$$

$$\bar{x} - 3\sigma =$$

$$\bar{x} + 3\sigma =$$

Запись результата измерений:

$$\leq x_i \leq \quad P =$$

#### 4. Построение гистограммы

$$h =$$

$$\Delta x = (x_{\max} - x_{\min}) / h =$$

$$q = \frac{\Delta x}{2} =$$

Таблица 3. Таблица интервалов

$j$	Интервал	$k$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Заключение: .....

**5. Проверка соответствия распределения результатов измерений нормальному закону по составному критерию**

*Критерий 1*

$$s^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n}} =$$

$$\tilde{d} = \frac{\sum_{i=1}^{25} |x_i - \bar{x}|}{n \cdot S^*} =$$

при доверительной вероятности  $P =$

$$d_{1-q/2} =$$

$$d_{q/2} =$$

$$d_{1-q/2} < \tilde{d} \leq d_{q/2},$$

*Заключение о соответствии по критерию 1:*

Таким образом, первый критерий составного критерия .....  
 т.е. закон распределения .....

*Критерий 2*

Для числа измерений  $n = \dots$  и вероятности  $P = \dots$   $m = \dots$

$$z_{p/2} =$$

$$z_{p/2} \cdot \sigma =$$

*Заключение о соответствии по критерию 2:*

*Общее заключение по составному критерию:*

### 6. Определение границ доверительного интервала

Для ..... закона распределения

при  $n = \dots\dots\dots$  и  $P = \dots\dots\dots$

коэффициент Стьюдента  $t_p =$

верхняя и нижняя границы доверительного интервала:

$$\Delta_{\sigma} = t_p \cdot \sigma =$$

$$\Delta_n = t_p \cdot \sigma =$$

### 7. Запись результатов измерений и их обработки

**Выводы по лабораторно-практической работе:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Дата выполнения	Подпись студента	Работа выполнена	Работа защищена

*Для заметок*

*Для заметок*