



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В  
Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

Факультет Высшего образования

Кафедра Технология машиностроения

**Методические указания и варианты  
заданий к контрольной работе по дисциплине  
«Метрология, стандартизация и сертификация»**

Для обучающихся направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

15.03.01 Машиностроение, профиль Оборудование и технологии сварочного  
производства,

Таганрог 2021

*Составители:* Крамаренко Е.Р., Кожухова А.В., Чернега Ю.Г.

Методические указания и варианты заданий к контрольной работе по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» по направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.01 Машиностроение, профиль Оборудование и технологии сварочного производства, ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге

Рассмотрены на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол №1 от 31 .08.2017

Утверждены на заседании методического совета института

Протокол №1 от 08.09.2017

## **ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

по дисциплине: «Метрология, стандартизация,  
сертификация»

### **ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

КР состоит из пяти заданий.

Выбор варианта задания – по предпоследней и последней цифре учебного шифра студента, пятое задание по сумме трех последних цифр.

Контрольные задания выполняются в соответствии с ЕСКД (в рамках).

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.

При вступлении во ВТО Россия должна интегрировать в цивилизованное экономическое пространство, а это заставляет специалистов изучать, знать и применять в своей практике принятые во всем мире «правила игры» и иметь достаточно широкий кругозор чтобы творчески подходить к выработке и принятию новых прогрессивных решений, позволяющих производить продукцию, реализовывать ее в стране и за рубежом на должном уровне. Для работников производственной сферы знания в области стандартизации, метрологии и сертификации, которые по новому осознанно и цивилизованно могут использовать возможности и преимущества стандартизации и сертификации в качестве весомых составляющих конкурентоспособности продукции, важны.

Приобретение студентами практических навыков работы со стандартами, умения анализа их структуры и содержания, проведение измерений и их математической обработки, изучение стандартизации в промышленной сфере, основных норм взаимозаменяемости продукции в целях обеспечения ее качества и конкурентоспособности поможет им эффективно осуществлять будущую производственную деятельность. С этой целью разработан сборник описаний практических и лабораторных работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов по специальностям:

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Задания для контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» составлены в соответствии с действующей программой с учетом специфики специальности.

В качестве приложения к заданиям являются:

1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»;
2. Федеральный закон «О техническом регулировании»;
3. Стандарты НССТ: ГОСТ Р 1.0-2004, ГОСТ Р 1.12-2004, ГОСТ Р 1.2-2004, ГОСТ Р 1.4-2004, ГОСТ Р 1.5-2004, ГОСТ Р 1.9-2004, ГОСТ 2.114-95.
4. Система сертификации ГОСТ Р
5. Фрагменты стандартов ЕСДП.

## Задание №1

Тема: **ВЫБОР ПОСАДОК В СИСТЕМЕ ОТВЕРСТИЯ И ВАЛА.**

Цель работы: Научиться выбирать посадки в системе отверстия и вала с использованием таблиц ГОСТов.

Материалы для выполнения работы:

Стандарты ЕСПД: ГОСТ 25346-82; ГОСТ 25347-82; ГОСТ 25348-82; ГОСТ 25349-82; ГОСТ 25670-82;

### **Общие теоретические сведения.**

Системой допусков и посадок (СП) называется совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин, дает возможность стандартизировать режущие инструменты и калибры, облегчает конструирование, производство и взаимозаменяемость деталей машин, а также обуславливает их качество.

### **Принципы построения системы допусков и посадок (СП).**

**Первый принцип построения СП** - установлено 20 квалитетов и определены формулы для расчета допусков.

Допуск ( $IT$ ) рассчитывается по формуле:

$$IT = ki,$$

где  $k$  — число единиц допуска, установленное для каждого квалитета;

$i$  — единица допуска, зависящая только от размера (см. приложение табл.3).

Стандартом установлены интервалы размеров, внутри которых значение допуска для данного квалитета не меняется.

Значения допусков для установленных интервалов в диапазоне размеров до 500 мм приведены в таблице 2 приложения.

**Второй принцип построения СП** (установлено 27 основных отклонений валов и 27 основных отклонений отверстий)

Основное отклонение — одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. Основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Основные отклонения отверстий обозначаются прописными буквами латинского алфавита, валов — строчными. Схема расположения основных отклонений для вала и отверстия приведена на рис.1 приложения.

Для обеспечения образования посадок в системе вала, аналогичных посадкам в системе отверстия, существует общее правило построения основных отклонений, заключающееся в том, что основные отклонения отверстий равны по величине и противоположны по знаку основным отклонениям валов, обозначенным той же буквой. Из этого правила сделано исключение для получения идентичных зазоров и натягов в системе вала и в системе отверстия у переходных и пресовых посадок.

**Третий принцип построения СП** (предусмотрены системы образования посадок)

Предусмотрены посадки в системе отверстия и в системе вала.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рис. 1.5, а).

Основное отверстие (H) — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рис. 1.5, б).

Основной вал (h) — вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

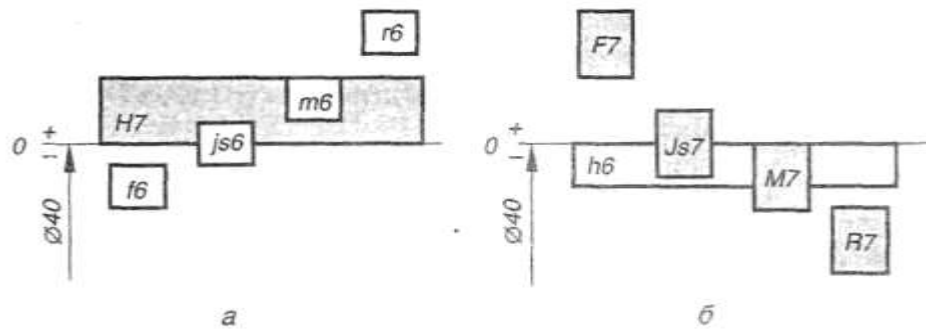


Рис. 1.5

Точные отверстия обрабатываются дорогостоящим мерным инструментом (зенкерами, развертками, протяжками и т. п.). Каждый такой инструмент применяют для обработки только одного размера с определенным полем допуска. Валы же независимо от их размера обрабатывают одним и тем же резцом или шлифовальным кругом.

При широком применении системы вала необходимость в мерном инструменте многократно возрастет, поэтому **предпочтение отдается системе отверстия.**

#### ЗАДАНИЕ:

Из чертежа выписан размер соединения с полями допусков (по заданию своего варианта).

1. По номинальному размеру, качеству и основному отклонению определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, используя необходимые таблицы и расчетные формулы.
2. Проверить правильность своего решения по таблицам посадок в системе отверстия и вала.
3. Определить по качеству метод финишной обработки поверхности детали.
4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

Варианты заданий:

Таблица 8

Варианты заданий по предпоследней цифре шифра								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\varnothing 25 \begin{matrix} H7 \\ f7 \end{matrix}$	$\varnothing 15 \begin{matrix} H7 \\ k6 \end{matrix}$	$\varnothing 30 \begin{matrix} H7 \\ p6 \end{matrix}$	$\varnothing 45 \begin{matrix} H8 \\ e8 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} H7 \\ n6 \end{matrix}$	$\varnothing 85 \begin{matrix} H7 \\ r6 \end{matrix}$	$\varnothing 36 \begin{matrix} F8 \\ h6 \end{matrix}$	$\varnothing 28 \begin{matrix} K7 \\ h6 \end{matrix}$	$\varnothing 20 \begin{matrix} P7 \\ h6 \end{matrix}$
Варианты заданий								
0								
$\varnothing 70 \begin{matrix} E9 \\ h8 \end{matrix}$	$\varnothing 55 \begin{matrix} N7 \\ h6 \end{matrix}$	$\varnothing 40 \begin{matrix} S7 \\ h6 \end{matrix}$	$\varnothing 98 \begin{matrix} H7 \\ g6 \end{matrix}$	$\varnothing 18 \begin{matrix} H8 \\ n7 \end{matrix}$	$\varnothing 54 \begin{matrix} H7 \\ s6 \end{matrix}$	$\varnothing 90 \begin{matrix} H11 \\ d11 \end{matrix}$	$\varnothing 68 \begin{matrix} H6 \\ m5 \end{matrix}$	$\varnothing 50 \begin{matrix} H8 \\ u8 \end{matrix}$

#### Порядок выполнения работы:

1. По заданию своего варианта (см. таблицу 8) выписать размер соединения с полями допусков, из условия определить номинальный размер, качество и основное отклонение отверстия и вала.

2. Используя второй принцип построения СДП определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, применяя необходимые таблицы и расчетные формулы. Решение выполняется в следующем порядке:

- для номинального размера выписать основные отклонения отверстия и вала (см. таблицу 1 приложения);
- найти вторые предельные отклонения отверстия и вала, зависящие от качества и допуска следующим образом. Если основное отклонение является верхним отклонением ( $e_s$  для вала и  $E_S$  для отверстия), то второе предельное отклонение – нижнее отклонение вала  $e_i$  ( $E_I$  отверстия), определяется по формулам:  
$$e_i = e_s - ITg; \quad E_I = E_S - ITg.$$

Когда основное отклонение является нижним отклонением ( $e_i$  для вала и  $E_I$  для отверстия), то второе предельное отклонение – верхнее отклонение  $e_s$  вала ( $E_S$  отверстия), определяется по формулам:

$$e_s = e_i + ITg; \quad E_S = E_I + ITg.$$

Допуск ( $ITg$ ) по заданному качеству выписать из таблицы 2 (см. приложение) для заданного номинального размера по интервалу номинальных размеров и качеству по ЕСДП.

3. Записать ответ с найденными предельными отклонениями.

4. Проверить правильность своего решения по третьему принципу построения СДП (по таблицам посадок в системе отверстия и вала).

По записи соединения определить:

- посадку соединения в системе отверстия (вала);
- основное отверстие (вал);

Обращаемся к таблице полей допусков валов и отверстий 4 (см. приложение), в которой по системе отверстия (вала) найти для заданных значений:

- основного отверстия (вала) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения отверстия (вала), результат записать;
- поля допуска вала (отверстия) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения вала (отверстия) для образования посадок с зазорами, переходных или с натягами, результат записать;

5. Записать ответ с найденными предельными отклонениями и сравнить его с ответом по п.3.

6. Определить по качеству метод финишной обработки поверхностей соединения, используя таблицу 3 приложения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется системой допусков и посадок (СДП)?
2. Для чего предназначена система?
3. Что такое качество?
4. Какие качества применяются для сопрягаемых поверхностей?
5. Как находится по таблице основное отклонение отверстия (вала)?
6. Что такое система отверстия (вала)?

### **Список используемой литературы:**

1. Димов Ю.В.. Метрология, стандартизация и сертификация. Питер, 2004.
2. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Высшая школа, 2005.
3. Анухин В.И.. Допуски и посадки. Питер, 2005.

## Задание №2

Тема: **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ.**

Цель задания: Научиться определять шероховатость поверхности для деталей разного назначения.

Материалы для выполнения работы:

ГОСТ 25142—82. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики;

ГОСТ 2.309—73. Шероховатость поверхности. Термины и определения;

ГОСТ 2789—73. Обозначение шероховатости поверхностей.

### Общие теоретические сведения.

Шероховатость поверхности регламентируется следующими стандартами:

ГОСТ 25142—82. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики;

ГОСТ 2.309—73. Шероховатость поверхности. Термины и определения;

ГОСТ 2789—73. Обозначение шероховатости поверхностей.

Шероховатость поверхности влияет на работу деталей машин.

В процессе формообразования деталей на их поверхности появляется шероховатость — ряд чередующихся выступов и впадин сравнительно малых размеров.

Шероховатость может быть следом от резца или другого режущего инструмента, копией неровностей форм или штампов, может появляться вследствие вибраций, возникающих при резании, а также в результате действия других факторов.

ГОСТ2789—73 устанавливает следующие параметры шероховатости:

1. Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$ .
2. Высота неровностей профиля по десяти точкам  $R_z$ .
3. Наибольшая высота неровностей профиля  $R_{max}$ .
4. Средний шаг неровностей профиля  $S_m$ .
5. Средний шаг местных выступов  $S$ .
6. Относительная опорная длина профиля  $t_r$ .

### Нормирование параметров шероховатости поверхности

Выбор параметров шероховатости поверхности производится в соответствии с ее функциональным назначением.

Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров.

Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр  $R_a$ , который лучше отражает отклонения профиля, поскольку определяется по значительно большему числу точек, чем  $R_z$ .

Параметр  $R_z$  нормируется в тех случаях, когда прямой контроль  $R_a$  с помощью профилометров невозможен (режущие кромки инструментов и т. п.).

Числовые значения параметров  $R_a$  и  $R_z$  приведены в таблице 15 (см. приложение).

Следует применять в первую очередь предпочтительные значения.

Технологический процесс изготовления детали и окончательная обработка поверхности детали определяет ее шероховатость. Параметры шероховатости поверхности при различных методах ее обработки даны в табл. 17(см. приложение).

Шероховатость (параметр  $R_a$ ) связана с точностью изготовления изделия, т. е. с качеством табл.18 (см. приложение). Чем, меньше качество (уже поле допуска), тем более высокие требования к параметрам шероховатости.

В настоящее время существует несколько способов назначения шероховатости поверхности:



1. По выбору числовых значений для наиболее характерных видов сопряжений.
2. Шероховатость устанавливается стандартами на детали и изделия, а также на поверхности, с которыми они сопрягаются.

Пример 1.

На чертеже вала проставлен размер 30р6, но отсутствует параметр шероховатости. Известно, что вал будет соединен с деталью по посадке с натягом. Выбрать параметр шероховатости и по его числовому значению назначить вид окончательной обработки вала.

Решение

Согласно таблице 16 (см. приложение) назначают параметр Ra или Rz, - выбираем Ra. Для вала 6-го качества номинального размера 30 мм (интервал размеров «Св. 18 до 50 мм») по таблице 18 (приложение) могут быть назначены три значения Ra: 1,6; 0,8 и 0,4 мкм. Выбираем Ra = 0,8 мкм. Согласно табл. 17 (приложение) требования по точности и шероховатости выполняются при обтачивании и тонком шлифовании.

3. Когда отсутствуют рекомендации по назначению шероховатости поверхности, ограничения шероховатости могут быть связаны с допуском размера (IT), формы (TF) или расположения (TR).

Большинство геометрических отклонений детали должно находиться в пределах поля допуска размера.

Поэтому величину параметра Rz рекомендуется назначать не более 0,33 от величины поля допуска на размер либо 0,5...0,4 от допуска расположения или формы. Если элемент детали имеет все три допуска, то следует брать допуск с наименьшей величиной:

$$Rz = 0,33 IT \quad \text{или} \quad Rz = 0,5 TF; \quad \text{или} \quad Rz = 0,5 TR$$

Переход от параметра Rz к параметру Ra производится по соотношениям:

$$Ra = 0,25 Rz \quad \text{при} \quad Rz > 8 \text{ мкм} \quad \text{или} \quad \text{при} \quad Rz = 8 \text{ мкм};$$

$$Ra \gg 0,2 Rz \quad \text{при} \quad Rz < 8 \text{ мкм}.$$

После определения параметра Ra округляют до ближайшего числа из ряда стандартных значений (см. приложение таблица 15).

Пример 2

На чертеже детали задан размер  $\varnothing 42k6 \begin{pmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{pmatrix}$ . Определить параметр шероховатости Ra.

Решение

Допуск размера IT = 16 мкм. Параметр Rz = 0,33 IT = 0,33x16 = 5,3 мкм. Параметр Ra = 0,2 Rz = 0,2x5,3 = 1,06 мкм. Для нанесения на чертеже детали принимаем Ra = 0,8 мкм.

Пример 3

На чертеже детали заданы  $\varnothing 36k6 \begin{pmatrix} +0,015 \\ +0,002 \end{pmatrix}$ , допуск радиального биения TR = 9 мкм и отклонение от цилиндричности TF = 4 мкм. Определить параметр шероховатости Ra.

Решение

Допуск размера IT = 13 мкм, допуск TR = 9 мкм, поэтому параметр Rz = 0,5 TF = 0,5 x 4 = 2 мкм. Параметр Ra = 0,2 Rz = 0,2 x 2 = 0,4 мкм. Для нанесения на чертеже детали принимаем Ra = 0,4 мкм.

ЗАДАНИЕ:

1. Задано соединение (по варианту см. таблицу 9):  
- определить характер соединения;

- выбрать параметр шероховатости;
- по числовому значению параметра шероховатости назначить вид окончательной обработки отверстия и вала.

Таблица 9

Варианты заданий по последней цифре шифра								
1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,
$\varnothing 15 \frac{H6}{p5}$	$\varnothing 20 \frac{H7}{s6}$	$\varnothing 110 \frac{H6}{r5}$	$\varnothing 90 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 45 \frac{H6}{s5}$	$\varnothing 10 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 85 \frac{H7}{p6}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{u8}$	$\varnothing 72 \frac{H7}{r6}$
Варианты заданий								
0								
$\varnothing 75 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 30 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 130 \frac{H9}{u8}$	$\varnothing 80 \frac{H7}{s6}$	$\varnothing 12 \frac{H7}{r6}$	$\varnothing 28 \frac{H7}{p6}$	$\varnothing 35 \frac{H6}{s5}$	$\varnothing 60 \frac{H6}{r5}$	$\varnothing 48 \frac{H6}{p5}$

2. На чертеже задан размер (см. по варианту таблицу 10). Определить параметр шероховатости Ra по расчетным формулам.

Таблица 10

Варианты заданий по предпоследней цифре шифра					
1,7,	2,8,	3,9,	4,0,	5,	6,
$\varnothing 25 \begin{pmatrix} -0,020 \\ -0,041 \end{pmatrix}$	$\varnothing 15 \begin{pmatrix} +0,012 \\ +0,001 \end{pmatrix}$	$\varnothing 30 \begin{pmatrix} +0,035 \\ +0,022 \end{pmatrix}$	$\varnothing 45 \begin{pmatrix} -0,050 \\ -0,089 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 \begin{pmatrix} +0,039 \\ +0,020 \end{pmatrix}$	$\varnothing 85 \begin{pmatrix} +0,073 \\ +0,051 \end{pmatrix}$

3. По варианту задан размер детали, допуск формы и расположения. Определить параметр шероховатости Ra по расчетным формулам (см. таблицу 11).

Таблица 11

Варианты по предпоследней цифре шифра	Соединение	Допуск формы, мкм			Допуск расположения, мкм		
		плоскост-ность	круглость	цилинд-ричность	соосность	перпенди-кулярность	торцовое биение
1,7	$\varnothing 32 \begin{pmatrix} +0,064 \\ +0,025 \end{pmatrix}$	12				20	
2,8	$\varnothing 36 \begin{pmatrix} +0,064 \\ +0,025 \end{pmatrix}$		6		25		
3	$\varnothing 70 \begin{pmatrix} +0,134 \\ +0,060 \end{pmatrix}$			40			100
4	$\varnothing 55 \begin{pmatrix} -0,009 \\ -0,039 \end{pmatrix}$	10				16	
5, 9	$\varnothing 18 \begin{pmatrix} +0,030 \\ +0,012 \end{pmatrix}$		6		10		
6, 0	$\varnothing 50 \begin{pmatrix} +0,109 \\ +0,070 \end{pmatrix}$			16			25

4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

**Порядок выполнения работы:**

### Задание 1.

1. Выписав по своему варианту задание, по таблице 4 (см. приложение) по системе отверстия и основному отверстию для заданного поля допуска вала определить характер соединения.
2. Для выбранного соединения по таблице 16 (см. приложение) выбрать параметр шероховатости.
3. Для отверстия и вала заданного качества и номинального размера по таблице 18 (см. приложение) выбрать числовое значение Ra, по которому (см. таблицу 17- приложение) назначить вид окончательной обработки отверстия и вала.

### Задание 2.

Решать по образцу примера 2, для нанесения на чертеже принимать предпочтительное значение Ra по таблице 15 приложения.

### Задание 3.

Решать по образцу примера 3, окончательным ответом принимать предпочтительное значение Ra по таблице 15 приложения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какими стандартами регламентируется шероховатость поверхности?
2. Как влияет на работу деталей машин шероховатость поверхности?
3. От чего зависит выбор параметров шероховатости поверхности?
4. Какие параметры являются основными при выборе шероховатости поверхности?

### **Список используемой литературы:**

1. Димов Ю.В.. Метрология, стандартизация и сертификация. Питер, 2004.
2. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Высшая школа, 2005.
3. Анухин В.И.. Допуски и посадки. Питер, 2005.
4. И.М.Белкин Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости) Москва «Машиностроение», 1992.

### Задание №3

#### Тема: ПЕРЕВОД НАЦИОНАЛЬНЫХ НЕМЕТРИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СИ.

Цель задания: Научиться определять соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.

Материалы для выполнения работы: ГОСТ 8.417-2002 — единицы физических величин.

#### Общие теоретические сведения.

#### Основы метрологии.

Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Физическая величина (ФВ) - характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении по многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта.

Значение физической величины - оценка ее размера в виде некоторого числа по принятой для нее шкале.

Единица физической величины - ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение равное единице и применяемая для количественного выражения однородных ФВ.

Различают основные, производные, кратные, дольные, когерентные (СИ), системные и внесистемные единицы.

#### Международная система единиц физических величин.

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется *системой единиц физических величин*. Единица основной ФВ является *основной единицей* данной системы. В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин». В качестве основных единиц приняты метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль и канделла (табл.12).

Производная единица - это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными. Некоторые производные единицы системы СИ, имеющие собственное название, приведены в табл. 13.

Таблица 12

Основные единицы физических величин системы СИ.

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	Размерность	Рекомендуемое		русское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического	I	I	ампер	A	A

тока					
Термодинамическая температура	О	Т	кельвин	К	К
Количество вещества	N	n, v	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.

Таблица 13.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед.СИ
Частота	$T^{-1}$	герц	Гц	$c^{-1}$
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$M * KГ * c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$M^{-1} * KГ * c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$M^2 * KГ * c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$M^2 * KГ * c^{-3}$
Количество электричества	$TI$	кулон	Кл	$c * A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$M^2 * KГ * c^{-3} * A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	ф	$M^{-2} * KГ^{-1} * c^4 * A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$M^2 * KГ * c^{-3} * A^{-2}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$KГ * c^{-2} * A^{-1}$

Для установления производной единицы следует:

- выбрать ФВ, единицы которых принимаются в качестве основных;
- установить размер этих единиц;
- выбрать определяющее уравнение, связывающее величины, измеряемые основными единицами, с величиной, для которой устанавливается производная единица. При этом символы всех величин, входящих в определяющее уравнение, должны рассматриваться не как сами величины, а как их именованные числовые значения;

Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными. *Внесистемная единица* - это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ разделяют на 4 вида:

- допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы - тонна; плоского угла - градус, минута, секунда; объема - литр и др. Некоторые внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, приведены в табл.14.

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ. Таблица 14.

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	$10^3$ кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Объем	литр	л	$10^{-3} M^3$
Площадь	гектар	га	$10^4 M^2$

- допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год - единицы длины в астрономии; диоптрия - единица оптической силы в оптике; электрон-вольт - единица энергии в физике и т.д.
- временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля - в морской навигации; карат - единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;
- изъятые из употребления, например; миллиметр ртутного столба – единица давления; лошадиная сила - единица мощности и некоторые другие.

Различают кратные и дольные единицы ФВ. *Кратная единица*- это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу. Например, единица длины - километр равна 10 м, т.е. кратная метру. *Дольная единица* - единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системой или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10<sup>-3</sup> м, т.е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл.15.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований.

Таблица 15.

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10 <sup>18</sup>	экса	Э	10 <sup>-1</sup>	деци	d
10 <sup>15</sup>	пета	П	10 <sup>-2</sup>	санتي	с
10 <sup>12</sup>	тера	Т	10 <sup>-3</sup>	милли	м
10 <sup>9</sup>	гига	Г	10 <sup>-6</sup>	микро	мк
10 <sup>6</sup>	мега	М	10 <sup>-9</sup>	нано	н
10 <sup>3</sup>	кило	к	10 <sup>-12</sup>	пико	п
10 <sup>2</sup>	гекто	г	10 <sup>-15</sup>	фемто	ф
10 <sup>1</sup>	дека	да	10 <sup>-18</sup>	атто	а

Существует соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными (см. таблицу 16)

Соотношения между единицами измерения.

Таблица 16

№ п.п	Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.
1.	Длина	м	1мкм = 10 <sup>-6</sup> м
2.	Масса	кг	1т = 1000 кг 1ц = 100 кг
3.	Температура	К	О = (t <sup>°C</sup> + 273,15) К
4.	Вес (сила тяжести)	Н	1кг = 9,81Н 1дин = 10 <sup>-5</sup> Н
5.	Давление	Па	1бар = 10 <sup>5</sup> Па 1мбар = 100 Па 1дин /см <sup>2</sup> = 1мкбар = 0,1 Па 1кгс /см <sup>2</sup> = 1 ат = 9,81x10 <sup>4</sup> Па = 735 мм.рт.ст. 1 кгс / м <sup>2</sup> = 9,81 Па

			1 мм.вод.ст. = 9,81 Па 1 мм.рт.ст. = 133,3 Па
6.	Мощность	Вт	1 кгс × м / с = 9,81 Вт 1 эрг / с = 10 <sup>-7</sup> Вт 1 ккал/ч = 1,163Вт
7.	Объем	м <sup>3</sup>	1 л = 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> = 1 дм <sup>3</sup>
8.	Плотность	кг / м <sup>3</sup>	1 т / м <sup>3</sup> = 1 кг / дм <sup>3</sup> = 1 г / см <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> кг / м <sup>3</sup> 1 кгс × с <sup>2</sup> / м <sup>4</sup> = 9,81 кг / м <sup>3</sup>
9.	Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс × м = 9,81 Дж 1 эрг = 10 <sup>-7</sup> Дж 1 кВт × ч = 3,6 × 10 <sup>6</sup> Дж = 4,19 кДж

#### ЗАДАНИЕ:

Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (повариантное задание по таблице 17).

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.

Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание .

2. Перечертить задание по своему варианту (см. таблицу 16) в форме таблицы. Используя таблицы 11-15 данного пособия, выразить в соответствующих единицах заданные величины.

#### Контрольные вопросы:

1. Дайте определение метрологии.
2. Продолжите: физическая величина...  
значение физической величины...  
единица физической величины...
3. Перечислите основные единицы Международной системы СИ.
4. Приведите примеры производных единиц СИ.
5. Выразить 1 м в км, Мм, мм, дм.
6. Выразить 1 мм. рт. ст. в Па.

#### Список используемой литературы:

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Высшая школа, 2005.
2. Лифиц И.М.. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. М.: Юрайт, 2008.
3. А.Г. Сергеев, В.В. Крохин. Метрология. М.: Логос, 2002.
4. ГОСТ 8.417-2002 - единицы физических величин,

ВЫРАЗИТЬ В СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦАХ.

Таблица 17

Варианты заданий по последней цифре шифра					
1		2		3	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	мкм	100м	мм	100см	м
100кг	т	100кг	ц	100кг	г
37 °С	Θ =	32 °С	Θ =	25 °С	Θ =
250К	°С	450К	°С	210 К	°С
10Па	бар	10Па	Мбар	10Па	дин/см <sup>2</sup>
100Па	мм.рт.ст.	100Па	кгс/см <sup>2</sup>	100Па	мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	мбар	1000 мм.рт.ст.	Па	1000 мм.рт.ст.	кгс/см <sup>2</sup>
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10Вт	кгс*м/с
10Дж	ккал	10Дж	кВт*ч	10Дж	эрг
Варианты заданий по последней цифре шифра					
7		8		9	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
0,1л	см <sup>3</sup>	0,1л	дм <sup>3</sup>	0,1л	м <sup>3</sup>
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг / м <sup>3</sup>	кг/дм <sup>3</sup>	1 кг / м <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>	1 кг / м <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>
0,01л	см <sup>3</sup>	0,01л	дм <sup>3</sup>	0,01л	м <sup>3</sup>
0,1 м/с	м/МИН	0,1 м/с	км/МИН	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1Вт	мВт	1Вт	сВт	1Вт	дВт
1 кг / м <sup>3</sup>	кг/дм <sup>3</sup>	1 кг / м <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>	1 кг / м <sup>3</sup>	мг/ м <sup>3</sup>
Варианты заданий по последней цифре шифра					
4		5		6, 0	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	м	10мкм	м	100мм	м
10г	кг	100ц	т	100г	кг
48 °С	Θ =	53 °С	Θ =	70 °С	Θ =
375К	°С	273К	°С	300К	°С
10Па	ат	10Па	мм.рт.ст.	10Па	мбар
100Па	кгс/м <sup>2</sup>	100Па	мкбар	100Па	дин/м <sup>2</sup>
1000 мм.рт.ст.	дин/см <sup>2</sup>	1000 мм.рт.ст.	ат	1000 мм.рт.ст.	кгс/м <sup>2</sup>
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	дин
1Вт	ккал/ч	1Вт	кгс*м/с	1Вт	эрг/с
1Дж	ккал	1Дж	кВт*ч	1Дж	эрг



## Задание №4

### Тема: ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Цель задания: Приобрести навыки работы с законодательными документами. Изучение основных положений закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

Материалы для выполнения задания:

1. Федеральный закон «О техническом регулировании».
2. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».

## ЧАСТЬ 1

### Техническое законодательство как основа деятельности по стандартизации, метрологии и сертификации

#### Общие теоретические сведения

Техническое законодательство — совокупность правовых норм, регламентирующих требования к техническим объектам: продукции, процессам ее жизненного цикла, работам (услугам) и контроль (надзор) за соблюдением установленных требований.

Техническое законодательство — один из результатов деятельности по техническому регулированию как сферы государственного регулирования экономики. ФЗ о техническом регулировании является основным источником технического права в России.

Создание эффективно работающего рынка возможно, если государство будет осуществлять функцию регулирования в отношении объектов и субъектов.

Если объектом регулирования являются продукция и технические процессы (производство, строительство, ремонт и пр.), то оно заключается в поддержании постоянного значения какого-либо параметра (например, скорости, давления, температуры) с помощью технических средств.

Регулирование в отношении субъектов — это упорядочение отношений между ними как участниками работ по управлению параметрами объектов. Техническое регулирование как частный случай управления проявляется прежде всего в принятии государством мер, направленных на устранение тарифных и технических (нетарифных) барьеров. Под техническим барьером понимаются различия в требованиях национальных и международных (зарубежных) стандартов, приводящие к дополнительным по сравнению с обычной коммерческой практикой затратам средств и времени для продвижения товаров на соответствующий рынок.

В связи с этим Россия должна разрабатывать программы по преодолению барьеров в торговле, тем более что реализация данных программ дает огромный экономический эффект.

«Задача государственного регулирования не ограничивается обеспечением свободного перемещения товаров, как этого требует бизнес. Оно должно быть направлено на предотвращение появления опасных товаров на рынке в соответствии с требованиями граждан и общества.

Безопасность — главный приоритет системы технического регулирования и обязательное требование. Разработка норм базируется на оценке риска причинения вреда от

эксплуатации продукции. Установление минимально необходимых требований, выбор форм и схем подтверждения соответствия осуществляются с учетом степени риска причинения вреда продукцией. Принятие решений на базе сравнения фактического уровня риска с допустимым является главным в процессе технического регулирования.

«Техническое регулирование — правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции или связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия».

Технический регламент (ТР) - документ, принятый органами власти и содержащий технические требования, обязательные для исполнения и применения либо непосредственно, либо путем ссылок на стандарты.

Законодательство РФ о техническом регулировании состоит из ФЗ о техническом регулировании, Федерального закона «О внесении изменений в "Федеральный закон о техническом регулировании"» и принимаемых в соответствии с ними федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ.

Федеральный закон «О техническом регулировании» был принят 27.12.2002 года и вступил в силу с 01.07.2003 года. Принятие этого закона положило начало реорганизации Государственной системы стандартизации РФ (ГСС РФ), которая необходима для вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) и устранения технических барьеров в торговле. В результате реорганизации к 2010 году ГСС РФ будет преобразована в Национальную систему стандартизации РФ (НСС РФ), с изменением статуса системы с государственного на добровольный.

Закон «О техническом регулировании» направлен на разделение требований к качеству продукции на обязательные к исполнению и добровольные. *Обязательные требования* к продукции устанавливаются техническими регламентами (ТР), имеющими статус федеральных законов и принимаемых Государственной думой. ТР содержат перечень параметров продукции, обеспечивающих безопасность потребителя. *Добровольные требования* к продукции устанавливаются стандартами. Стандарт приобретает статус рыночного стимула.

#### **ЗАДАНИЕ 4.1:**

Ознакомиться с законом РФ о «О техническом регулировании» №184 ФЗ, как основным источником технического права в России, по указанным в задании главам и статьям. Ответить на поставленные в таблице 3 вопросы, выписав их из закона или записать свои суждения.

Изучить по Федеральному закону «О техническом регулировании» следующие вопросы:

1. Ознакомиться с общими положениями закона РФ «О техническом регулировании». Гл.1 ст.1, 2, 3, 4.
2. Изучить цели, содержание, применение и виды технических регламентов. Гл.2 ст. 6, 7, 8, 9.

3. Проработать цели стандартизации, документы в области стандартизации, используемые на территории РФ, функции национального органа РФ по стандартизации. Гл. 3 ст. 11, 13, 14, 15, 16, 17.

4. Ознакомиться с целью, формами подтверждения соответствия и правилами их проведения. Гл.4 ст. 18 – 28.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с заданием, изучить указанные в задании главы и статьи.

2. Оформить работу, перечертить таблицу 3 «Изучение технического законодательства».

3. Ответить на поставленные ниже вопросы, выписав их из закона или записать свои суждения.

**Задача 4.1. Используя текст Закона «О техническом регулировании», охарактеризуйте следующие понятия по варианту (сумма двух последних цифр шифра студента):**

- 1) Аккредитация;
- 2) Безопасность;
- 3) Ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры;
- 4) Декларирование соответствия;
- 5) Декларация о соответствии;
- 6) Заявитель;
- 7) Знак обращения на рынке;
- 8) Знак соответствия;
- 9) Идентификация продукции;
- 10) Контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов;
- 11) Международный стандарт;
- 12) Национальный стандарт;
- 13) Орган по сертификации;
- 14) Оценка соответствия;
- 15) Подтверждение соответствия;
- 16) Продукция;
- 17) Риск;
- 18) Сертификация;
- 0) Сертификат соответствия;

**Задача 4.2. Выписать определения по варианту (сумма двух последних цифр шифра студента):**

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1. Объект стандартизации        | 11. Стандарт организаций           |
| 2. Субъект стандартизации       | 12. Сертификат соответствия        |
| 3. Нормативный документ         | 13. Сертификация                   |
| 4. Техническое законодательство | 14. Добровольная сертификация      |
| 5. Техническое регулирование    | 15. Обязательная сертификация      |
| 6. Технический регламент        | 16. Декларирование соответствия    |
| 7. Безопасность                 | 17. Декларация о соответствии      |
| 8. Международный стандарт       | 18. Маркировка знаком соответствия |
| 9. Стандарт                     | 0 Знак обращения на рынке          |
| 10. Национальный стандарт       |                                    |

**Задача 4.3 Изучение технического законодательства (сумма двух последних цифр шифра студента):**

Таблица 3

№ п/п	Вопрос	Ответ
1.	Какие отношения регулирует Федеральный закон «О техническом регулировании»?	
2.	Основные источники технического права в России.	
3.	Цели принятия технических регламентов.	
4.	В каких целях утверждается Правительством РФ программа разработки технических регламентов?	
5.	Назвать виды технических регламентов.	
6.	Что могут содержать технические регламенты?	
7.	Совместим ли технический регламент с международными стандартами? Почему да или нет?	
8.	В каком случае и кто может отменить технический регламент?	
9.	Выпишите то место в ФЗ о техническом регулировании, где ФЗ нацеливает разработчиков ТР на единый подход к отечественной и импортной продукции	
10.	Укажите цели стандартизации	
11.	Как Вы понимаете добровольное и многократное применение стандартов?	
12.	Перечислите документы в области стандартизации	
13.	Назовите объекты и субъекты национальных стандартов	
14.	Назовите объекты и субъекты стандартов организаций	
15.	Что входит в обязанности национального органа по стандартизации?	
16.	Назначение общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации	
17.	Для чего необходимо подтверждать соответствие?	
18.	Какие существуют формы подтверждения соответствия на территории РФ?	
0.	Назовите объекты добровольной сертификации	

**Задача 4.4. По варианту (сумма двух последних цифр шифра студента):**

1. Что такое техническое регулирование?
2. Что такое технический регламент?
3. Каковы цели принятия технических регламентов?
4. Какие существуют виды технических регламентов, каков порядок их разработки и принятия?
5. Назовите принципы технического регулирования.
6. Что такое технический барьер?
7. Назовите цели и принципы стандартизации.
8. Какие документы в области стандартизации используются на территории РФ?

9. Какие функции выполняет Федеральное агентство по техническому регулированию?
10. Назовите правила разработки и утверждения национальных стандартов.
11. Каковы цели подтверждения соответствия?
12. Перечислите принципы подтверждения соответствия.
13. Что такое знак обращения на рынке?
14. Что такое знак соответствия?
15. Может ли добровольная сертификация продукции, подлежащей обязательной сертификации, заменить обязательную сертификацию такой продукции?
16. Может ли Заявитель выбирать орган по сертификации?
17. Назовите органы, осуществляющие государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов.
18. Перечислите права органов государственного контроля (надзора) при осуществлении ими своих полномочий.
0. Назовите обязанности органов государственного контроля (надзора) при осуществлении ими своих полномочий.

## **ЧАСТЬ 2**

### **Общие теоретические сведения**

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» №102 ФЗ устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, регулирует отношения государственных органов управления с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений и направлен на защиту прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

**Задача 4.5.** Обоснуйте цель Закона «Об обеспечении единства измерений».

Используя текст Закона «Об обеспечении единства измерения», охарактеризуйте следующие понятия: **(последняя цифра шифра студента):**

- 1) Единство измерений;
- 2) Средство измерений;
- 3) Эталон единицы величины;
- 4) Государственный эталон единицы величины;
- 5) Нормативные документы по обеспечению единства измерений;
- 6) Метрологическая служба;
- 7) Метрологический контроль и надзор;
- 8) Поверка и калибровка средств измерений;
- 9) Сертификат об утверждении типа средств измерений.
- 0) Аккредитация на право поверки средств измерений;

**Задача 4.6.** Перечислите статьи Закона «Об обеспечении единства измерений», определяющие состав и компетенцию Государственной метрологической службы.

Руководствуясь статьями Закона «Об обеспечении единства измерений» охарактеризуйте функции Государственного метрологического контроля и надзора.

Охарактеризуйте права государственных инспекторов по обеспечению единства измерений.

Охарактеризуйте обязанности государственных инспекторов при выявлении нарушений метрологических правил и норм.

## Задание №5

### Тема: ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель задания: Изучить виды погрешностей и оценку погрешности измерения

#### 5.1. Общие теоретические сведения

Измерения выполняются специальными техническими средствами измерений, например: меры, преобразователи, приборы и системы. Каждое из них имеет определенную нормированную погрешность. При любом измерении возможна некоторая погрешность, искажающая результат измерения; поэтому можно определить только приближенное значение измеряемой величины. Погрешность результата измерения определяется многими причинами и может значительно превышать погрешность применяемого средства измерения.

Следовательно, так как результат измерения всегда имеет погрешность, он не может дать истинного значения измеряемой величины, а дает только так называемое ее *действительное* значение, принимаемое за истинное. Нужно всегда стремиться к тому, чтобы измеренное значение было возможно ближе к истинному. Для этого одни погрешности стараются не допустить или исключить, а другие оценивают или рассчитывают.

#### По способу выражения различают погрешности:

- *абсолютная погрешность прибора* – разность между показаниями прибора  $x_n$  и истинным значением измеряемой величины  $x$  :

$$D = x_n - x.$$

- *относительная погрешность прибора* – отношение абсолютной погрешности прибора к истинному (действительному) значению измеряемой величины:

$$d = D/x \text{ или в процентах } d = 100D/x,$$

где если  $x \gg D$ , то вместо  $x$  с достаточной степенью точности можно использовать  $x_n$ .

- *приведенная погрешность прибора* – отношение в процентах абсолютной погрешности прибора к нормирующему значению:

$$g = 100/x_{\text{норм.}}$$

В соответствии с ГОСТ 8.401-80  $x_{\text{норм}}$  принимается равным:

- большему из пределов измерений или большему из модулей пределов измерений для СИ с равномерной или степенной шкалой, если нулевая отметка находится на краю или вне диапазона измерений;

- арифметической сумме модулей пределов измерений, если нулевая отметка находится внутри диапазона измерений;

- установленному номинальному значению для СИ с установленным номинальным значением измеряемой величины.

- Всей длине шкалы для приборов с существенно неравномерной шкалой, при этом абсолютные погрешности также выражают в единицах длины.

Во всех остальных случаях нормирующее значение устанавливается стандартами для соответствующих видов СИ.

Для преобразователей определение абсолютных и относительных погрешностей несколько сложнее. Они определяются по входу  $D_{вх}$  и выходу  $D_{вых}$  и характеризуют отличие реальной характеристики преобразования  $y_p = F_p(x)$  от номинальной  $y_n = F_n(x)$ . (см. рис.)

Для оценки погрешности по выходу находят значения  $y_p$  и  $y_n$  при заданной величине  $x$ . Тогда

$$D_{вых} = y_p - y_n,$$

а **относительная погрешность**  $d = D_{вых}/y_p$ .

По входу  $D_{вх} = x_n - x$ ; где  $x_n = F_n^{-1}(y_p)$  определяется через значение  $y_p$  и функцию, обратную  $F_n$ , т.е.  $x_n$  – такое значение  $x$ , которое при номинальной характеристики дало бы на входе значение  $y_p$ ;  $d = D_{вх}/x$  – относительная погрешность.

Уже отмечалось, что в зависимости от условий применения СИ погрешности делятся на основную (при нормальных условиях) и дополнительную (при рабочих условиях).

В зависимости от поведения измеряемой величины во времени различают статическую и динамическую погрешности, а также погрешность в динамическом режиме.

Статическая погрешность СИ ( $D_{ст}$ ) – погрешность СИ, используемого для измерения постоянной величины (например, амплитуды периодического сигнала). Погрешность в динамическом режиме ( $D_{дин.р.}$ ) – погрешность СИ, используемого для измерения переменной во времени величины.

**Измерение** - совокупность действий, выполняемых при помощи средств измерений с целью нахождения числового значения измеряемой величины в принятых единицах измерения. Различают прямые измерения (например, измерение длины проградуированной линейкой) и косвенные измерения, основанные на известной зависимости между искомой величиной и непосредственно измеряемыми величинами.

**Расходомер** - прибор для определения расхода газа, жидкости или сыпучих материалов. Различают расходомеры индукционные (измеряют эдс, наводимую в потоке вещества магнитным полем), вертушечные (измеряют расход вещества по частоте вращения крыльчатки, приводимой в действие измеряемым потоком) и др.

**Мощность** электрическая - работа электрического тока в единицу времени. В цепи постоянного тока мощность равна произведению напряжения и тока. В цепи переменного тока различают полную мощность, активную мощность, реактивную мощность.

**Амперметр** (от ампер и греч. metron — мера, metreo — измеряю), электроизмерительный прибор для измерения силы постоянного и (или) переменного тока; в электрическую цепь включается последовательно. Шкала амперметра градуируется в мкА, mA, A или кА.

**Вольтметр** - прибор для измерения электродвижущей силы или напряжения (в мкВ, мВ, В, кВ) в электрических цепях; включается параллельно нагрузке.

**Классы точности** средств измерений - обобщенная характеристика средств измерений, служащая показателем установленных для них государственными стандартами пределов основных и дополнительных погрешностей и других параметров, влияющих на точность.

**Нормальные условия** - физические условия, определяемые давлением  $p = 101\,325$  Па (нормальная атмосфера) и температурой  $273,15$  К ( $0^\circ\text{C}$ ), при которых объем 1 моля идеального газа  $V_0 = 2,24136 \cdot 10^{-2}$  м<sup>3</sup>. Нормальное ускорение свободного падения  $g_n = 9,80665$  м/с<sup>2</sup>.

**Сила тока** - равна электрическому заряду, проходящему через поперечное сечение проводника в 1 с.

**Напряжение** электрическое - то же, что разность потенциалов между 2 точками электрической цепи; на участке цепи, не содержащей эдс, равно произведению силы тока на сопротивление участка.

**Погрешности измерений** (ошибки измерений) - отклонения результатов измерений от истинных значений измеряемой величины. Систематические погрешности измерений обусловлены главным образом погрешностями средств измерений и несовершенством методов измерений, случайные — неконтролируемыми изменениями условий измерений, промахи — неисправностью средств измерений.

**Точность** –

1) в технике — степень приближения истинного значения параметра процесса, вещества, предмета к его номинальному значению. Различают точность механической обработки, механизмов, систем автоматического управления, ЭВМ, измерения.

2) Точность измерения (Т. и.) — характеристика измерения, отражающая степень близости его результатов к истинному значению измеряемой величины. Численно точность измерения — величина, обратная относительной погрешности измерений  $R_0$ ; так, при  $R_0 = D10^{-5}$  точность измерения равна  $10^5$ .

3) Точность меры и измерительного прибора — степень близости значений меры или показаний измерительного прибора к истинному значению величины, воспроизводимой мерой или измеряемой при помощи прибора.

## 5.2. Примеры выполнения работы

**Условие задачи.** При измерении расхода калориметрического расходомера измерения мощности нагревателя производят по показаниям амперметра и вольтметра. Оба эти прибора имели класс точности 0.5, работали в нормальных условиях и имели соответственно шкалы 0 – 5 А и 0 – 30 В. Номинальное значение силы тока 3.5 А и напряжение 24 В. Оцените погрешность, с которой производят измерения мощности.

### Решение

Произведём оценку погрешности измерений мощности, как косвенную погрешность измерений.

Из метрологических характеристик средств измерений, возможно использование только класса точности, так как иные отсутствуют. То есть соответственно по классу и шкале прибора возможна оценка исключительно предела допустимых значений погрешности.

$$\Delta U_0 = [(U_k - U_n) / 100] * k = [(30 - 0) / 100] * 0.5 = \pm 0.15 \text{ В}$$

$$\Delta I_0 = [(I_k - I_n) / 100] * k = [(5 - 0) / 100] * 0.5 = \pm 0.025 \text{ А}$$

Предел допускаемой погрешности измерений мощности.

Абсолютная погрешность.

$$\Delta W = \sqrt{(3.5 * 0.15)^2 + (24 * 0.025)^2} = \pm 0.795 \text{ Вт}$$

Относительная погрешность.

$$(\Delta W / W) = [0.795 / (24 * 3.5)] * 100 = \pm 0.95\%$$



### 5.3. Варианты задания (сумма трех последних цифр шифра студента):

Требуется решить задачу согласно варианту таблицы 5.1.

Таблица 5.1

#### Варианты заданий

№ варианта	Задание
1	При поверке измерителя иммитанса Е 7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений $R_0$ прецизионного магазина сопротивлений: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 Ом. Измеритель Е 7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления: 101.0, 197.7, 294.4, 391.1, 487.8, 584.5, 681.2, 777.9, 874.6, 971.3, 1068.0 Ом. Определить абсолютную $\Delta$ и относительную $\delta$ погрешности измерений. Выделить из них аддитивную ( $\Delta_a$ , $\delta_a$ ) и мультипликативную составляющие ( $\Delta_m$ , $\delta_m$ ). Получить аппроксимации зависимостей $\delta=f(R_0)$ ; $\Delta=f(R_0)$ ; $\delta_a=f(R_0)$ ; $\Delta_a=f(R_0)$ ; $\delta_m=f(R_0)$ ; $\Delta_m=f(R_0)$ .
2	Амперметр с верхним пределом измерения 10 А показал ток 5.3 А при его действительном значении, равном 5.23 А. Определить абсолютную, относительную и относительную приведённую погрешность амперметра, а также абсолютную поправку.
3	При поверке амперметра с пределом измерения 5 А в точках шкалы: 1; 2; 3; 4 и 5 А получены следующие показания образцового прибора: 0.95, 2.06, 3.05, 4.07 и 4.95 А. Определить абсолютные, относительные и относительные приведённые погрешности в каждой точке шкалы амперметра и его класс точности.
4	При поверки технического амперметра получены следующие показания приборов: поверяемый амперметр 1-2-3-4-5-4-3-2-1 А. Образцовый амперметр ход вверх 1.2-2.2-2.9-3.8-4.8; ход вниз 4.8-3.9-2.9-2.3-1.1 А. Найти абсолютную и относительную приведённую погрешности, а также вариации показаний прибора. Определить, к какому классу точности его можно отнести.
5	Для измерения напряжения используют два вольтметра: $V_1$ ( $U_{ном}=30$ В; $K_V=2.5$ ) и $V_2$ ( $U_{ном}=150$ В; $K_V=1$ ). Определить, какой вольтметр измеряет напряжение точнее, если первый показал 29.5 В, а второй 30 В.
6	В цепь током 15 А включены три амперметра со следующими параметрами: класса точности 1.0 со шкалой на 50 А, класса 1.5 на 30 А и класса 2.5 на 20 А. Определить какой из амперметров обеспечит большую точность измерения тока в цепи.
7	Определить относительную погрешность измерений напряжения, если показание вольтметр с пределом измерений 300 В класса 2,5 показывает 100 В
8	Через резистор сопротивлением 10 Ом протекает ток 2.5 А. При измерении значения напряжения вольтметр показал 24.5 В. Определить абсолютную и относительную погрешности измерения напряжения.

Продолжение табл.5.1

№ва р.	Задание																				
9	Поверка вольтметра методом сравнения с показаниями образцового прибора дала следующие результаты:																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Поверяемый прибор, V</th> <th colspan="2">Образцовый прибор, V</th> </tr> <tr> <th>При увеличении</th> <th>При уменьшении</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.020</td> <td>1.025</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.990</td> <td>2.010</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.980</td> <td>2.990</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3.975</td> <td>3.980</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4.950</td> <td>4.975</td> </tr> </tbody> </table>	Поверяемый прибор, V	Образцовый прибор, V		При увеличении	При уменьшении	1	1.020	1.025	2	1.990	2.010	3	2.980	2.990	4	3.975	3.980	5	4.950	4.975
	Поверяемый прибор, V		Образцовый прибор, V																		
		При увеличении	При уменьшении																		
	1	1.020	1.025																		
	2	1.990	2.010																		
	3	2.980	2.990																		
4	3.975	3.980																			
5	4.950	4.975																			
Определить наибольшую относительную приведённую погрешность, класс точности и вариации показаний прибора.																					
10	Амперметр с верхним пределом измерения 100 А показал ток 35.5 А при его действительном значении, равном 33.8 А. Определить абсолютную, относительную и относительную приведённую погрешность амперметра, а также абсолютную поправку.																				
11	Имеются три вольтметра класса 1.0 с номинальным напряжением 300 В, класса 1.5 на 250 В и класса 2.5 на 250 В. Определить, какой из вольтметров обеспечит большую точность измерения напряжения 100 В.																				
12	Диаметр цилиндрической детали был измерен линейкой, штангенциркулем и микрометром.. Соответственно были получены следующие результаты 8.0, 7.8 и 7.76 мм. Найти абсолютные и относительные погрешности измерения, если действительное значение диаметра 7.750 мм.																				
13.	Напряжение прецизионного источника ЭДС равное 10,00 В, измерено при помощи вольтметров различных классов точности. Получены следующие результаты: 10.2, 9.9, 10.07 и 10.053 В. Определить абсолютную и относительную погрешности.																				
14	Согласно техническим условиям на изготовление регистров типа ОМЛТ разброс значений сопротивления в партии относительно номинального значения $R_0$ не должен превышать $\pm 5\%$ . При выборочных измерениях значений десяти сопротивлений получены следующие результаты: 96.31, 99.01, 107.34, 100.57, 98.37, 98.54, 104.91, 101.08, 103.01, 95.51 Ом. Определить, попадают ли измеренные сопротивления в разрешённый допуск, если $R_0=100$ Ом.																				
15	При поверке измерителя иммитанса Е 7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений $R_0$ прецизионного магазина сопротивлений: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 Ом. Измеритель Е 7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления: 106.0, 205.5, 305.0, 404.5, 504.0, 603.5, 703.0, 802.5, 902.0, 1001.5, 1101.0 Ом. Определить абсолютную $\Delta$ и относительную $\delta$ погрешности измерений. Выделить из них аддитивную ( $\Delta_a$ , $\delta_a$ ) и мультипликативную составляющие ( $\Delta_m$ , $\delta_m$ ). Получить аппроксимации зависимостей $\delta=f(R_0)$ ; $\Delta=f(R_0)$ ; $\delta_a=f(R_0)$ ; $\Delta_a=f(R_0)$ ; $\delta_m=f(R_0)$ ; $\Delta_m=f(R_0)$ .																				
16	При поверке измерителя ёмкости марки Е 8-4 проводились измерения выборочных значений ёмкости $C_э$ прецизионного магазина ёмкостей: 1.0, 2.0, 5.0, 8.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0 нФ. Прибор Е 8-4 соответственно показал следующие значения ёмкости $C_{и}$ : 1.010, 2.022, 5.071, 8.138, 10.193, 15.367, 20.593, 25.871, 31.200 нФ. Определить абсолютную $\Delta$ и относительную $\delta$ погрешности измерений. Выделить из них аддитивную ( $\Delta_a$ , $\delta_a$ ) и мультипликативную составляющие ( $\Delta_m$ , $\delta_m$ ). Получить аппроксимации зависимостей $\delta=f(R_0)$ ; $\Delta=f(R_0)$ ; $\delta_a=f(C_э)$ ; $\Delta_a=f(C_э)$ ; $\delta_m=f(C_э)$ ; $\Delta_m=f(C_э)$ .																				

Продолжение табл.5.1

№вар.	Задание
17	<p>При поверке измерителя иммитанса E 7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений R<sub>0</sub> прецизионного магазина сопротивлений: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 Ом. Измеритель E 7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления: 101.0, 301.5, 302.0, 402.5, 503.0, 603.5, 704.0, 804.5, 905.0, 1005.5, 1106.0 Ом. Определить абсолютную Δ и относительную δ погрешности измерений. Выделить из них аддитивную (Δ<sub>а</sub>, δ<sub>а</sub>) и мультипликативную составляющие (Δ<sub>м</sub>, δ<sub>м</sub>). Получить аппроксимации зависимостей δ=f(R<sub>0</sub>); Δ=f(R<sub>0</sub>); δ<sub>а</sub>=f(R<sub>0</sub>); Δ<sub>а</sub>=f(R<sub>0</sub>); δ<sub>м</sub>=f(R<sub>0</sub>); Δ<sub>м</sub>=f(R<sub>0</sub>).</p>
18	<p>Абсолютная погрешность измерения значений x задаётся уравнением <math display="block">\Delta = \Delta_a \Delta_m \frac{x - x_H}{x_K - x_H}</math> где Δ<sub>а</sub> – аддитивная составляющая, Δ<sub>м</sub> – значение мультипликативной составляющей при x=x<sub>к</sub>; x<sub>н</sub>,x<sub>к</sub> – начальное и конечное значение диапазона измерения измеряемой величины x. Получить выражение для относительной погрешности δ измерения значений x. Проанализировать полученное уравнение и построить зависимости Δ(x) и δ(x) при x<sub>н</sub>=1; x<sub>к</sub>=11 для Δ<sub>а</sub>=±1, Δ<sub>м</sub>=5</p>
19	<p>Абсолютная погрешность измерения значений x задаётся уравнением <math display="block">\Delta = \Delta_a \Delta_m \frac{x - x_H}{x_K - x_H}</math> где Δ<sub>а</sub> – аддитивная составляющая, Δ<sub>м</sub> – значение мультипликативной составляющей при x=x<sub>к</sub>; x<sub>н</sub>,x<sub>к</sub> – начальное и конечное значение диапазона измерения измеряемой величины x. Получить выражение для относительной погрешности δ измерения значений x. Проанализировать полученное уравнение и построить зависимости Δ(x) и δ(x) при x<sub>н</sub>=1; x<sub>к</sub>=11 для Δ<sub>а</sub>=±0.1, Δ<sub>м</sub>= 2.</p>
20	<p>Абсолютная погрешность измерения значений x задаётся уравнением <math display="block">\Delta = \Delta_a \Delta_m \frac{x - x_H}{x_K - x_H}</math> где Δ<sub>а</sub> – аддитивная составляющая, Δ<sub>м</sub> – значение мультипликативной составляющей при x=x<sub>к</sub>; x<sub>н</sub>,x<sub>к</sub> – начальное и конечное значение диапазона измерения измеряемой величины x. Получить выражение для относительной погрешности δ измерения значений x. Проанализировать полученное уравнение и построить зависимости Δ(x) и δ(x) при x<sub>н</sub>=1; x<sub>к</sub>=11 для Δ<sub>а</sub>=±1, Δ<sub>м</sub>= - 5</p>
21	<p>Диаметр цилиндрической детали был измерен линейкой, штангенциркулем и микрометром.. Соответственно были получены следующие результаты 18.0, 17.9 и 17.8 мм. Найти абсолютные и относительные погрешности измерения, если действительное значение диаметра 17.850 мм.</p>
22	<p>Абсолютная погрешность измерения значений x задаётся уравнением <math display="block">\Delta = \Delta_a \Delta_m \frac{x - x_H}{x_K - x_H}</math> где Δ<sub>а</sub> – аддитивная составляющая, Δ<sub>м</sub> – значение мультипликативной составляющей при x=x<sub>к</sub>; x<sub>н</sub>,x<sub>к</sub> – начальное и конечное значение диапазона измерения измеряемой величины x. Получить выражение для относительной погрешности δ измерения значений x. Проанализировать полученное уравнение и построить зависимости Δ(x) и δ(x) при x<sub>н</sub>=1; x<sub>к</sub>=11 для Δ<sub>а</sub>=±0.1, Δ<sub>м</sub>= - 2.</p>

Продолжение табл.5.1

№вар.	Задание
23	При измерении напряжения получено значение 85.6362 В. Записать результат измерения, если абсолютная погрешность измерения равна 0.012 В.
24	Действительное значение массы объекта равно 165245.553 кг. Записать результат измерения этой массы, произведённые средствами измерений, имеющими абсолютную погрешность, равную 800 кг.
25	Действительное значение длины интервала равно 152.3873 м. Записать значение результата измерения, если погрешность измерения составляет 16 см.
26	Действительное значение длины интервала равно 152.3873 м. Записать значение результата измерения, если погрешность измерения составляет 12 см.
27	Действительное значение массы объекта равно 165245.553 кг. Записать результат измерения этой массы, произведённые средствами измерений, имеющими абсолютную погрешность, равную 10г.
0	Действительное значение напряжения источника ЭДС равно 10.2417 В. Записать значение результата измерения, если относительная погрешность измерения составляет 2 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные отклонения (в мкм) валов и отверстий (ГОСТ 25346-82).

Таблица 1.

Номинальные размеры мм		Основные (верхние) отклонения валов (es со знаком --)																	
		a	b	c	d	e	f	g	h	j									
		Основные (нижние) отклонения отверстий (EI со зн. +)																	
Св.	До.	A	B	C	D	E	F	G	H	J6									
-	3	270	140	60	20	14	6	2	0	2									
3	6	270	140	70	30	20	10	4	0	5									
6	10	280	150	80	40	25	13	5	0	5									
10	14	290	150	95	50	32	16	6	0	6									
14	18																		
18	24	300	160	110	65	40	20	7	0	8									
24	30																		
30	40	310	170	120	80	50	25	9	0	10									
40	50	320	180	130															
50	65	340	190	140	100	60	30	10	0	13									
65	80	360	200	150															
80	100	380	220	170	120	72	36	12	0	16									
100	120	410	240	180															
120	140	460	260	200	145	85	43	14	0	18									
140	160	520	280	210															
160	180	580	310	230															
180	200	660	340	240							170	100	50	15	0	22			
200	225	740	380	260															
225	250	820	420	280															
250	280	920	480	300	190	110	56	17	0	25									
280	315	1050	540	330															
315	355	1200	600	360							210	125	62	18	0	29			
355	400	1350	680	400															
400	450	1500	760	440	230	135	68	20	0	33									
450	500	1650	840	480															

Номинальные размеры мм		Основные (нижние) отклонения валов (ei со знаком + «плюс»).															
		k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z				
		Основные (верхние) отклонения отверстий (ES со знаком - «минус»).															
Св.	До.	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z							
-	3	0	2	4	6	10	14	-	18	-	20	-	26				
3	6	1	4	8	12	15	19	-	23	-	28	-	35				
6	10	1	6	10	15	19	23	-	28	-	34	-	42				
10	14	1	7	12	18	23	28	-	33	-	40	-	50				
14	18																
18	24	2	8	15	22	28	35	-	41	47	54	63	73				
24	30																
30	40	2	9	17	26	34	43	48	60	68	80	94	112				
40	50																
50	65	2	11	20	32	41	53	66	87	102	122	144	172				
65	80																
80	100	3	13	23	37	51	71	91	124	146	178	214	258				
100	120																
120	140	3	15	27	43	63	92	122	170	202	248	300	365				
140	160									65	100	134	190	228	280	340	415
160	180									68	108	146	210	252	310	380	465
180	200									77	122	166	236	284	350	425	520
200	225	4	17	31	50	80	130	180	258	310	385	470	575				
225	250									84	140	196	284	340	425	520	640
250	280									94	158	218	315	385	475	580	710
280	315									98	170	240	350	425	525	650	790
315	355	4	21	37	62	108	190	268	390	475	590	730	900				
355	400									114	208	294	435	530	660	820	1000
400	450	5	23	40	68	126	232	330	490	595	740	920	1100				
450	500									132	252	360	540	660	820	1000	1250

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитет по ЕСДП										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500

Методы финишной обработки деталей для допусков квалитетов от 5 до 17.

Таблица 3

Номер квалитета	Допуск		Число единиц допуска	Методы финишной обработки деталей
	Обозначение	Расчетная формула		
5	IT5	7i	7	Притирка и доводка, тонкое (прецизионное) шлифование, суперфиниширование (две операции), полирование тонкое.
6	IT6	10i	10	Притирка и доводка, тонкое (алмазное) обтачивание и растачивание, чистовое протягивание, чистовое шлифование, калибрование отверстий шариком, обкатывание и раскатывание роликами или шариками, хонингование.
7	IT7	16i	16	Чистовое обтачивание и растачивание, чистовое шлифование, чистовое протягивание, развертывание двумя развертками, полирование, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой.
8	IT8	25i	25	Чистовое обтачивание и растачивание, развертывание одной-двумя развертками, шлифование, хонингование, обкатывание роликом или шариком, тонкое строгание, тонкое фрезерование, тонкое шабрение.
9	IT9	40i	40	Шлифование, фрезерование, развертывание, обтачивание и растачивание, протягивание.
10	IT10	64i	64	Шлифование, обтачивание и растачивание, зенкерование и развертывание, сверление по кондуктору, чистовое строгание и фрезерование, точное литье под давлением, точное прессование деталей из пластмасс.
11	IT11	100i	100	Чистовое строгание, чистовое фрезерование, сверление по кондуктору, литье по выплавляемым моделям, холодная штамповка, зенкерование, точение и обтачивание.
12 13	IT12 IT13	160i 250i	160 250	Черновое обтачивание и растачивание, сверление без кондуктора, строгание, долбление, черновое фрезерование, литье в оболочковые формы, холодная штамповка и вырубных штампах, рассверливание.
14 15	IT14 IX15	400i 640i	400 140	Черновое обтачивание, растачивание, фрезерование и долбление, литье в песчаные формы и в кокиль, литье под давлением, горячая ковка в штампах.
16 17	IX16 IX17	1000i 1600i	1000 1600	Грубое обтачивание и растачивание, автоматическая газовая резка, сварка, литье в песчаные формы, горячая ковка в штампах, черновое обтачивание.

Система отверстия							
Основное отверстие Таблица 5	Поля допусков валов для образования посадок						
	с зазорами			переходных		с натягами	
	Таблица 7		Таблица 6	Таблица 8		Таблица 9	
H6	g6	g7	c9	<b>j6</b>	j7	p5	<b>p6</b>
<b>H7</b>	f4	f5	c11	k4	k5	p7	r5
<b>H8</b>	<b>f6</b>	<b>f7</b>	b9	<b>k6</b>	k7	<b>r6</b>	r7
<b>H9</b>	f8	f9	b11	m4	m5	s5	<b>s6</b>
H10	e5	e6	b12	m6	m7	s7	s8
<b>H11</b>	e7	<b>e8</b>	a9	n5	<b>n6</b>	t5	t6
H12	e9	d6	a11	n7	-	t7	u5
H13	d7	d8	-	-	-	u6	u7
H14	<b>d9</b>	d10	-	-	-	u8	v6
H15	<b>d11</b>	-	-	-	-	v7	x7
Система вала							
Основной вал Таблица 10	Поля допусков отверстий для образования посадок						
	с зазорами			переходных		с натягами	
	Таблица 12		Таблица 11	Таблица 13		Таблица 14	
h5	G7	F5	C9	J6	<b>JS7</b>	P7	P8
h6	F6	F7	C11	J7	JS8	P9	R6
h7	<b>F8</b>	F9	B9	J8	K5	R7	R8
h8	E5	E6	B11	K6	<b>K7</b>	S6	S7
h9	E7	E8	B12	K8	M5	T6	T7
h10	E9	E10	A9	M6	M7	-	U8
h11	D6	D7	A11	M8	N6	-	-
h12	D8	D9	-	<b>N7</b>	N8	-	-
h13	D10	D11	-	N9	-	-	-
h14	-	-	-	-	-	-	-

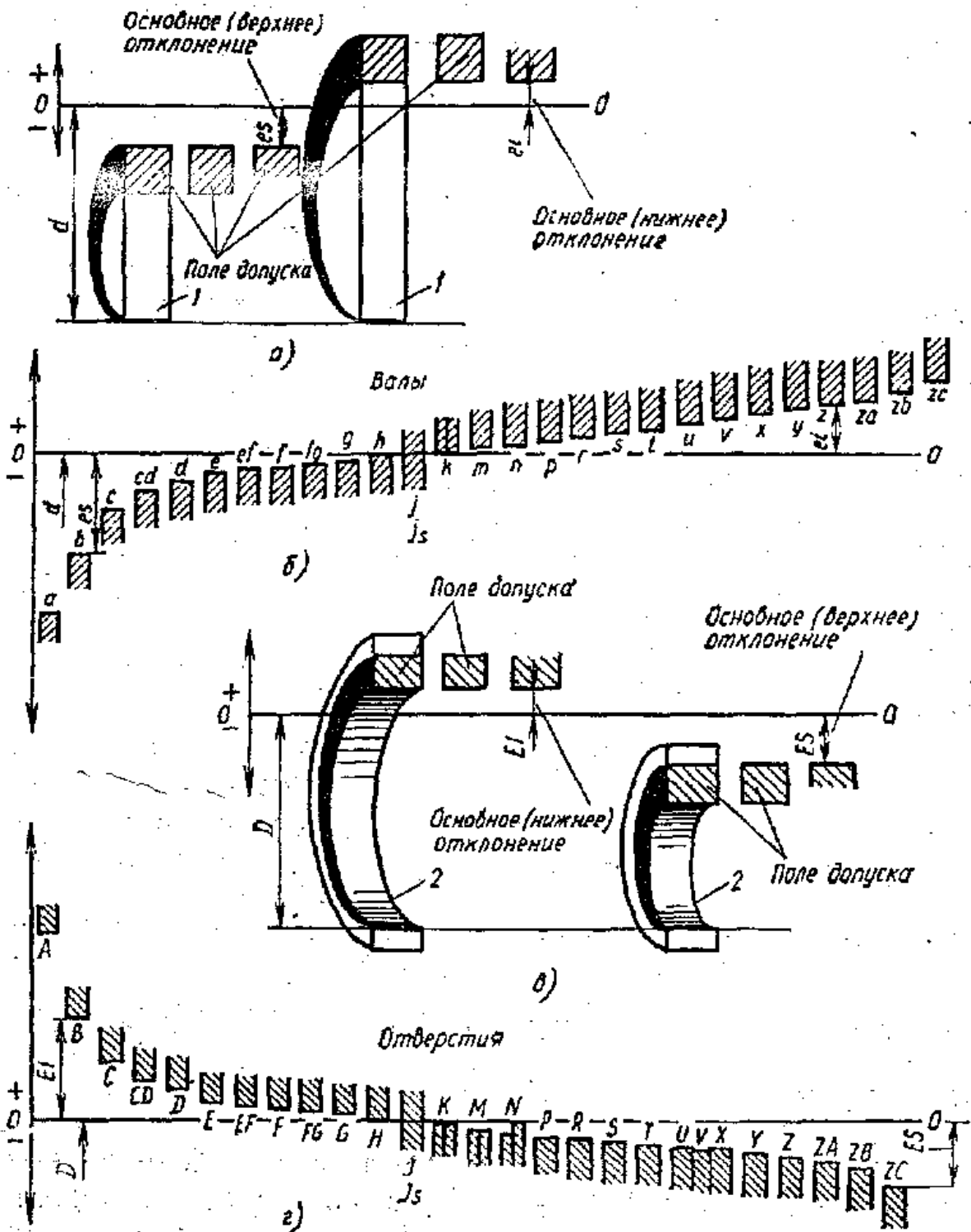


Рис. 1. Основные отклонения валов (а и б) и отверстий (в и г);  $d$  ( $D$ ) — номинальный размер вала (отверстия)



Система отверстия. Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения (в мкм) основных отверстий в ЕСДП.

Таблица 5

Поле допуска	отклонение отверстия	Интервал номинальных размеров основных отверстий, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250
H6	+ES	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H7	+ES	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H8	+ES	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H9	+ES	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H10	+ES	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H11	+ES	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H12	+ES	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H13	+ES	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H14	+ES	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H15	+ES	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Система отверстия. Посадки с большими зазорами. Верхние (es) и нижние (ei) отклонения (в мкм) валов в ЕСДП.

Таблица 6

Поле допуска вала	отклонение вала	Интервал номинальных размеров валов, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 40	Св.40 до 50	Св.50 до 65	Св.65 до 80	Св.80 до 100
c9	-es	60	70	80	95	110	120	130	140	150	170
	-ei	85	100	116	138	162	182	192	214	224	257
c11	-es	60	70	80	95	110	120	130	140	150	170
	-ei	120	145	170	205	240	280	290	330	340	390
b9	-es	140	140	150	150	160	170	180	190	200	220
	-ei	165	170	186	193	212	232	242	264	274	307
b11	-es	140	140	150	150	160	170	180	190	200	220
	-ei	200	215	240	260	290	330	340	380	390	440
b12	-es	140	140	150	150	160	170	180	190	200	220
	-ei	240	260	300	330	370	420	430	490	500	570
a9	-es	270	270	280	290	300	310	320	340	360	380
	-ei	295	300	316	333	352	372	382	414	434	467
a11	-es	270	270	280	290	300	310	320	340	360	380
	-ei	330	345	370	400	430	470	480	530	550	600

Система отверстия. Посадки с зазором. Верхние (es) и нижние (ei) отклонения (в мкм) валов в ЕСДП.

Таблица 7

Поле допуска вала	отклонение вала	Интервал номинальных размеров валов, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250
<b>g6</b>	-es	2	4	5	6	7	9	10	12	14	15
	-ei	8	12	14	17	20	25	19	34	39	44
g7	-es	2	4	5	6	7	9	10	12	14	15
	-ei	12	16	20	24	28	34	40	47	54	61
f4	-es	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
	-ei	9	14	17	21	26	32	38	46	55	64
f5	-es	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
	-ei	10	15	19	24	29	36	43	51	61	70
f6	-es	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
	-ei	12	18	22	27	33	41	49	58	68	79
<b>f7</b>	-es	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
	-ei	16	22	28	34	41	50	60	71	83	96
f8	-es	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
	-ei	20	28	35	43	53	64	76	90	106	122
f9	-es	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
	-ei	31	40	49	59	72	87	104	123	143	165
e5	-es	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
	-ei	18	25	31	40	49	61	73	87	103	120
e6	-es	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
	-ei	20	28	34	43	53	66	79	94	110	129
e7	-es	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
	-ei	24	32	40	50	61	75	90	107	125	146
<b>e8</b>	-es	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
	-ei	28	38	47	59	73	89	106	126	148	172
e9	-es	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
	-ei	39	50	61	75	92	112	134	159	185	215
d6	-es	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
	-ei	26	38	49	61	78	96	119	142	170	199
d7	-es	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
	-ei	30	42	55	68	86	105	130	155	185	216
d8	-es	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
	-ei	34	48	62	77	98	119	146	174	208	242
<b>d9</b>	-es	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
	-ei	45	60	76	93	117	142	174	207	245	285
d10	-es	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
	-ei	60	78	98	120	149	180	220	260	305	355
<b>d11</b>	-es	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
	-ei	80	105	130	160	195	240	290	340	395	460

Система отверстия. Переходные посадки. Верхние (es) и нижние (ei) отклонения (в мкм) валов в ЕСДП.

Таблица 8

Поле допуска вала	отклонение	Интервал номинальных размеров валов, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250
<b>j6</b>	+es	3	4	4,5	5,5	6,5	8	9,5	11	12,5	14,5
	-ei	3	4	4,5	5,5	6,5	8	9,5	11	12,5	14,5
j7	+es	5	6	7	9	10	12	15	17	20	23
	-ei	5	6	7	9	10	12	15	17	20	23
k4	+es	3	5	5	6	8	9	10	13	15	18
	+ei	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4
k5	+es	4	6	7	9	11	13	15	18	21	24
	+ei	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4
<b>k6</b>	+es	6	9	10	12	15	18	21	25	28	33
	+ei	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4
k7	+es	10	13	16	19	23	27	32	38	43	50
	+ei	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4
m4	+es	5	8	10	12	14	16	19	23	27	31
	+ei	2	4	6	7	8	9	11	13	15	17
m5	+es	6	9	12	15	17	20	24	28	33	37
	+ei	2	4	6	7	8	9	11	13	15	17
m6	+es	8	12	15	18	21	25	30	35	40	46
	+ei	2	4	6	7	8	9	11	13	15	17
m7	+es	-	16	21	25	29	34	41	48	55	63
	+ei		4	6	7	8	9	11	13	15	17
n5	+es	8	13	16	20	24	28	33	38	45	51
	+ei	4	8	10	12	15	17	20	23	27	31
<b>n6</b>	+es	10	16	19	23	28	33	39	45	52	60
	+ei	4	8	10	12	15	17	20	23	27	31
n7	+es	14	20	25	30	36	42	50	58	67	78
	+ei	4	8	10	12	15	17	20	23	27	31

Система отверстия. Посадки с натягом. Верхние (es) и нижние (ei) отклонения (в мкм) валов в ЕСДП.

Таблица 9

Поле допуска вала	отклонение вала	Интервал номинальных размеров валов, мм.									
		Св.18 до 24	Св.24 до 30	Св.30 до 40	Св.40 до 50	Св.50 до 65	Св.65 до 80	Св.80 до 100	Св.100 до 120	Св.120 до 140	Св.140 до 150
p5	+es	31		37		45		52		61	
	+ei	22		26		32		37		43	
p6	+es	35		42		51		59		68	
	+ei	22		26		32		37		43	
p7	+es	43		51		62		72		83	
	+ei	22		26		32		37		43	
r5	+es	37		45		54	56	66	69	81	83
	+ei	28		34		41	43	51	54	63	65
r6	+es	41		50		60	62	73	76	88	90
	+ei	28		34		41	43	51	54	63	65
r7	+es	49		59		71	73	86	89	103	105
	+ei	28		34		41	43	51	54	63	65
s5	+es	44		54		66	72	86	94	110	118
	+ei	35		43		53	59	71	79	92	100
s6	+es	48		59		72	78	93	101	117	125
	+ei	35		43		53	59	71	79	92	100
s7	+es	56		68		83	89	106	114	132	140
	+ei	35		43		53	59	71	79	92	100
s8	+es	68		82		99	105	125	133	155	163
	+ei	35		43		53	59	71	79	92	100
t5	+es	-	50	59	65	79	88	106	119	140	152
	+ei		41	48	54	66	75	91	104	122	134
t6	+es	-	54	64	70	85	94	113	126	147	159
	+ei		41	48	54	66	75	91	104	122	134
t7	+es	-	62	73	79	96	105	126	139	162	174
	+ei		41	48	54	66	75	91	104	122	134
u5	+es	50	57	71	81	100	115	139	159	188	208
	+ei	41	48	60	70	87	102	124	144	170	190
u6	+es	54	61	76	86	106	121	146	166	195	215
	+ei	41	48	60	70	87	102	124	144	170	190
u7	+es	62	69	85	95	117	132	159	179	210	230
	+ei	41	48	60	70	87	102	124	144	170	190
u8	+es	74	81	99	109	133	148	178	198	233	253
	+ei	41	48	60	70	87	102	124	144	170	190
v6	+es	60	68	84	97	121	139	168	194	227	253
	+ei	47	55	68	81	102	120	146	172	202	228
v7	+es	68	76	93	106	132	150	181	207	242	268
	+ei	47	55	68	81	102	120	146	172	202	228
x7	+es	75	85	105	122	152	176	213	245	288	320
	+ei	54	64	80	97	122	146	178	210	248	280

Система вала. Верхние (es) и нижние (ei) отклонения (в мкм) основных валов в ЕСДП.

Таблица 10

Поле допуска вала	отклонение вала	Интервал номинальных размеров основных валов, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250
h5	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20
h6	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29
h7	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46
h8	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72
h9	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115
h10	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185
h11	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290
h12	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460
h13	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720
h14	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-ei	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150

Система вала. Посадки с большими зазорами. Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения (в мкм) отверстий в ЕСДП.

Таблица 11

Поле допуска отверстия	отклонение отверстия	Интервал номинальных размеров отверстий, мм.									
		Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 40	Св.40 до 50	Св.50 до 65	Св.65 до 80	Св.80 до 100	Св.100 до 120	Св.120 до 140	Св.140 до 160
C9	+ES	138	162	182	192	214	224	257	267	300	310
	+EI	95	110	120	130	140	150	170	180	200	210
C11	+ES	205	240	280	290	330	340	390	400	450	460
	+EI	95	110	120	130	140	150	170	180	200	210
B9	+ES	193	212	232	242	264	274	307	327	360	380
	+EI	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280
B11	+ES	260	290	330	340	380	390	440	460	510	530
	+EI	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280
B12	+ES	330	370	420	430	490	500	570	590	660	680
	+EI	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280
A9	+ES	333	352	372	382	414	434	467	497	560	620
	+EI	290	300	310	320	340	360	380	410	460	520
A11	+ES	400	430	470	480	530	550	600	630	710	770
	+EI	290	300	310	320	340	360	380	410	460	520

Система вала. Посадки с зазорами. Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения (в мкм) отверстий в ЕСДП.

Таблица 12

Поле допуска отверстия	отклонение отверстия	Интервал номинальных размеров отверстий, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250
G7	+ES	12	16	20	24	28	34	40	47	54	61
	+EI	2	4	5	6	7	9	10	12	14	15
F5	+ES	10	15	19	24	29	36	43	51	61	70
	+EI	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
F6	+ES	12	18	22	27	33	41	49	58	68	79
	+EI	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
F7	+ES	16	22	28	34	41	50	60	71	83	96
	+EI	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
F8	+ES	20	28	35	43	53	64	76	90	106	122
	+EI	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
F9	+ES	31	40	49	59	72	87	104	123	143	165
	+EI	6	10	13	16	20	25	30	36	43	50
E5	+ES	18	25	31	40	49	61	73	87	103	120
	+EI	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
E6	+ES	20	28	34	43	53	66	79	94	110	129
	+EI	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
E7	+ES	24	32	40	50	61	75	90	107	125	146
	+EI	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
E8	+ES	28	38	47	59	73	89	106	126	148	172
	+EI	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
E9	+ES	39	50	61	75	92	112	134	159	185	215
	+EI	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
E10	+ES	54	68	83	102	124	150	180	212	245	285
	+EI	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100
D6	+ES	26	38	49	61	78	96	119	142	170	199
	+EI	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
D7	+ES	30	42	55	68	86	105	130	155	185	216
	+EI	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
D8	+ES	34	48	62	77	98	119	146	174	208	242
	+EI	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
D9	+ES	45	60	76	93	117	142	174	207	245	285
	+EI	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
D10	+ES	60	78	98	120	149	180	220	260	305	355
	+EI	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170
D11	+ES	80	105	130	160	195	240	290	340	395	460
	+EI	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170

Система вала. Переходные посадки. Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения (в мкм) отверстий в ЕСДП.

Таблица 13

Поле допуска отверстия	отклонение отверстия	Интервал номинальных размеров отверстий, мм.									
		Св.1 до 3	Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св.10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250
J6	+ES	2	5	5	6	8	10	13	16	18	22
	-EI	4	3	4	5	5	6	6	6	7	7
JS7	+ES	5	6	7	9	10	12	15	17	20	23
	-EI	5	6	7	9	10	12	15	17	20	23
J7	+ES	4	6	8	10	12	14	18	22	26	30
	-EI	6	6	7	8	9	11	12	13	14	16
JS8	+ES	7	9	11	13	16	19	23	27	31	36
	-EI	7	9	11	13	16	19	23	27	31	36
J8	+ES	6	10	12	15	20	24	28	34	41	47
	-EI	8	8	10	12	13	15	18	20	22	25
K5	+ES	0	0	1	2	1	2	3	2	3	2
	-EI	4	5	5	6	8	9	10	13	15	18
K6	+ES	0	2	2	2	2	3	4	4	4	5
	-EI	6	6	7	9	11	13	15	18	21	24
K7	+ES	0	3	5	6	6	7	9	10	12	13
	-EI	10	9	10	12	15	18	21	25	28	33
K8	+ES	0	5	6	8	10	12	14	16	20	22
	-EI	14	13	18	19	23	27	32	38	43	50
M5	+ES	2	3	4	4	5	5	6	8	9	11
	-EI	6	8	10	12	14	16	19	23	27	31
M6	+ES	2	1	3	4	4	4	5	6	8	8
	-EI	8	9	12	15	17	20	24	28	33	37
M7	+ES	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-EI	12	12	15	18	21	25	30	35	40	46
M8	+ES	-	2	1	2	4	5	5	6	8	9
	-EI		16	21	25	29	34	41	48	55	63
N6	+ES	4	5	7	9	11	12	14	16	20	22
	-EI	10	13	16	20	24	28	33	38	45	51
N7	+ES	4	4	4	5	7	8	9	10	12	14
	-EI	14	16	19	23	28	33	39	45	52	60
N8	+ES	4	2	3	3	3	3	4	4	4	5
	-EI	18	20	25	30	36	42	50	58	67	77
N9	+ES	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-EI	29	30	36	43	52	62	74	87	100	115

Система вала. Посадки с натягом. Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения (в мкм) отверстий в ЕСДП.

Таблица 14

Поле допуска отверстия	отклонение отверстия	Интервал номинальных размеров отверстий, мм.									
------------------------	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		Св.10 до 18	Св.18 до 24	Св.24 до 30	Св.30 до 40	Св.40 до50	Св.50 до65	Св.65 до80	Св.80 до 100	Св.100 до120	Св.120 до 140
P7	-ES	11	14		17		21		24		28
	-EI	29	35		42		51		59		68
P8	-ES	18	22		26		32		37		43
	-EI	45	55		65		78		91		106
P9	-ES	18	22		26		32		37		43
	-EI	61	74		88		106		124		143
R6	-ES	20	24		29		35	37	44	47	56
	-EI	31	37		45		54	56	66	69	81
R7	-ES	16	20		25		30	32	38	41	48
	-EI	34	41		50		60	62	73	76	88
R8	-ES	23	28		34		41	43	51	54	63
	-EI	50	61		73		87	89	105	108	126
S6	-ES	25	31		38		47	53	64	72	85
	-EI	36	44		54		66	72	86	94	110
S7	-ES	21	27		34		42	48	58	66	77
	-EI	39	48		59		72	78	93	101	117
T6	-ES	-	-	37	43	49	60	69	84	97	115
	-EI			50	59	65	79	88	106	119	140
T7	-ES	-	-	33	39	45	55	64	78	91	107
	-EI			54	64	70	85	90	113	126	147
U8	-ES	33	41	48	60	70	87	102	124	144	170
	-EI	60	74	81	99	109	133	148	178	198	233

---



## Шероховатость поверхности (ГОСТ 2789—73)

Таблица 15.

Среднее арифметическое профиля		Ra, мкм		
<u>100</u>	10.0	1.00	<u>0.100</u>	0.010
80	8.0	<u>0.80</u>	0.080	0.008
63	<u>6.3</u>	0.63	0.063	
50	5.0	0.50	<u>0.050</u>	
40	4.0	<u>0.40</u>	0.040	
32	<u>3.2</u>	0.32	0.032	
<u>25</u>	2.5	0.25	<u>0.025</u>	
20	2.0	<u>0.20</u>	0.020	
16.0	<u>1.60</u>	0.160	0.016	
<u>12.5</u>	1.25	0.125	<u>0.012</u>	

Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz, мкм					
	1000	<u>100</u>	10.0	1.00	<u>0.100</u>
	800	80	8.0	<u>0.80</u>	0.080
	630	63	<u>6.3</u>	0.63	0.063
	500	<u>50</u>	5.0	0.50	<u>0.050</u>
	<u>400</u>	40	4.0	<u>0.40</u>	0.040
	320	32	<u>3.2</u>	0.32	0.032
	250	<u>25.0</u>	2.5	0.25	<u>0.025</u>
	<u>200</u>	20.0	2.0	<u>0.20</u>	
1600	160	16.0	<u>1.60</u>	0.160	
1250	125	<u>12.5</u>	1.25	0.125	

Примечание. Подчеркнутые отклонения являются предпочтительными при нормировании параметра.

Выбор параметров шероховатости в зависимости от эксплуатационных свойств поверхности детали.

Таблица 16.

Условия работы поверхности детали.	Параметры шероховатости
Испытывают трение скольжения и качения, подвержены изнашиванию, должны быть износостойкими.	Ra (Rz), tp.
Испытывают контактные напряжения, должны иметь высокую контактную жесткость и прочность.	Ra (Rz), tp.
Испытывают переменные нагрузки, должны иметь виброустойчивость и прочность при циклических нагрузках.	Rmax, Sm (S).
Образуют герметичные соединения деталей.	Ra (Rz), tp.
Образуют неподвижность соединенных деталей, например в соединениях с натягом.	Ra (Rz)

Параметры шероховатости Ra, мкм	Наименование поверхности изделия	Метод обработки
50 – 25	Вал	Черновое обтачивание.
12,5 - 6,3	Зубчатое колесо Шлицевой вал (Отверстие)	Зубонарезание модульной фрезой. Предварительное шлицефрезерование. Черновое растачивание.
12,5 - 3,2	(Отверстие) (Плоская) Вал	Сверление и растачивание. Черновое торцовое фрезерование. Получистовое обтачивание
6,3 - 3,2	Зубчатое колесо (Отверстие)	Зубонарезание червячной фрезой. Черновое зенкерование.
6,3 - 1,6	(Плоская) (Отверстие)	Шабрение, чистовое торцовое точение, чистовое строгание. Получистовое растачивание
3,2 - 1,6	Зубчатое колесо Шлицевой вал	Зубонарезание долбяками. Предварительное шлифование.
3,2 - 1,25	(Отверстие) (Плоская)	Чистовое зенкерование. Черновое протягивание.
2,5 - 1,25 2,5 – 1 2,5 – 0,8 2,5 – 0,63 1,6 – 0,8	(Отверстие) Вал. » (Плоская) Шлицевая втулка	Черновое развёртывание. Предварительное шлифование. Чистовое обтачивание . Шабрение от себя. Шлицепротягивание.
1,25 – 0,63 1,25 – 0,32 1,25 – 0,2 1 – 0,2	(Отверстие) » Вал (Плоская)	Чистовое развертывание. Чистовое протягивание. Чистовое шлифование. Тонкое фрезерование.
1 – 0,32	Шлицевой вал Зубчатое колесо	Обкатывание шлицев. Обкатывание зубьев.
0,8 – 0,2 0,8 – 0,1 0,63 – 0,32 0,32 – 0,08 0,25 – 0,05 0,25 – 0,04 0,16 – 0,02	(Отверстие) Вал (Отверстие) » Вал (Отверстие) »	Тонкое растачивание. Тонкое обтачивание. Тонкое развертывание. Тонкое шлифование. То же Тонкое хонингование. Притирка.

Минимальные требования к шероховатости поверхности (по параметру Ra, мкм) в зависимости от допусков размера.

Таблица 18.

Допуск размера	Номинальные размеры, мм				Допуск размера	Номинальные размеры, мм			
	до 18	18 до 50	50 до 120	Св.120		до 18	18 до 50	50 до 120	Св.120
IT5	0,4	0,8	1,6	1,6	IT8	1,6	3,2	3,2	3,2
	0,2	0,4	0,8	0,8		0,8	1,6	3,2	3,2
	0,1	0,2	0,4	0,4		0,4	0,8	1,6	1,6
IT6	0,8	1,6	1,6	3,2	IT9	3,2	3,2	6,3	6,3
	0,4	0,8	0,8	1,6		1,6	3,2	3,2	6,3
	0,2	0,4	0,4	0,8		0,8	1,6	1,6	3,2
IT7	1,6	3,2	3,2	3,2	IT10	3,2	6,3	6,3	6,3
	0,8	1,6	1,6	3,2		1,6	3,2	3,2	6,3
	0,4	0,8	0,8	1,6		0,8	1,6	1,6	3,2

Средства измерения наружных и внутренних линейных размеров (в мм)

Таблица 19

Прибор	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления (отсчет по нониусу)	Пределы допускаемой погрешности при классе точности			Пример обозначения
				0	1	2	
Штангенциркуль (ГОСТ 166—80)	ШЦ-1	0—125	(0,1)	±0,05			Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80 (пределы измерений 0—250 мм; значение отсчета по нониусу 0,05 мм)
	ШЦ-П ШЦ-Ш	0—160 0—200 0—250	(0,1 и 0,05)	При нониусе 0,05 ±0,05 При нониусе 0,1:			
	ШЦ-Ш	0—315 0—400 0—500 250—630 250—800 320—1000 500—1250 500—1600 800—2000	(0,1)	±0,06 для участка 0--100 ±0,07 » » 100--200 ±0,08 » » 200--250 ±0,08 » » 250--300 ±0,09 » » 300--400 ±0,1 » » 400--1000 ±0,16 » » 1000--1100 ±0,17 » » 1100--1200 ±0,18 » » 1200--1300 ±0,19 » » 1300--1400 ±0,2 » » 1400--2000			
Штангенглубиномер (ГОСТ 162—80)	ШГ	0—160; 0—200; 0—250; 0—315; 0—400	(0,05)	±0,05			Штангенглубиномер ШГ-200 ГОСТ 162—80 2
Штангенрейсмас (ГОСТ 164—80)	ШР	0—250; 40—400; 60—630	(0,05)	±0,05			Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164—80 (пределы измерений 0—250 мм; значение отсчета по нониусу 0,05 мм)
		100 - 1000 600 - 1600 1500 - 2500	(0,1)	±0,1 для участка до 1000 ±0,15 » » 1000—1600 ±0,2 » » 1600—2500			
Гладкий микрометр (ГОСТ 6507—78)	МК	0—25	0,01	-	±0,002	±0,004	Микрометр М К-50-1 ГОСТ 6507—78 (пределы измерения 25—50 мм; класс точности 1)
		25—50; 50—75; 75—100			±0,0025	±0,004	
		100—125 125—150 150—175 175—200			±0,003	±0,005	
		200—225 225—250 250—275 275—300			±0,004	±0,006	
		300—400 400—500			±0,005	±0,008	
		500—600			±0,006	±0,01	
		500—600			±0,006	±0,01	
Микрометрический глубиномер (ГОСТ 7470—78)	ГМ	0 - 25 25 - 50 50 - 100 100 - 150	0,01	-	±0,002 ±0,003 ±0,003 ±0,004	±0,004 ±0,004 ±0,005 ±0,006	Глубиномер 5 ГМ-150 ГОСТ 7470—78 (пределы измерения 100-150 мм)
Индикатор часового типа (ГОСТ 577-68)	ИЧ	0 - 2, 0 - 5, 0 - 10, 0 - 25	0,01	0,01 0,012 0,015 0,022	0,012 0,016 0,02 0,03	—	Индикатор ИЧ 10Б кл. 1 ГОСТ 577—68 (диапазон измерения 0—10 мм; Б — брызгозащитный; класс точности 1)
	ИТ	0 - 2	0,01	0,01	0,012	—	
Многооборотный индикатор (ГОСТ 9696—82)	1МИГ	0 - 1	0,001	0,002			Индикатор 1МИГ ГОСТ 9696—82 7
	2МИГ	0 - 2	0,002	0,003			
Скоба рычажная (ГОСТ 11098—75)	СР	0 - 25; 25 - 50; 50 - 75 75 - 100 100 - 125 125 - 150	0,002	±0,002			Скоба СР 50 ГОСТ. 31098-75 (диапазон измерений 25—50 мм) 8
Скоба индикаторная (ГОСТ 11098-75)	СИ	0—50; 50—100	0,01	±0,008			Скоба СИ-50 ГОСТ 11098-75. (диапазон измерения 0—50 мм) 9
		100—200		±0,01			
		200—300 300—400		±0,012			
		400—500 500—600		±0,015			
		600—700 700—800		±0,02			
		800—1000		±0,02			
1	2	3	4	5			6

1	2	3	4	5			6
Рычажный микрометр (ГОСТ 4381—87)	МР	0—25; 25—50	0,002	±0,003			Микрометр МР-50 ГОСТ 4381—87 (диапазон измерений 25—50 мм) <b>10</b>
		50—75		±0,004			
		75—100		±0,005			
		100—125		±0,006			
		125—150		±0,007			
		150—200					
Рычажный микрометр (ГОСТ 4381—87)	МРИ	200—250	0,01	±0,007			Микрометр МРИ 400—0,01 ГОСТ 4381—87 (диапазон измерений 300—400 мм; цена деления 0,01 мм) <b>11</b>
		250—300		±0,008			
		300—400		±0,01			
		400—500		±0,012			
		500—600		±0,014			
		600—700		±0,016			
		706—800		±0,018			
		800—900		±0,02			
		900—1000		±0,025			
		1000—1200		±0,028			
		1200—1400		±0,032			
		1400—1600		±0,036			
Электронный показывающий прибор (ГОСТ 23714—79).	(276)	±0,003	0,0001	±0,001			Показывающий прибор с индуктивным преобразователем мод. 276 <b>12</b>
		±0,015	0,0005				
		±0,030	0,001				
		±0,150	0,005				
		±0,300	0,01				
Пружинная измерительная головка (ГОСТ 6933—81)	1ИГП 2ИГП 5ИГП 10ИГП	±0,03	0,001	0,0006			Измерительная головка 1ИГП ГОСТ 6933—81
		±0,06	0,002	0,0012			
		±0,150	0,005	0,003			
		±0,300	0,01	0,005			
Оптикатор (ГОСТ 10593—74)	05П 1П	±0,05	0,0005	±0,0004			Оптикатор 1П ГОСТ 10593—74
		±0,125	0,001	±0,0008			
Индикаторный нутромер (ГОСТ 868—82)	ИН	6—10; 10—18	0,01	-	0,008	0,012	Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868—82 (диапазон измерения 6-10 мм класс точности 1) <b>15</b>
		18—50		-	0,012	0,015	
		50—100		-	0,015	0,018	
		100—160		-	-	-	
		160—250		-	-	0,022	
Нутромер с головкой 1ИГ (ГОСТ 9244—75)	(103)	3 - 6	0,001	±0,0018			Нутромер мод. 103 ГОСТ 9244—75 <b>16</b>
	(104)	6 - 10		±0,001			
Нутромер с головкой 2ИГ (ГОСТ 9244—75)	(106)	10—18	0,002	±0,0035			Нутромер, мод. 106 ГОСТ 9244—75 <b>17</b>
	(109)	18-50		±0,0035			
	(154)	50—100		±0,004			
	(155)	100—160					
	(156)	160—260					
Нутромер с микрометрической головкой (ГОСТ 40—88)	НМ	50—75	0,01	±0,004 при размере 50—125			Нутромер НМ-75 ГОСТ 10—88 (верхний предел измерения 75мм) <b>18</b>
		75 - 125		±0,006 при размере 125—200			
		75—600		±6,008 » » 200—325			
		150—1250		±0,010 » » 325—500			
Нутромер с микроголовкой оснащённой индикатором часового типа (ГОСТ 10—88)	НМИ	1250—4000 2500—6000	0,01	±0,015 » » 500—800			Нутромер НМИ 4000 ГОСТ 10—88 <b>19</b>
				±0,020 » » 800—1250			
				±0,025 » » 1250—1600			
				±0,030 » » 1600—2000			
				±0,040 » » 2000—2500			

Допускаемые погрешности измерения, в мкм (ГОСТ 8.051-81)

Таблица 20

Номинальные размеры, мм	Квалитеты													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До3	1	1,4	1,8	3	3	6	8	12	20	30	50	80	120	200
Св. 3 до 6	1,4	1,6	2	3	4	8	10	16	30	40	60	100	160	240
Св. 6 до10	1,4	2	2	4	5	9	12	18	30	50	80	120	200	300
Св. 10 до18	1,6	2,8	3	5	7	10	14	30	40	60	90	140	240	380
Св.18 до30	2	3	4	6	8	12	18	30	50	70	120	180	280	440

Св.30 до 50	2, 4	4	5	7	10	16	20	40	50	80	140	200	320	500
Св.50 до 80	2, 8	4	5	9	12	18	30	40	60	100	160	240	400	600
Св.80 до 120	3	5	6	10	12	20	30	50	70	120	180	280	440	700
Св.120 до 180	4	6	7	12	16	30	40	50	80	140	200	320	500	800
Св.180 до 250	5	7	8	12	18	30	40	60	100	160	240	380	600	1000