



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, ИНФОРМАЦИОННЫХ**  
**ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

**И.А. Полунин**  
**О.В. Артебякина**

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ**

**Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Направленность (профиль) Транспорт

Челябинск  
2022

УДК 389 : 378

ББК 30.10 : 74.480.267

М 54

**Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов очной формы обучения по направлению подготовки бакалавриата 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) направленность (профиль) Транспорт по дисциплине «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость»** - под общей ред. Полунина И.А. - Челябинск: Изд-во «Библиотека А. Миллера» - 2022. - 141с.

ISBN 978-5-93162-701-4

**Составители:**

**Полунин И.А.**, к.т.н., доцент кафедры Автомобильного транспорта, информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам

**Артебьякина О.В.**, к.п.н., доцент кафедры подготовки педагогов профессионального обучения и предметных методик.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость» предназначены для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) направленность (профиль) Транспорт.

В методические рекомендации включены пояснительная записка, трудоемкость самостоятельной работы, содержание, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость», предусмотренные рабочей программой.

ISBN 978-5-93162-701-4

© И.А. Полунин, О.В. Артебьякина

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.....	4
2. Трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине .....	6
3. Содержание самостоятельной работы по дисциплине .....	7
4.Задания для самостоятельной работы по темам и их оценка .....	80
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	139

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Одной из важных и актуальных проблем высшего образования в настоящее время является организация самостоятельной работы студентов.

Закон Российской Федерации «Об образовании» определяет следующие задачи содержания образования: формирование у студента адекватной современному уровню знаний картины мира; формирование человека-гражданина, интегрированного в современное общество и нацеленного на его совершенствование; обеспечение и развитие кадрового потенциала экономики, культуры, науки и техники.

Успешное решение этих задач возможно лишь в том случае, когда само образование способствует созданию этих компетенций, а не передает их в готовом виде. При этом самостоятельная работа студентов играет немаловажную роль в системе подготовки будущего педагога.

Стандарт задает объем самостоятельной работы, на выполнение которой отводится не менее 60% учебного времени для дневной и 80% - для заочной форм обучения. Проводится самостоятельная работа как на аудиторных, так и внеаудиторных занятиях.

Студент, являясь активным участником образовательного процесса, не только прослушивает лекцию и конспектирует основные положения, но и анализирует, сопоставляет, делает выводы. Поэтому одним из условий эффективного проведения аудиторных занятий является самостоятельная работа студента. К ней можно отнести следующие виды деятельности: написание реферата, выполнение контрольной работы, контрольных заданий, подготовка к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам, выполнение домашних контрольных работ, участие в олимпиадах, подбор и изучение литературных источников по заданной теме, составление таблиц и др.

Кроме того, самостоятельная работа может проводиться в различных организационных формах: индивидуально, в парах, в группах или целой аудиторией. Все эти формы способствуют развитию познавательных,

организационных и коммуникативных умений, направленных на формирование определенных компетенций.

По формам отчетности могут быть использованы: контрольные работы, тестирование, составление схем, таблиц, конспектирование основных положений и т.д.

Для оценивания может быть использована рейтинговая система контроля, учитывающая индивидуальную самостоятельную работу студентов в ходе всего обучения.

Данные методические рекомендации являются приложением к рабочей программе дисциплины «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость».

## 2. ТРУДОЕМКОСТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование раздела дисциплины и тем	Трудоемкость (в часах)
	СРС
<b>Метрология</b>	<b>32</b>
Основы метрологического обеспечения	4
Основные понятия, связанные со средствами измерения	4
Штангенинструмент и микрометрический инструмент	4
Рычажно-механические приборы	4
Порядок измерения деталей машин измерительными средствами	4
Расчёт гладких калибров и их допусков	4
Контроль размеров деталей машин различными средствами измерений	4
Обозначение на чертежах шероховатостей, допусков форм и расположения поверхностей	4
<b>Стандартизация</b>	<b>20</b>
Техническое регулирование	8
Основные понятия о стандартизации. Исторические основы ее развития	6
Основные понятия о подтверждении соответствия	6
<b>Взаимозаменяемость</b>	<b>28</b>
Основные понятия о взаимозаменяемости	6
Понятие о посадках	6
Допуски и посадки гладких цилиндрических сопряжений	6
Группы и виды посадок	6
Единые принципы построения системы допусков и посадок	2
Определение размеров деталей, посадок в сопряжениях и исполнительных размеров калибров	2
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>80</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### МЕТРОЛОГИЯ (32 часа)

##### Тема 1. Основы метрологического обеспечения (4 часа)

**Метроло́гия** (от греч. μέτρον «мера» + λόγος «мысль; причина») — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Предметом метрологии является извлечение количественной информации о свойствах объектов с заданной точностью и достоверностью; нормативная база для этого — метрологические стандарты.

Метрология состоит из трёх основных разделов:

- *Теоретическая* или фундаментальная — рассматривает общие теоретические проблемы (разработка теории и проблем измерений физических величин, их единиц, методов измерений).

- *Прикладная*— изучает вопросы практического применения разработок теоретической метрологии. В её ведении находятся все вопросы метрологического обеспечения.

- *Законодательная*— устанавливает обязательные технические и юридические требования по применению единиц физической величины, методов и средств измерений.

#### *Цели и задачи метрологии*

- создание общей теории измерений;
- образование единиц физических величин и систем единиц;
- разработка и стандартизация методов и средств измерений, методов определения точности измерений, основ обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений (так называемая «законодательная метрология»);
- создание эталонов и образцовых средств измерений, поверка мер и средств измерений. Приоритетной подзадачей данного направления является выработка системы эталонов на основе физических констант.

Также метрология изучает развитие системы мер, денежных единиц и счёта в исторической перспективе.

### ***Термины и определения метрологии***

- *Единство измерений*— состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимым первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

- *Физическая величина*— одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

- *Измерение*— совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с её единицей и получения значения этой величины.

- *Средство измерений*— техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики воспроизводящие и (или) хранящие единицу величины, размер которой принимается неизменным в пределах установленной погрешности в течение известного интервала времени.

- *Поверка*— совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

- *Погрешность измерения*— отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

*Погрешность средства измерения*— разность между показанием средства измерений и действительным значением измеряемой физической величины.

- *Точность средства измерений*— характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю.



- *Лицензия*— это разрешение, выдаваемое органом государственной метрологической службы на закрепленной за ним территории физическому или юридическому лицу на осуществление ему деятельности по производству и ремонту средств измерения.

- *Эталон единицы величины*— техническое средство, предназначенное для передачи, хранения и воспроизведения единицы величины.

### ***Классификация физических величин.***

*Физическая величина* — одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них. Качественная сторона понятия физическая величина определяет род величины (длина, масса), а количественная ее «размер» (длина, масса конкретного объекта). Размер физической величины существует объективно независимо от того знаем мы его или нет. Различают семь основных физических величин, которые характеризуют фундаментальные свойства материального мира: - длина; - масса; - время; - сила электрического тока; - термодинамическая температура; - количество вещества; - сила света. С помощью этих и двух дополнительных величин — плоского и телесного углов, — введенных исключительно для удобства, образуют производные физические величины и обеспечивают описание свойств физических объектов, явлений и процессов.

Физические величины делятся по видам явлений на следующие группы:

*Вещественные* — описывают физические и физико-химические свойства веществ и материалов. Вещественные физические величины называют также пассивными потому, что для их измерения необходимо формировать сигнал измерительной информации при помощи вспомогательного источника энергии.

*Энергетические* — описывают энергетические характеристики процессов преобразования, передачи и использования энергии. Энергетические физические величины называют активными.

*Характеризующие протекание процессов во времени* — к этой группе относят различного рода спектральные характеристики корреляционные функции и другие.

По принадлежности к различным группам физических процессов физические величины подразделяют на следующие:

- пространственно-временные;
- механические;
- тепловые;
- электрические и магнитные;
- акустические;
- световые;
- физико-химические;
- ионизирующих излучений;
- атомной и ядерной физики.

Также физические величины могут быть размерными и безразмерными.

Классификация физических величин представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Классификация физических величин

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 3.

## **Тема 2. Основные понятия, связанные со средствами измерения (4 часа)**

Средство измерений— техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ от 26 июня 2008 г. средство измерений определено как техническое средство, предназначенное для измерений. Формальное решение об отнесении технического средства к средствам измерений принимает Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

### ***Классификация средств измерений:***

1) по техническому назначению:

- мера физической величины— средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью;

- измерительный прибор— средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне;

- измерительный преобразователь— техническое средство с нормируемыми метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи;

- измерительная установка (измерительная машина) — совокупность функционально объединённых мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте;

- измерительная система — совокупность функционально объединённых мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещённых в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях;

- измерительно-вычислительный комплекс — функционально объединённая совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения в составе измерительной системы конкретной измерительной задачи.

2) по степени автоматизации:

- автоматические;
- автоматизированные;
- ручные.

3) по стандартизации средств измерений:

- стандартизированные;
- нестандартизированные.

4) по положению в поверочной схеме:

- эталоны;
- рабочие средства измерений.

5) по значимости измеряемой физической величины:

- основные средства измерений той физической величины, значение которой необходимо получить в соответствии с измерительной задачей;

- вспомогательные средства измерений той физической величины, влияние которой на основное средство измерений или объект измерений необходимо учитывать для получения результатов измерений требуемой точности.

б) по измерительным физико- химическим параметрам:

- для измерения температуры;
- давления;

- расхода и количества;
- концентрации раствора;
- для измерения уровня и др.

### ***Виды и методы измерений***

Измерение является важнейшим понятием в метрологии. Это организованное действие человека, выполняемое для количественного познания свойств физического объекта с помощью определения опытным путем значения какой-либо физической величины.

Существует несколько видов измерений. При их классификации обычно исходят из характера зависимости измеряемой величины от времени, вида уравнения измерений, условий, определяющих точность результата измерений и способов выражения этих результатов.

По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения разделяются на:

- статические, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени;
- динамические, в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.

Статическими измерениями являются, например, измерения размеров тела, постоянного давления, динамическими – измерения пульсирующих давлений, вибраций.

По числу измерений они делятся на однократные и многократные. Однократным называют измерение, выполненное один раз. Многократным называют измерение физической величины одного размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, то есть состоящее из ряда однократных измерений. Многократное измерение выполняют в случае, когда случайная составляющая погрешности однократного измерения может превысить требуемые по условиям задачи значение. Выполнив ряд последовательных отдельных измерений, получают

одно многократное измерение, погрешность которого может быть уменьшена методами математической статистики.

По способу получения результатов измерений их разделяют на:

- прямые;
- косвенные;
- совокупные;
- совместные.

Прямые – это измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных. Прямые измерения можно выразить формулой  $Q = X$ , где  $Q$  – искомое значение измеряемой величины, а  $X$  – значение, непосредственно получаемое из опытных данных.

При прямых измерениях экспериментальным операциям подвергают измеряемую величину, которую сравнивают с мерой непосредственно или же с помощью измерительных приборов, градуированных в требуемых единицах. Примерами прямых служат измерения длины тела линейкой, массы при помощи весов и др. Прямые измерения широко применяются в машиностроении, а также при контроле технологических процессов (измерение давления, температуры).

Косвенные – это измерения, при которых искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, т.е. измеряют не собственно определяемую величину, а другие, функционально с ней связанные. Значение измеряемой величины находят путем вычисления по формуле  $Q = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , где  $Q$  – искомое значение косвенно измеряемой величины;  $F$  – функциональная зависимость, которая заранее известна,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – значения величин, измеренных прямым способом.

Совокупные – это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомую определяют решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин.

Совместные – это производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимостей между ними.

По условиям, определяющим точность результата, измерения делятся на три класса:

- измерения максимально возможной точности, достижимой при существующем уровне техники. К этому же классу относятся и некоторые специальные измерения, требующие высокой точности;

- контрольно–поверочные измерения, погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторого заданного значения;

- технические измерения, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений.

По способу выражения результатов измерений различают абсолютные и относительные измерения.

Абсолютными называются измерения, которые основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или на использовании значений физических констант.

Относительными называются измерения отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Существуют и другие классификации измерений, например, по связи с объектом (контактные и бесконтактные), по условиям измерений (равноточные и неравноточные).

Основными характеристиками измерений являются: принцип измерений, метод измерений, погрешность, точность, правильность и достоверность.

*Принцип измерений*– физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений. Например, измерение массы тела при помощи взвешивания с использованием силы тяжести, пропорциональной

массе, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта.

В настоящее время все измерения в соответствии с физическими законами, используемыми при их проведении, сгруппированы в 13 видов измерений. Им в соответствии с классификацией были присвоены двухразрядные коды видов измерений: геометрические (27), механические (28), расхода, вместимости, уровня (29), давления и вакуума (30), физико-химические (31), температурные и теплофизические (32), времени и частоты (33), электрические и магнитные (34), радиоэлектронные (35), виброакустические (36), оптические (37), параметров ионизирующих излучений (38), биомедицинские (39).

*Метод измерений*– совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

*Метод измерений*– прием или совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений. Как правило, метод измерений обусловлен устройством средств измерений. Средствами измерений являются используемые технические средства, имеющие нормированные метрологические свойства. Примерами распространенных методов измерений являются следующие методы:

- метод непосредственной оценки – метод, при котором значение величины определяют непосредственно по показывающему средству измерений. Например, взвешивание на циферблатных весах или измерение давления пружинным манометром;

- дифференциальный метод – метод измерений, при котором измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, незначительно отличающееся от значения измеряемой величины, и при котором измеряется разность между этими двумя величинами. Этот метод может дать очень точные результаты. Так, если разность составляет 0,1 % измеряемой величины и оценивается прибором с точностью до 1%, то точность



измерения искомой величины составит уже 0,001%. Например, при сравнении одинаковых линейных мер, где разность между ними определяется окулярным микрометром, позволяющим ее оценить до десятых долей микрона;

- нулевой метод измерений – метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля. Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения физической величины. Например, измерение массы на равноплечных весах при помощи гирь. Принадлежит к числу очень точных методов.

- метод сравнения с мерой – метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают величиной, воспроизводимой мерой. Например, измерение напряжения постоянного тока на компенсаторе сравнением с известной ЭДС нормального элемента. Результат измерения при этом методе либо вычисляют как сумму значения используемой для сравнения меры и показания измерительного прибора, либо принимают равным значению меры. Существуют различные модификации этого метода: метод измерения замещением (измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины, например, при взвешивании поочередным помещением массы и гирь на одну и ту же чашку весов) и метод измерений дополнением (значение измеряемой меры дополняется мерой этой же величины с таким расчетом, чтобы на прибор сравнения воздействовала их сумма, равная заранее заданному значению).

### ***Понятие погрешности; классификация погрешностей***

*Погрешность измерения*— отклонение измеренного значения величины от её истинного (действительного) значения. Погрешность измерения является характеристикой точности измерения.

Выяснить с абсолютной точностью истинное значение измеряемой величины, как правило, невозможно, поэтому невозможно и указать величину отклонения измеренного значения от истинного. Это отклонение принято называть *ошибкой измерения*. Возможно лишь оценить величину этого

отклонения, например, при помощи статистических методов. На практике вместо истинного значения используют *действительное значение величины*  $x_d$ , то есть значение физической величины, полученное экспериментальным путём и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него. Такое значение обычно вычисляется как среднестатистическое значение, полученное при статистической обработке результатов серии измерений. Это полученное значение не является точным, а лишь наиболее вероятным. Поэтому при записи результатов измерений необходимо указывать их точность. Например, запись  $T = 2,8 \pm 0,1$  с;  $P = 0,95$  означает, что истинное значение величины  $T$  лежит в интервале от 2,7 с до 2,9 с с доверительной вероятностью 95 %.

Количественная оценка величины погрешности измерения — мера «сомнения в измеряемой величине» — приводит к такому понятию, как «неопределённость измерения». В то же время иногда, особенно в физике, термин «погрешность измерения» (англ. *measurement error*) используется как синоним термина «неопределённость измерения»

### ***Классификация погрешностей измерений***

*- По способу выражения:*

*- Абсолютная погрешность*

Абсолютной погрешностью называют величину, выраженную в единицах измеряемой величины. Из-за того, что истинное значение величины всегда неизвестно, можно лишь оценить границы, в которых лежит погрешность, с некоторой вероятностью. Такая оценка выполняется методами математической статистики.

*- Относительная погрешность*

Относительная погрешность является безразмерной величиной; её численное значение может указываться, например, в процентах.

*- По источнику возникновения*

*- Инструментальная погрешность*

Эта погрешность определяется несовершенством прибора, возникающим, например, из-за неточной калибровки.

*- Методическая погрешность*

Методической называют погрешность, обусловленную несовершенством метода измерений. К таким можно отнести погрешности от неадекватности принятой модели объекта или от неточности расчётных формул.

*- Субъективная погрешность*

Субъективной является погрешность, обусловленная ограниченными возможностями, ошибками человека при проведении измерений: проявляется, например, в неточностях при отсчёте показаний со шкалы прибора.

*- По характеру проявления*

*- Случайная погрешность*

Это составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одной и той же величины, проведённых в одних и тех же условиях. В появлении таких погрешностей не наблюдается какой-либо закономерности, они обнаруживаются при повторных измерениях одной и той же величины в виде некоторого разброса получаемых результатов. Случайные погрешности неизбежны, всегда присутствуют в результате измерения, однако их влияние обычно можно устранить статистической обработкой. Описание случайных погрешностей возможно только на основе теории случайных процессов и математической статистики.

Математически случайную погрешность, как правило, можно представить белым шумом: как непрерывную случайную величину, симметричную относительно нуля, независимо возникающую в каждом измерении (некоррелированную по времени).

Основным свойством случайной погрешности является то, что искажения искомой величины можно уменьшить путём усреднения данных. Уточнение оценки искомой величины при увеличении количества измерений (повторных экспериментов) означает, что среднее случайной погрешности при увеличении объёма данных стремится к 0 (закон больших чисел).

Часто случайные погрешности возникают из-за одновременного действия многих независимых причин, каждая из которых в отдельности слабо влияет на результат измерения. По этой причине распределение случайной погрешности часто полагают «нормальным». «Нормальность» позволяет использовать в обработке данных весь арсенал математической статистики.

Случайные погрешности могут быть связаны с несовершенством приборов (например, с трением в механических приборах), с тряской в городских условиях, с несовершенством самого объекта измерений (например, при измерении диаметра тонкой проволоки, которая может иметь не совсем круглое сечение в результате несовершенства процесса изготовления).

#### *- Систематическая погрешность*

Это погрешность, изменяющаяся по определённому закону (в частности, постоянная погрешность, не изменяющаяся от измерения к измерению). Систематические погрешности могут быть связаны с неисправностью или несовершенством приборов (неправильная шкала, калибровка и т. п.), неучтёнными экспериментатором.

Систематическую ошибку нельзя устранить повторными измерениями. Её устраняют либо с помощью поправок, либо «улучшением» эксперимента.

Деление погрешностей на случайные и систематические достаточно условно. Например, ошибка округления при определённых условиях может носить характер как случайной, так и систематической ошибки.

#### *- Грубая погрешность*

Так называют погрешность, существенно превышающую ожидаемую. Как правило она проявляется в результате явной ошибки в проведении измерений, что обнаруживается при повторных проверках. Результат измерения с грубой погрешностью исключают из рассмотрения и не используют при дальнейшей математической обработке.

## *Государственная система обеспечения единства измерений, ее подсистемы*

Государственная система обеспечения единства измерений – это система обеспечения единства измерений в стране, реализуемая, управляемая и контролируемая федеральным органом исполнительной власти по метрологии – Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование).

Деятельность по обеспечению единства измерения направлена на охрану прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики путем защиты от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений во всех сферах жизни общества на основе конституционных норм, законов, постановлений Правительства РФ и нормативных документов (НД).

*Обеспечение единства измерений в стране осуществляется:*

- на государственном уровне;
- на уровне федеральных органов исполнительной власти;
- на уровне юридических лиц.

Цель государственной системы обеспечения единства измерений – создание общегосударственных правовых, нормативных, организационных, технических и экономических условий для решения задач по обеспечению единства измерений и предоставление всем субъектам деятельности возможности оценивать правильность выполняемых измерений.

*Основные задачи ГСИ:*

- разработка оптимальных принципов управления деятельностью по обеспечению единства измерений;
- организация и проведение фундаментальных научных исследований с целью создания более совершенных и точных методов и средств воспроизведения единиц и передачи их размеров;

- установление системы единиц величин и шкал измерений, допускаемых к применению;
- установление основных понятий метрологии, унификация их терминов и определений;
- установление экономически рациональной системы государственных эталонов;
- создание, утверждение, применение и совершенствование государственных эталонов;
- установление систем (по видам измерений) передачи размеров единиц величин от государственных эталонов средствам измерений, применяемым в стране;
- создание и совершенствование вторичных и рабочих эталонов, комплексных поверочных установок и лабораторий;
- установление общих метрологических требований к эталонам, средствам измерений, методикам выполнения измерений, методикам поверки (калибровки) средств измерений и других требований, соблюдение которых является необходимым условием обеспечения единства измерений;
- разработка и экспертиза разделов метрологического обеспечения федеральных и иных государственных программ, в том числе программ создания и развития производства оборонной техники;
- осуществление государственного метрологического контроля: поверка средств измерений; испытания с целью утверждения типа средств измерений; лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению и ремонту средств измерений;
- осуществление государственного метрологического надзора: за выпуском, состоянием и применением средств измерений; эталонами единиц величин; аттестованными методиками выполнения измерений; соблюдением метрологических правил и норм; количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций; количеством

фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже;

- разработка принципов оптимизации материально-технической и кадровой базы органов Государственной метрологической службы;

- аттестация методик выполнения измерений;

- калибровка и сертификация средств измерений, не входящих в сферы государственного метрологического контроля и надзора;

- аккредитация метрологических служб и иных юридических и физических лиц по различным видам метрологической деятельности;

- аккредитация поверочных, калибровочных, измерительных, испытательных и аналитических лабораторий, лабораторий неразрушающего и радиационного контроля в составе действующих в Российской Федерации систем аккредитации;

- участие в работе международных организаций, деятельность которых связана с обеспечением единства измерений, и в подготовке к вступлению России в ВТО;

- разработка совместно с уполномоченными федеральными органами исполнительной власти порядка определения стоимости (цены) метрологических работ и регулирования тарифов на эти работы;

- организация подготовки и подготовка кадров метрологов;

- информационное обеспечение по вопросам обеспечения единства измерений;

- совершенствование и развитие ГСИ.

*ГСИ состоит из следующих подсистем:*

- правовой;

- технической;

- организационной.

*Правовая подсистема* – комплекс взаимосвязанных законодательных и подзаконных актов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к объектам регулирования.

В законодательном аспекте правовая система государственного регулирования обеспечения единства измерений базируется на следующих нормативно-правовых актах:

- Конституции Российской Федерации;
- Федеральном законе РФ 102-ФЗ от 26.06.2008 "Об обеспечении единства измерений";
- других федеральных законах и подзаконных актах, регулирующих деятельность в сфере государственного регулирования.

Конституцией РФ (пункт "р" статьи 71) установлено, что в ведении Российской Федерации находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени.

Федеральным законом N 102-ФЗ от 26.06.2008 определены виды экономической деятельности РФ, измерения проводимые в рамках осуществления которых попадают в сферу госрегулирования и на них распространяются установленные обязательные требования. Виды деятельности, отнесенные к сфере государственного регулирования приведены в п.3, статьи 1, раздела 1 Федерального закона N 102-ФЗ:

1. Осуществлении деятельности в области здравоохранения;
2. Осуществлении ветеринарной деятельности;
3. Осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
4. Осуществлении деятельности в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах;
5. Выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
6. Осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований



промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;

7. Осуществлении торговли, выполнении работ по расфасовке товаров;

8. Выполнении государственных учетных операций и учете количества энергетических ресурсов;

9. Оказании услуг почтовой связи, учете объема оказанных услуг электросвязи операторами связи и обеспечении целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования;

10. Осуществлении деятельности в области обороны и безопасности государства;

11. Осуществлении геодезической и картографической деятельности;

12. Осуществлении деятельности в области гидрометеорологии, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;

13. Проведении банковских, налоговых, таможенных операций и таможенного контроля;

14. Выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании;

15. Проведении официальных спортивных соревнований, обеспечении подготовки спортсменов высокого класса;

16. Выполнении поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти;

17. Осуществлении мероприятий государственного контроля (надзора);

18. Осуществлении деятельности в области использования атомной энергии;

19. Обеспечении безопасности дорожного движения.

Также к сфере государственного регулирования относятся измерения, предусмотренные законодательством о техническом регулировании.

К другим Федеральным законам и подзаконным актам, относятся документы, устанавливающие требования к следующим взаимосвязанным объектам деятельности по обеспечению единства измерений:

- совокупности узаконенных единиц величин и шкал измерений;
- терминологии в области метрологии;
- воспроизведению и передаче размеров единиц величин и шкал измерений;
- способам и формам представления результатов измерений и характеристик их погрешности;
- методам оценивания погрешности и неопределенности измерений;
- порядку разработки и аттестации методик выполнения измерений;
- комплексам нормируемых метрологических характеристик СИ;
- методам установления и корректировки межповерочных (рекомендуемых межкалибровочных) интервалов;
- порядку проведения испытаний в целях утверждения типа СИ и сертификации СИ;
- порядку проведения поверки и калибровки СИ;
- порядку осуществления метрологического контроля и надзора;
- порядку лицензирования деятельности юридических и физических лиц по изготовлению и ремонту СИ;
- порядку аккредитации метрологических служб по различным направлениям метрологической деятельности;
- порядку аккредитации поверочных, калибровочных, измерительных, испытательных и аналитических лабораторий, лабораторий неразрушающего и радиационного контроля;
- терминам и определениям по видам измерений;
- государственным поверочным схемам;

- методикам поверки (калибровки) СИ;
- методикам выполнения измерений.

*Техническая подсистема* представлена совокупностью:

- межгосударственных, государственных эталонов, эталонов единиц величин и шкал измерений;
- стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
- стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;
- средств измерений и испытательного оборудования, необходимых для осуществления метрологического контроля и надзора;
- специальных зданий и сооружений для проведения высокоточных измерений в метрологических целях;
- научно-исследовательских, эталонных, испытательных, калибровочных и измерительных лабораторий.

*Организационная подсистема* представлена:

- федеральными органами исполнительной власти, осуществляющих функции по выработке государственной политики, нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений и государственному метрологическому надзору;
- государственными метрологическими научно-исследовательскими институтами, осуществляющими фундаментальные и прикладные научные исследования в области обеспечения единства измерений, разработку, совершенствование, содержание, сличение, и применение государственных первичных эталонов единиц величин;
- государственными региональными центрами метрологии;
- государственной службой времени и частоты;
- государственной службой стандартных образцов;
- государственной службой стандартных справочных данных;
- метрологическими службами юридических лиц.

## *Средства измерений и их классификация*

*Средство измерений* (СИ) – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Данное определение раскрывает суть средства измерений, заключающуюся, во-первых, в «умении» хранить (или воспроизводить) единицу физической величины; во-вторых, в неизменности размера хранимой единицы. Эти важнейшие факторы и обуславливают возможность выполнения измерения (сопоставление с единицей), т.е. «делают» техническое средство средством измерений. Если размер единицы в процессе измерений изменяется более, чем установлено нормами, таким средством нельзя получить результат с требуемой точностью. Это означает, что измерять можно лишь тогда, когда техническое средство, предназначенное для этой цели, может хранить единицу, достаточно неизменную по размеру (во времени).

Средства измерений классифицируют в зависимости от назначения и метрологических функций.

По назначению СИ подразделяются на меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и измерительные системы.

*Мера*– средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

Различают меры:

- *однозначные*– воспроизводящие физическую величину одного размера (например, ЭДС нормального элемента равна 1,0185 В);
- *многозначные*– воспроизводящие физическую величину разных размеров (например, штриховая мера длины);

- *набор мер* – комплект мер разного размера одной и той же физической величины, предназначенных для практического применения как в отдельности, так и в различных сочетаниях (например, набор концевых мер длины);

- *магазин мер*– набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях (например, магазин электрических сопротивлений).

*Измерительный преобразователь*– техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину, или измерительный сигнал, удобный для обработки. Это преобразование должно выполняться с заданной точностью и обеспечивать требуемую функциональную зависимость между выходной и входной величинами преобразователя. Измерительный преобразователь или входит в состав какого-либо измерительного прибора (измерительной установки, измерительной системы и др.), или применяется вместе с каким-либо средством измерений. Измерительные преобразователи могут быть классифицированы по различным признакам, например:

- по характеру преобразования различают следующие виды измерительных преобразователей: электрических величин в электрические (шунты, делители напряжения, измерительные трансформаторы и пр.); магнитных величин в электрические (измерительные катушки, феррозонды, преобразователи, основанные на эффектах Холла, Гаусса, сверхпроводимости и т.д.); неэлектрических величин в электрические (термо- и тензо-преобразователи, реостатные, индуктивные, емкостные и т.д.);

- месту в измерительной цепи и функциям различают первичные, промежуточные, масштабные и передающие преобразователи.

*Измерительный прибор*– средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.

Измерительные приборы подразделяются:

- по форме регистрации измеряемой величины – на аналоговые и цифровые;
- применению – амперметры, вольтметры, частотомеры, фазометры, осциллографы и т.д.;
- назначению – приборы для измерения электрических и неэлектрических (магнитных, тепловых, химических и др.) физических величин;
- действию – интегрирующие и суммирующие; способу индикации значений измеряемой величины – показывающие, сигнализирующие и регистрирующие;
- методу преобразования измеряемой величины – непосредственной оценки (прямого преобразования) и сравнения;
- способу применения и по конструкции – щитовые, переносные, стационарные;
- защищенности от воздействия внешних условий – обыкновенные, влаго-, газо-, пылезащищенные, герметичные, взрывобезопасные и др.

*Измерительные установки (ИУ)* – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте. Измерительную установку, применяемую для поверки, называют поверочной установкой, а входящую в состав эталона – эталонной установкой. Некоторые большие измерительные установки называют измерительными машинами, например, установки для измерений удельного сопротивления электротехнических материалов; для испытаний магнитных материалов.

*Измерительная система (ИС)* – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях. В зависимости от назначения

измерительные системы подразделяют на информационные, контролирующие, управляющие и др. Например, радионавигационная система для определения местоположения различных объектов, состоящая из ряда измерительно-вычислительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительное расстояние друг от друга.

*Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК)* – функционально объединенная совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения в составе измерительной системы конкретной измерительной задачи.

По метрологическим функциям СИ подразделяются на эталоны и рабочие средства измерений.

*Эталон единицы физической величины*– средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке. Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяются природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений. Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками – неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.

*Неизменность* – свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы физической величины длительное время. При этом все изменения, зависящие от внешних условий, должны быть строго определенными функциями величин, доступных точному измерению. Реализация этих требований привела к идее создания «естественных» эталонов, основанных на физических постоянных.

*Воспроизводимость*– возможность воспроизведения единицы физической величины с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники.

*Сличаемость*– возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерений, нижестоящих по поверочной схеме, в первую очередь вторичных эталонов, с наивысшей точностью для существующего уровня развития измерительной техники.

По соподчинению эталоны подразделяются на международные эталоны, первичные, вторичные.

*Международный эталон*– эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами. Международные эталоны хранятся в Международном бюро мер и весов (МБМВ) в г. Севре вблизи Парижа и служат для сличения с первичными эталонами крупнейших метрологических лабораторий разных стран.

*Первичные (национальные) эталоны*– эталоны, признанные официальным решением служить в качестве исходных для страны. Они хранятся в национальных лабораториях различных стран и предназначены для калибровки в этих лабораториях вторичных эталонов. Данное определение по существу совпадает с определением понятия «государственный эталон». Это свидетельствует о том, что термины «государственный эталон» и «национальный эталон» отражают одно и то же понятие. Вследствие этого термин «национальный эталон» применяют при проведении сличения эталонов, принадлежащих отдельным государствам, с международным эталоном или при проведении так называемых «круговых» сличений эталонов ряда стран.

*Вторичные эталоны*– эталоны, получающие размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы. Они хранятся в различных отраслевых испытательных лабораториях и используются для контроля и калибровки рабочих эталонов.

По метрологическому назначению вторичные эталоны подразделяются на исходный, сравнения и рабочий.

*Исходный эталон*– эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами (в данной лаборатории, организации, на предприятии), от которого



передают размер единицы подчиненным эталонам и имеющимся средствам измерений. Исходным эталоном в стране служит первичный эталон, исходным эталоном для республики, региона, министерства (ведомства) или предприятия может быть вторичный, или рабочий, эталон. Вторичный, или рабочий, эталон, являющийся исходным эталоном для министерства (ведомства), нередко называют *ведомственным* эталоном. Эталон, стоящие в поверочной схеме ниже исходного эталона, обычно называют *подчиненными* эталонами.

*Эталон сравнения*– эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.

*Рабочий эталон*– эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений. Термин рабочий эталон заменил собой термин образцовое средство измерений (ОСИ) с целью упорядочения терминологии и приближения ее к международной. При необходимости рабочие эталоны подразделяют на разряды (1-й, 2-й,..., n-й), как это было принято для ОСИ. В этом случае передачу размера единицы осуществляют через цепочку соподчиненных по разрядам рабочих эталонов. При этом от последнего рабочего эталона в данной цепочке размер единицы передают рабочему средству измерений.

Совокупность государственных первичных и вторичных эталонов, являющаяся основой обеспечения единства измерений в стране, составляет эталонную базу страны. Число эталонов не является постоянным, а изменяется в зависимости от потребностей экономики страны. Ясно, что перечень эталонов не совпадает с измеряемыми физическими величинами, хотя прослеживается постепенное увеличение их числа из-за постоянного развития рабочих средств измерений.

Эталонная база России насчитывает более 150 государственных эталонов. Она включает в себя эталоны механических величин – массы, длины и времени; электрических величин – тока, емкости, напряжения; магнитных

величин – индуктивности, магнитного потока; тепловых величин – температуры; световых величин– силы света и др.

*Рабочее средство измерений*– это средство измерений, используемое в практике измерений и не связанное с передачей единиц размера физических величин другим средствам измерений. Рабочее средство измерений в свою очередь бывает основным и вспомогательным.

*Основное средство измерений*– средство измерений той физической величины, значение которой необходимо получить в соответствии с измерительной задачей.

*Вспомогательное средство измерений*– средство измерений той физической величины, влияние которой на основное средство измерений или объект измерений необходимо учитывать для получения результатов измерений требуемой точности (например, термометр для измерения температуры газа в процессе измерений объемного расхода этого газа).

В практике измерений встречаются понятия стандартизованного и нестандартизованного средств измерений.

*Стандартизованное средство измерений*– средство измерений, изготовленное и применяемое в соответствии с требованиями государственного или отраслевого стандарта. Обычно стандартизованные средства измерений подвергают испытаниям и вносят в Государственный реестр.

*Нестандартизованное средство измерений*– средство измерений, стандартизация требований к которому признана нецелесообразной.

### ***Организация и порядок проведения поверки средств измерений***

Поверка СИ - совокупность операций, выполняемых органами ГМС (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия СИ установленным техническим требованиям. Эталоны органов ГМС, а также СИ ими не поверяемые, подвергаются поверке в ГНМЦ.

Требования к организации и порядку проведения поверки СИ установлены правилами по метрологии ПР 50.2.006-99 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений».

СИ, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, подвергаются поверке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту и эксплуатации. Конкретные перечни СИ, подлежащих поверке, составляют юридические и физические лица - владельцы СИ. Эти перечни направляются в органы ГМС, которые в процессе осуществления ГМН за соблюдением метрологических правил и норм контролируют правильность составления перечней СИ, подлежащих поверке. Методические материалы по составлению перечней СИ, а также комментарии к областям использования СИ, подлежащих поверке, изложены в рекомендации МИ 2273-93 «ГСИ. Области использования средств измерений, подлежащих поверке».

Органы ГМС осуществляют поверку СИ на основании графиков поверки, составляемых юридическими и физическими лицами. Графики поверки составляются по видам измерений по установленной форме и направляются (в 3-х экземплярах) в орган ГМС. В течение 10 дней с момента поступления орган ГМС рассматривает и согласовывает графики поверки СИ. Первый экземпляр согласованных и подписанных руководителем органа ГМС графиков поверки направляется заявителю.

По решению Госстандарта право поверки СИ может быть предоставлено метрологическим службам (МС) юридических лиц независимо от их отраслевой принадлежности и форм собственности. Требования к МС юридических лиц, аккредитуемых на право поверки СИ, и порядок проведения их аккредитации установлены правилами ПР 50.2.014-96 «ГСИ. Правила проведения аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений». Рекомендации по построению и содержанию документов МС, аккредитуемых на право поверки СИ, приведены в МИ 2284-94 «ГСИ. Документы поверочных лабораторий».

Поверочная деятельность, осуществляемая аккредитованными МС юридических лиц, контролируется органами ГМС по месту расположения этих юридических лиц.

Поверка СИ осуществляется физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя в соответствии с правилами ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений».

Поверка производится в соответствии с нормативными документами, утверждаемыми по результатам испытаний СИ.

Результатом поверки является подтверждение пригодности СИ к применению или признание его непригодным к применению.

Если СИ по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него и (или) техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма, соответствующего требованиям документа ПР 50.2.007-94 «ГСИ. Поверительные клейма», и (или) выдается «Свидетельство о поверке» установленной формы.

Если СИ по результатам поверки признано непригодным к применению, оттиск поверительного клейма и (или) «Свидетельство о поверке» аннулируется и выписывается «Извещение о непригодности» установленной формы или делаются соответствующие записи в технической документации.

СИ подвергаются первичной, периодической, внеочередной, инспекционной и экспертной поверке.

Первичной поверке подлежат СИ при выпуске из производства и ремонта, при ввозе по импорту. Первичной поверке могут не подвергаться СИ при ввозе по импорту на основании заключенных Госстандартом России соглашений или договоров о признании результатов поверки, произведенной в зарубежных странах. Первичной поверке подлежит, как правило, каждый экземпляр СИ, но допускается и проведение выборочной поверки.

Периодической поверке подлежат СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через определенный межповерочный интервал. Периодическую поверку должен проходить каждый экземпляр СИ.

Периодическую поверку СИ, предназначенных для измерения (воспроизведения) нескольких величин или имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых для измерения (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе диапазонов измерений допускается на основании решения главного метролога или руководителя юридического лица производить только по тем требованиям нормативных документов по поверке, которые определяют пригодность СИ для применяемого числа величин и применяемых диапазонов измерений. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах.

Первый межповерочный интервал устанавливается при утверждении типа СИ. Органы ГМС и юридические лица обязаны вести учет результатов периодической поверки и разрабатывать рекомендации по корректировке межповерочных интервалов. Корректировка межповерочных интервалов проводится органом ГМС по согласованию с МС юридического лица.

Внеочередную поверку производят в процессе эксплуатации (хранения) СИ при:

- 1) повреждении знака поверительного клейма, а также в случае утраты свидетельства о поверке;
- 2) вводе в эксплуатацию СИ после длительного хранения (более одного межповерочного интервала);
- 3) проведении повторной юстировки или настройки, известном или предполагаемом ударном воздействии на СИ или неудовлетворительной его работе;
- 4) продаже (отправке) потребителю СИ, не реализованных по истечении срока, равного половине их межповерочных интервалов;
- 5) применении СИ в качестве комплектующих по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов.

Инспекционную поверку производят для выявления пригодности к применению СИ при осуществлении государственного метрологического надзора. Такую поверку можно производить не в полном объеме,

предусмотренном методикой поверки. Результаты инспекционной поверки отражают в акте проверки. Инспекционную поверку производят в присутствии представителя проверяемого юридического или физического лица.

Экспертную поверку производят при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам СИ и их пригодности к применению. Такую поверку производят органы ГМС по письменному требованию (заявлению) суда, прокуратуры, милиции, государственного арбитража, по письменному заявлению юридических и физических лиц при возникновении спорных вопросов. В заявлении должны быть указаны предмет, цель экспертной поверки и причина, вызвавшая ее необходимость. При осуществлении экспертной поверки СИ в необходимых случаях могут присутствовать заявитель и представители заинтересованной стороны. По результатам экспертной поверки составляют заключение, которое утверждает руководитель органа ГМС, и направляют его заявителю. Один экземпляр заключения должен храниться в органе ГМС, проводившем экспертную поверку.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 3.

**Тема 3. Штангенинструмент и микрометрический инструмент (4 часа)**

***Назначение, устройство и работа штангенциркулей и штангенглубиномеров***

К штангенинструментам относят *штангенциркули* для наружных и внутренних размеров, *штангенглубиномеры* для измерения глубины (отверстий, пазов, высоты уступов). На рисунках, приведенных ниже, приведены примеры всех этих инструментов, а также показаны также приемы правильной и неправильной установки инструмента.

*Основными деталями штангенинструментов* являются линейка (штанга) с делениями 1 мм и вспомогательная шкала (нониус),

перемещаемая по линейке (штанге). Вспомогательная шкала позволяет отсчитывать доли деления основной шкалы.

С помощью инструментов подобного типа, как правило, можно выполнять измерения с точностью 0,1 или 0,05 мм. Все указанные штангенинструменты основаны на применении нониусов, по которым отсчитываются дробные доли делений основных шкал.

*Штангенциркуль* служит для более точных измерений длин и диаметров (рисунок 2).

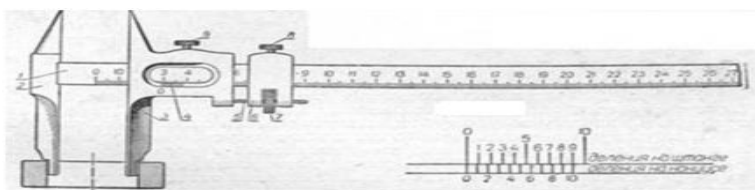


Рисунок 2. Штангенциркуль

Он состоит из штанги 1 с нанесёнными на ней делениями в миллиметрах. На левом конце её имеется неподвижная губка 2. Подвижная губка 3 с рамкой 4, нониусом и закрепительным винтом соединены с ползунком 6 посредством микрометрического винта 5. На микрометрический винт 5 навинчена накатанная гайка 7. Ползунок 6 закрепляется на штанге винтом 3.

Кроме описанного, существуют также штангенциркули с глубиномером (рисунок 3).

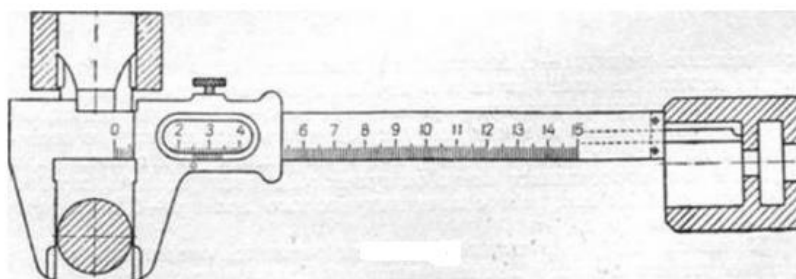


Рисунок 3. Глубиномер

Штангенциркулем можно производить измерения с точностью 0,1 - 0,025 мм.

Нониус штангенциркуля обычно разделён на 10 равных частей, причём каждое его деление равно 0,9 мм, следовательно, 10 делений нониуса равны 9 делениям штанги, т. е. 9 мм.

*Штангенглубиномеры* (рисунок 4) предназначены для измерения глубин.

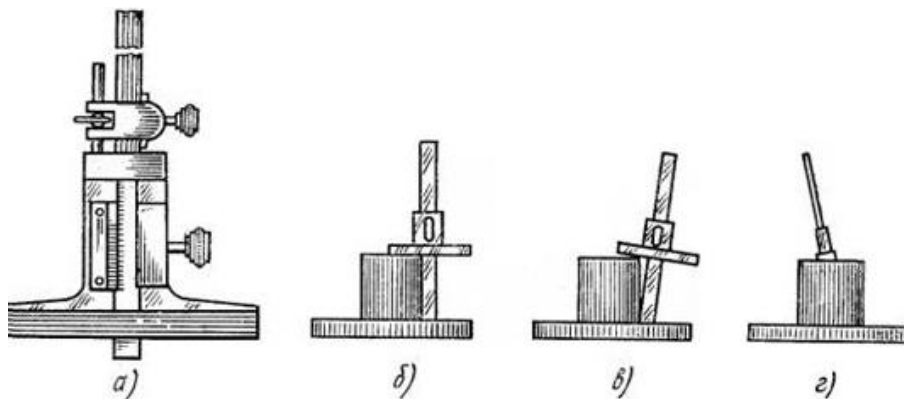


Рисунок 4. Штангенглубиномер (а) и приемы измерений (б – правильный, в, г - неправильные).

Штангенглубиномер состоит из рамки с закаленной измерительной поверхностью и штанги с измерительной поверхностью, оснащенной твердым сплавом. Рамка штангенглубиномера снабжена нониусом. Штанга выполнена с углубленной шкалой, благодаря чему исключается износ шкалы при перемещении штанги в рамке.

Шкалы штанги и нониуса штангенглубиномера имеют матовое хромовое покрытие, исключаящее бликование. По заказу потребителя штангенглубиномеры изготавливаются с микрометрической подачей рамки.

#### ***Назначение, устройство и работа гладких микрометров***

*Микрометр гладкий* (рисунок 5) — тип микрометра для измерения наружных линейных размеров. Отличительной особенностью данного типа микрометров являются плоские измерительные поверхности микрометрического винта и пятки.





Рисунок 5. Микрометр гладкий

### *Принцип действия*

Основанием микрометра является скоба, а преобразующим устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта и микрометрической гайки, укрепленной внутри стебля; их часто называют микропарой. В скобу запрессованы пятка и стебель. Измеряемую деталь охватывают торцевыми измерительными поверхностями микровинта и пятки. Барабан присоединён к микровинту с помощью колпачка в котором находится корпус трещотки. Чтобы приблизить микровинт к пятке, вращают барабан трещотку по часовой стрелке (от себя), а для обратного движения микровинта (от пятки) барабан вращают против часовой стрелки (на себя). Закрепляют микровинт в требуемом положении стопором.

Для ограничения измерительного усилия микрометр снабжён трещоткой. При плотном соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали трещотка начинает проворачиваться с лёгким треском, при этом вращение микровинта следует прекратить после трёх щелчков. Результатом измерения микрометра является сумма отсчётов по шкале стебля и шкале барабана. У наиболее распространенных микрометров цена деления шкалы стебля равна 0,5 мм, а шкалы барабана — 0,01 мм (указывается в выпускном аттестате). Некоторые прецизионные микрометры имеют цену деления на шкале барабана 0,005, 0,002 или 0,001 мм.

Шаг резьбы микропары (микровинт и микрогайка)  $P$  равен 0,5 мм. На барабане нанесено 50 делений. Если повернуть барабан на одно деление его

шкалы, то торец микровинта переместится относительно пятки на 0,01 мм шкалы.

Показания по шкалам гладкого микрометра отсчитывают в следующем порядке:

- 1) по шкале стебля читают отметку около штриха, ближайшего к торцу скоса барабана;
- 2) по шкале барабана читают отметку около штриха, ближайшего к продольному штриху стебля;
- 3) складывают оба значения и получают показание микрометра.

Для удобства и ускорения отсчёта показаний выпускаются микрометры с цифровой индикацией.

Для установки «на ноль» все микрометры, кроме микрометра с диапазоном 0...25 мм, снабжены установочными концевыми мерами, размер которых равен нижнему пределу измерения данного микрометра.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 3.

#### **Тема 4. Рычажно-механические приборы (4 часа)**

##### ***Назначение, устройство и работа рычажных микрометров***

Устройство (рисунок 6) применяют для сравнительного серийного измерения деталей. Прибор представляет собой аналог рычажной скобы, но более прост в использовании, его не нужно долго настраивать на номинал по концевым мерам длины. У рычажного микрометра по оси перемещается подвижная пятка, воздействующая на рычаг.



Рисунок 6. Рычажный микрометр

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 3.

## **Тема 5. Порядок измерения деталей машин измерительными средствами (4 часа)**

Выбор средств измерений при проверке точности деталей — один из важнейших этапов разработки технологических процессов технического контроля.

Основные принципы выбора средств измерений заключаются в следующем: точность средства измерений должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью выполнения измеряемого размера, а трудоемкость измерений и их стоимость должны быть возможно более низкими, обеспечивающими наиболее высокие производительность труда и экономичность.

Недостаточная точность измерений приводит к тому, что часть годной продукции бракуют (ошибка первого рода); в то же время по той же причине другую часть фактически негодной продукции принимают как годную (ошибка второго рода).

Излишняя точность измерений, как правило, бывает связана с чрезмерным повышением трудоемкости и стоимости контроля качества продукции, а следовательно ведет к удорожанию ее производства.

При выборе измерительных средств и методов контроля изделий учитывают:

- допустимую погрешность измерительного прибора–инструмента;
- цену деления шкалы;
- порог чувствительности;
- пределы измерения, массу, габаритные размеры, рабочую нагрузку и др.

Определяющим фактором является допускаемая погрешность измерительного средства, что вытекает из стандартизованного определения действительного размера, как и размера, получаемого в результате измерения с допустимой погрешностью.

Самый простой способ выбора средств измерений основан на том, что точность средства измерений должна быть в несколько раз выше точности

изготовления измеряемой детали. При контроле точности технологических процессов измерением точности размеров деталей рекомендуется применять средства измерений с ценой деления не более  $1/6$  допуска на изготовление.

Значение допустимой погрешности измерения зависит от допуска, который связан с номинальным размером и с качеством точности размера контролируемого изделия. Расчетные значения допустимой погрешности измерения в мкм приводятся в стандартных таблицах.

Рекомендуется, чтобы величины допустимых погрешностей измерения для классов 2–9 составляли до 30%, для класса 10 и грубее — до 20% допуска на изготовление изделия.

К инструментам с линейным нониусом относятся штангенциркуль, штангенрейсмас и штанген-глубиномер. Основой штангенинструмента является линейка — штанга с нанесенными на ней делениями; это — основная шкала. По штанге движется рамка с вырезом, на наклонной грани которого нанесена нониусная (вспомогательная) шкала.

*Штангенциркуль* (рисунок 7) предназначен для измерения линейных размеров (диаметров, глубины, ширины, толщины и т.п.). На длине 9 мм рамки (нониуса), соответствующей 9 делениям штанги, нанесено 10 равных делений. Таким образом, каждое деление нониуса равно 0,9 мм.

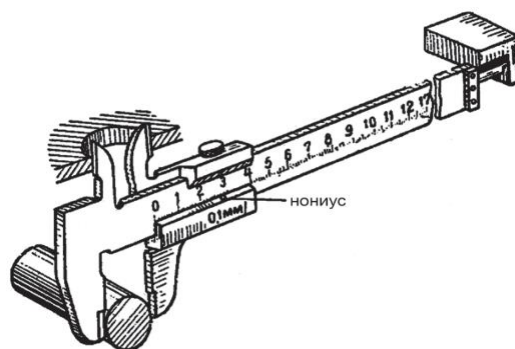


Рисунок 7. Методы измерения размеров штангенциркулем

Если поставить рамку так, чтобы шестой штрих нониуса стал против шестого штриха штанги, то зазор между губками будет равен 0,6 мм (рисунок 8, А).

А	Основная шка- ла	
	Нониусная шкала	
Б	Основная шка- ла	
	Нониусная шкала	
В	Основная шка- ла	
	Нониусная шкала	

Рисунок 8. Установка нониуса: А — на размер 0,6 мм;

Б — на размер 7 мм; В — на размер 7,4 мм

Если нулевой штрих нониуса совпал с каким-либо штрихом на штанге, например, с седьмым, то это деление и указывает действительный размер в миллиметрах, т.е. 7 мм (рисунок 8, Б).

Если нулевой штрих нониуса не совпал ни с одним штрихом на штанге, то ближайший штрих на штанге слева от нулевого штриха нониуса показывает целое число миллиметров. Десятые доли миллиметра равны порядковой цифре штриха нониуса вправо, не считая нулевого, который точно совпал со штрихом штанги — основной шкалы (например, 7,4 мм на рисунок 8, В).

Кроме нониусов с величиной отсчета 0,1 мм применяются нониусы с величиной отсчета 0,05 и 0,02 мм.

*Штангенрейсмасы* предназначаются для точной разметки и измерения высот от плоских поверхностей.

Штангенрейсмас (рисунок 9, а) состоит из основания 8, в котором жестко закреплена штанга 1 со шкалой; рамки 2 с нониусом 6 и стопорным винтом 3; устройства для микрометрической подачи 4, включающего в себя движок, винт, гайку и стопорный винт; сменных ножек для разметки 7 с острием и для измерения высот 9 с двумя измерительными поверхностями, нижней плоской и верхней в виде острого ребра шириной не более 0,2 мм (рисунок 9, б); зажима 5 для закрепления ножек 7 и 9 и державки 10 на выступе рамки (рисунок 9, в) для игл различной длины.

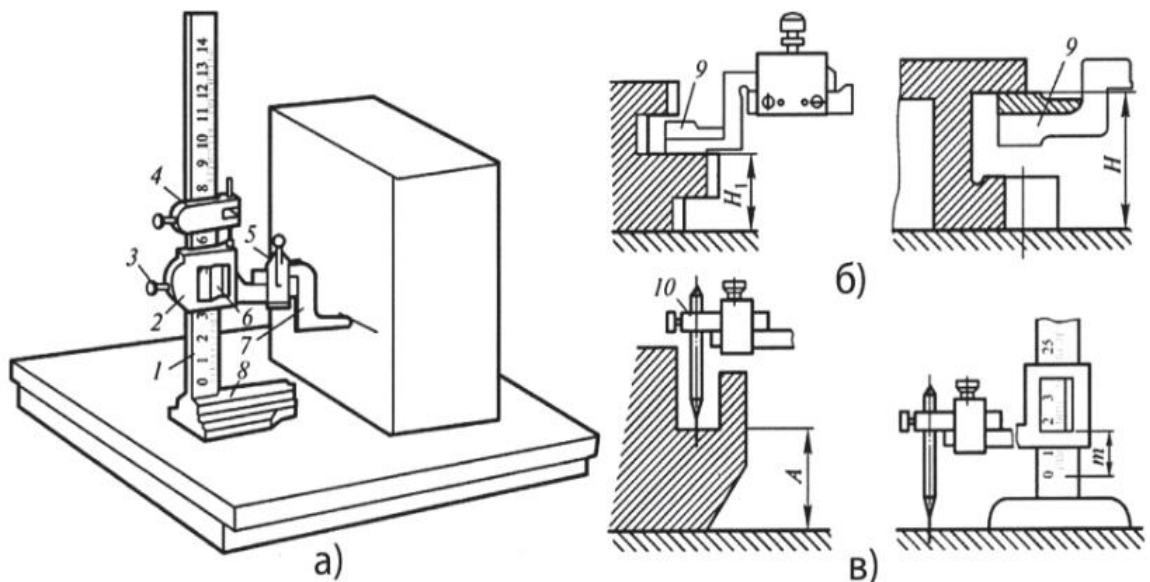


Рисунок 9. Штангенрейсмас

Шкала и нониус такие же, как и у других штангенинструментов.

Измерение или разметка штангенрейсмасом производится на разметочной плите. Перед измерением проверяется нулевая установка инструмента. Для этого рамку с ножкой опускают до соприкосновения с плитой или специальной базовой поверхностью (в зависимости от вида ножки). При таком положении нулевое деление нониуса должно совпасть с нулевым делением шкалы штанги.

После выверки штангенрейсмаса можно приступить к измерениям. При измерении высоты детали опускают ручную рамку с ножкой, немного не доводя ее до детали. Дальнейшее перемещение ножки до соприкосновения с деталью осуществляется с помощью гайки микрометрической подачи. Степень прижима ножки к детали определяется на ощупь. В установленном положении рамку закрепляют.

При разметке размер устанавливается по шкалам нониуса и штанги заранее. Риска на детали прочерчивается острым концом ножки при перемещении штангенрейсмаса по плите. При измерении с помощью игл (рисунок 9, в) необходимо от показания штангенрейсмаса  $M$  вычесть величину  $m$ , которая соответствует такому положению рамки 2, когда острие иглы находится в одной плоскости с плоскостью основания.

*Индикаторы часового типа.* Вследствие небольшого предела измерений инструменты этой группы предназначаются главным образом для относительных (сравнительных) измерений путем определения отклонений от заданного размера. В сочетании со специальными приспособлениями эти приборы могут применяться и для непосредственных измерений. Они используются также и для контроля правильности геометрических форм деталей машин и их взаимного расположения. Наибольшее распространение из приборов этой группы получили индикаторы часового типа (рисунок 10, а) с ценой деления 0,01 мм; применяются также индикаторы с ценой деления 0,002 мм.

При перемещении измерительного стержня на 1 мм стрелка индикатора делает полный оборот. Индикаторы, пределы измерения которых более 3 мм, имеют счетчик оборотов стрелки.

*Практика измерений.* Индикаторы часового типа применяют при измерениях радиального и осевого биения, отклонений от прямолинейности, отклонений положения одной детали относительно другой, при проверке взаимного расположения поверхностей и пр.

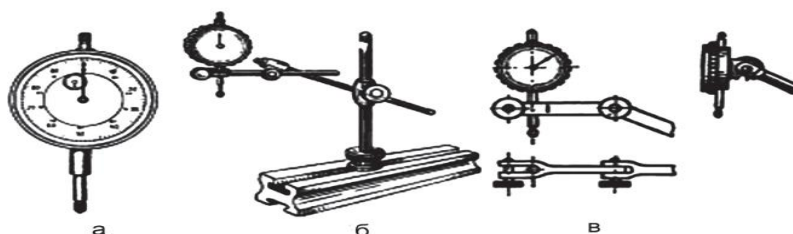


Рисунок 10. Индикатор часового типа (а) и установка индикатора для измерения: б — на универсальном штативе; в — различные способы крепления индикаторной головки на штативе

При измерениях применяют универсальный штатив и другие приспособления.

Индикатор, установленный в универсальном штативе (рисунок 10, б), может занимать самые различные положения по отношению к проверяемому изделию. Конструктивное оформление универсальных штативов может быть

различным, но принципиальная схема их остается одной и той же. Варианты приведены на рисунке 10, в.

При любом измерении индикатором (абсолютном или относительном) его нужно установить в некоторое начальное положение. Для этого измерительный наконечник приводят в соприкосновение с поверхностью установочной меры (или столика). Индикатор подводят так, чтобы стрелка его сделала 1–2 оборота. Таким образом стержню индикатора дается натяг, чтобы в процессе измерения индикатор мог показать, как отрицательные, так и положительные отклонения от начального положения или установочной меры. Стрелка индикатора при этом устанавливается против какого-либо деления шкалы. Дальнейшие отсчеты следует вести от этого показания стрелки, как от начального. Чтобы облегчить отсчеты, начальное показание обычно приводят к нулю. Установка индикатора на нуль осуществляется поворотом циферблата за рифленый ободок.

При измерениях *индикаторным нутромером* его предварительно настраивают на измеряемый размер по микрометру, блоку плоскопараллельных концевых мер или калиброванному кольцу и после этого устанавливают на нуль.

Настроенный нутромер осторожно вводят в измеряемое отверстие и небольшими покачиваниями (рисунок 11, а) определяют отклонение стрелки от нулевого положения. Это и будет отклонение измеряемого размера от того, на который был настроен. В тех случаях, когда измерительный стержень индикаторной головки не может коснуться измеряемой поверхности, прибегают к специальным рычажным приспособлениям, соединенным с корпусом индикатора. Устройство этих приспособлений ясно из рисунка (рисунок 11, б).



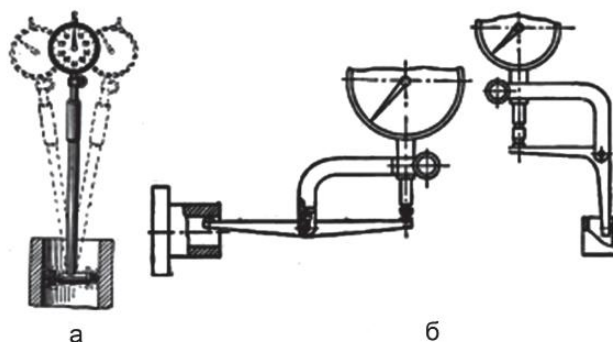


Рисунок 11. Индикаторный нутромер (а) и рычажные приспособления к индикатору (б), применяемые для измерений в труднодоступных местах

*Микрометры* для наружных измерений (рисунок 12), микрометрические нутромеры и микрометрические глубиномеры относятся к микрометрическим инструментам.

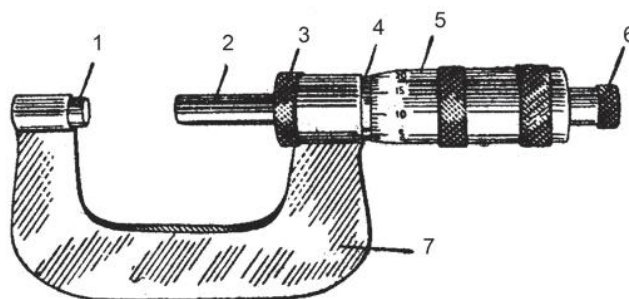


Рисунок 12. Микрометр для наружных измерений: 1 — пятка; 2 — микрометрический винт; 3 — стопорная гайка; 4 — втулка; 5 — барабан; 6 — трещотка; 7 — скоба

Отсчетное устройство микрометрических инструментов состоит из втулки 1 (рисунок 13, а) и барабанчика 2. На втулке по обе стороны продольной линии нанесены две шкалы с делениями через 1 мм так, что верхняя шкала сдвинута по отношению к нижней на 0,5 мм.

На скошенном конце барабанчика имеется круговая шкала с 50 делениями. При вращении барабанчик перемещается вдоль втулки и за один оборот проходит путь, равный 0,5 мм. Следовательно, цена деления шкалы барабанчика равна  $0,5:50=0,01$  мм.

При измерениях целое число миллиметров отсчитывают по нижней шкале, половины миллиметров — по верхней шкале втулки, а сотые доли миллиметра — по шкале барабанчика. Число сотых долей миллиметра

отсчитывают по делению шкалы барабанчика, совпадающему с продольной риской на втулке.

Примеры отсчета по шкалам микрометра приведены на рисунке 13.

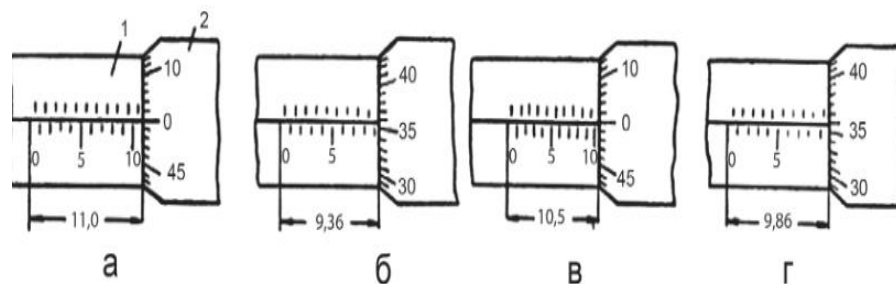


Рисунок 13. Методика отсчета размеров по шкале микрометрического инструмента: *а* — 11,0 мм; *б* — 9,36 мм; *в* — 10,5 мм; *г* — 9,86 мм

Чтобы при измерении микрометром ограничить силу натяжения на измеряемую деталь и обеспечить постоянство этой силы, микрометр снабжается трещоткой.

Перед тем как прочесть показания микрометра, барабанчик закрепляют с помощью специального стопора.

Кроме обычных штангенциркулей и других инструментов с нониусной шкалой и шкалой часового типа применяют также и модели инструментов с электронными цифровыми индикаторами, которые выводят на экран в цифровом виде показания значений произведенного измерения.

При эксплуатации измерительных приборов следует помнить, что измерительные поверхности у наконечников должны быть чистыми, а измеряемые поверхности деталей должны быть чистыми и их температура не должна отличаться от температуры измерительных приборов. Недопустимо измерять горячие детали точными измерительными приборами. В руках измерительные приборы долго держать нельзя, так как это влияет на точность измерений. Не допускается измерять подвижные детали, потому что это опасно, приводит к быстрому износу измерительных поверхностей инструмента и к потере точности результатов измерения.

При кратковременном и длительном хранении измерительный инструмент протирают мягкой ветошью с авиабензином и смазывают тонким

слоем технического вазелина. Измеряющие поверхности наконечников отделяют друг от друга, а стопоры ослабляют. При длительном хранении инструменты обертывают промасленной бумагой.

Перед тем как приступить к измерениям рекомендуют проверить нуль показаний средств измерения. Для этого предварительно настраивают показания шкалы инструмента на измеряемый размер по мерным плиткам (плоскопараллельным концевым мерам) или по калиброванному кольцу или валику и таким образом определяют положение нуля при измерениях.

*Щупы* служат для определения величины зазоров с точностью 0,01 мм (рисунок 14).

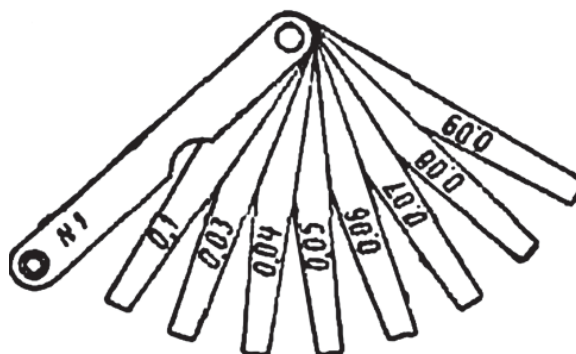


Рисунок 14. Набор щупов

Щупы изготавливаются 1-го и 2-го классов точности с толщиной пластин от 0,03 до 1 мм и с интервалом 0,01 мм или больше, в зависимости от номера набора.

*Поверочные плиты* (рисунок 15) являются основными средствами проверки плоскостности поверхности детали методом на краску. Плиты изготавливают из чугуна размерами от 100x200 до 1000x1500 мм.

На поверхности плит не должно быть коррозионных пятен или раковин.

Поверочные плиты служат не только для контроля плоскостности. Их широко используют в качестве базы для различных контрольных операций с применением универсальных средств измерений (рейсмусов, индикаторных стоек и др.)

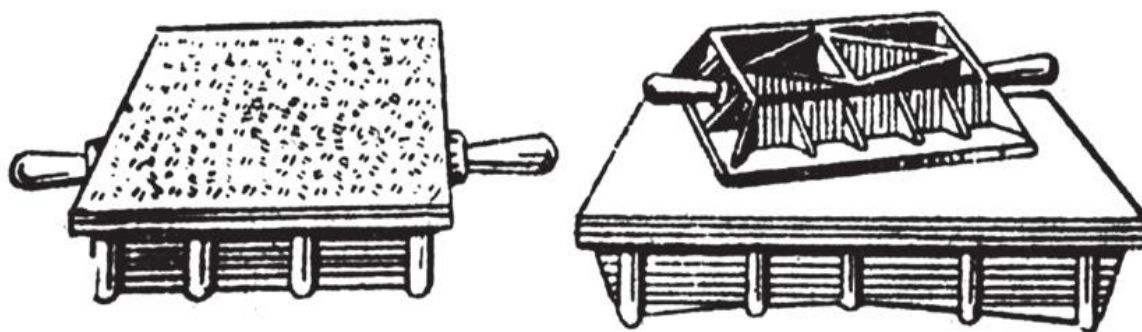


Рисунок 15. Поверочные плиты

**Форма отчетности:** контрольное задание № 1

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 3, 6.

### **Тема 6. Расчёт гладких калибров и их допусков (4 часа)**

*Калибры*—средства измерительного контроля, предназначенные для проверки соответствия действительных размеров, формы и расположения поверхностей деталей заданным требованиям.

Калибры применяют для контроля деталей в массовом и серийном производствах. Калибры бывают нормальные и предельные.

*Нормальный калибр*— однозначная мера, которая воспроизводит среднее значение (значение середины поля допуска) контролируемого размера. При использовании нормального калибра о годности детали судят, например, по зазорам между поверхностями детали и калибра, либо по «плотности» возникающего сопряжения между контролируемой деталью и нормальным калибром. Оценка зазора, следовательно, результаты контроля в значительной мере зависят от квалификации контролера и имеют субъективный характер.

*Предельные калибры*— мера или комплект мер обеспечивающие контроль геометрических параметров деталей по наибольшему и наименьшему предельным значениям. Изготавливают предельные калибры для проверки размеров гладких цилиндрических и конических поверхностей, глубины и высоты уступов, параметров резьбовых и шлицевых поверхностей деталей. Изготавливают также калибры для контроля расположения поверхностей деталей, нормированных позиционными допусками, допусками соосности и др.

При контроле предельными калибрами деталь считается годной, если проходной калибр под действием силы тяжести проходит, а непроходной калибр не проходит через контролируемый элемент детали. Результаты контроля практически не зависят от квалификации оператора.

По конструкции калибры делятся *на пробки и скобы*. Для контроля отверстий используют калибры-пробки, для контроля валов – калибры-скобы.

*По назначению калибры делятся на рабочие и контрольные.*

*Рабочие калибры* предназначены для контроля деталей в процессе их изготовления и приёмки. Такими калибрами на предприятиях пользуются рабочие и контролеры отделов технического контроля (ОТК).

*Контрольные калибры* используют для контроля жестких рабочих предельных калибров-скоб или для настройки регулируемых рабочих калибров.

*Комплект рабочих предельных калибров для контроля гладких цилиндрических поверхностей деталей включает:*

- проходной калибр (ПР), номинальный размер которого равен наибольшему предельному размеру вала или наименьшему предельному размеру отверстия;

- непроходной калибр (НЕ), номинальный размер которого равен наименьшему предельному размеру вала или наибольшему предельному размеру отверстия.

**Форма отчетности:** контрольное задание № 2

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 6.

## **Тема 7. Контроль размеров деталей машин различными средствами измерений (4 часа)**

Виды контроля качества продукции можно классифицировать по различным признакам.

В зависимости от цели контроля в процессе изготовления продукции различают:

- приемочный контроль, осуществляемый для принятия решения о годности объекта контроля;

- статистическое регулирование технологического процесса, подразумевающее контроль качества продукции для оценки состояния технологического процесса с последующей наладкой при необходимости.

По стадиям производственного процесса различают: входной контроль, пооперационный, окончательный (приемочный) контроль, контроль транспортировки и хранения.

При *входном контроле* проверяется качество продукции, сырья, материалов, тары и полуфабрикатов, поступивших на завод (к потребителю, заказчику). Цель контроля – исключение возможности проникновения в производство сырья и материалов с отступлениями от показателей, предусмотренных нормативными документами. В целях компенсации затрат предприятия-потребителя на проведение входного контроля целесообразно установить порядок, при котором входной контроль производится за счет поставщика. Это заставит поставщика улучшать качество поставляемой продукции, обеспечивать сохранность при упаковке и транспортировке.

*Операционный* – это контроль во время выполнения или после завершения технологической операции. Способствует снижению вероятности появления брака на выходе.

*Приемочный контроль* – это контроль, по результатам которого принимается решение о пригодности партии товара к поставкам, реализации и использованию.

*Инспекционный* – это контроль, который выполняют специально уполномоченные лица с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля (операционного, приемочного).

По *степени охвата* продукции выделяют:

- сплошной контроль;
- выборочный контроль.

*Сплошной контроль* осуществляется при 100%-ном охвате контролем предъявленной продукции. Он применяется в следующих случаях:

- при ненадежности качества поставляемых материалов, полуфабрикатов;

-если оборудование или особенности технологического процесса не обеспечивают однородность изготавливаемой продукции;

-при сборке в случае отсутствия взаимозаменяемости;

-после операций с возможно высоким размером брака;

-при использовании готовых изделий ответственного назначения.

При *выборочном контроле* решение о качестве контролируемой партии продукции принимается по результатам проверки одной или нескольких выборок или проб из партии товара. Выборочный контроль используется в случаях:

-при большом числе одинаковых деталей;

-при высокой степени устойчивости технологического процесса;

-после второстепенных операций;

-при невозможности реализации сплошного контроля.

Статистический приемочный контроль качества товаров – это выборочный контроль качества, основанный на применении методов математической статистики для проверки соответствия качества товара установленным требованиям. Различают статистический контроль по следующим признакам: по количественному, по качественному, по альтернативному.

По времени выполнения и по организационным формам выявления и предупреждения брака различают контроль:

-непрерывный;

-периодический;

-*летучий контроль*, выполняемый контролером произвольно, без графика при систематическом обходе закрепленных за ним мест;

-*текущий предупредительный контроль*, выполняемый с целью предупреждения брака в начале и в процессе обработки. Он включает:

а) проверку первых экземпляров изделий;

б) контроль соблюдения технологических режимов;

в) проверку вступающих в производство материалов, инструментов и т.д.

По влиянию на *возможность последующего использования* продукции различают разрушающий контроль и неразрушающий контроль.

При разрушающем контроле продукция после обработки и проверки непригодна к дальнейшему использованию. Такой вид контроля используется преимущественно на предприятиях пищевой промышленности. При неразрушающем контроле бездефектные изделия могут быть переданы в эксплуатацию (детали, сборочные единицы и так далее).

В последние годы широкое распространение в промышленности находят новые физико-технические методы контроля качества продукции, основанные на использовании ультразвука, рентгеноскопии, радиоактивных изотопов. Эти методы позволяют расширить возможности контроля качества продукции и анализа технологических процессов, не вызывая разрушения образцов и, как правило, обеспечивая экономический эффект.

В зависимости от исполнителей контроля различают: самоконтроль, контроль мастеров, контроль ОТК, многоступенчатый контроль (исполнитель – мастер – ОТК).

*По принимаемым решениям* различают контроль активный и пассивный.

При *активном (корректирующем) контроле* принимаются решения об изменениях параметров, последовательности работ и так далее, позволяющих улучшить качество.

При *пассивном (констатирующем) контроле* фиксируется действительное положение, то есть количество бракованной или дефектной продукции в партии.

В зависимости от используемых средств и методов различают:

-измерительный контроль, применяемый для оценки значений контролируемых параметров изделия (по точному значению или по допустимому диапазону значений с помощью шаблонов, калибров);

-регистрационный контроль (для оценки объекта контроля на основании результатов подсчета событий, изделий, качественных признаков);

-органолептический контроль;



-визуальный контроль (частный случай органолептического, когда контроль осуществляется только органом зрения);

-контроль по образцу (эталону);

-технический осмотр, осуществляемый в основном с помощью органов чувств и при необходимости с привлечением простейших средств контроля и др.

Методы контроля характерны для каждого участка производства и каждого объекта контроля. Различают:

-визуальный осмотр, позволяющий определить отсутствие поверхностных дефектов, например, при визуальной оценке качества жести;

-измерение размеров, позволяющее определить правильность форм и соблюдение установленных размеров, например, при определении линейных размеров стеклянной тары с помощью калибров;

-лабораторный анализ, предназначенный для определения механических, химических, физических и других свойств изделий;

-механические испытания, например, для определения твердости зерна гороха;

-радиологические, например, при определении содержания радионуклидов в сырье и др.

Регистрационные методы контроля в практике консервных заводов используются при подсчете банок с микробиологическим браком для оценки возможности реализации консервированной продукции.

Наиболее распространенный вид контроля – инструментальный. В этом случае средствами контроля являются различные средства измерений. Средствами контроля по альтернативному признаку являются предельные калибры. Для контроля качества химикатов применяются стандартные вещества, взаимодействие которых с контролируемым веществом оценивается по результатам измерений.

Контроль качества продукции по альтернативному признаку может осуществляться органолептически или визуально. В этом случае используются

органы чувств человека, в частности, органы зрения. В таких случаях могут применяться усиливающие средства (оптические, механические, химические), а также различного рода эталоны и образцы.

Контроль качества продукции осуществляется в соответствии с планом. План контроля – это совокупность данных о виде контроля, объемах контролируемой партии товара, объеме выборок или проб, о контрольных нормативах и решающих правилах.

**Форма отчетности:** контрольное задание № 3

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2.

### **Тема 8. Обозначение на чертежах шероховатостей, допусков форм и расположения поверхностей (4 часа)**

*Шероховатость поверхности*— совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами.

Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонения формы и волнистости) её рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется *базовой длиной* (рисунок 16).



Рисунок 16. Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности оценивается по неровностям профиля, получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью.

Числовые значения параметров шероховатости поверхности определяют от единой базы, за которую принята *средняя линия профиля*, т.е. базовая линия.

Для количественной оценки шероховатости наиболее часто используют три основных параметра:

$Ra$ — среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины.

$Rz$ — высота неровностей по десяти точкам (сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины).

$Rmax$  — наибольшая высота неровностей профиля в пределах базовой длины.

Предпочтительным является параметр  $Ra$ , поскольку определяется по большему количеству точек профиля. В связи с этим параметром  $Ra$  нормируется шероховатость образцов сравнения, используемых для оценки шероховатости в промышленности.

Параметры  $Rmax$  и  $Rz$  используют в тех случаях, когда по функциональным требованиям необходимо ограничить полную высоту неровности профиля, а также когда прямой контроль  $Ra$  с помощью профилометров или образцов сравнения не представляется возможным (поверхности, имеющие малые размеры или сложную конфигурацию, например, режущий инструмент).

Требования к шероховатости поверхности устанавливают исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изделий. Если в этом нет необходимости, то требования к шероховатости не устанавливают и шероховатость поверхности не контролируют.

### ***Обозначение шероховатости поверхности***

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции (рисунок 17).

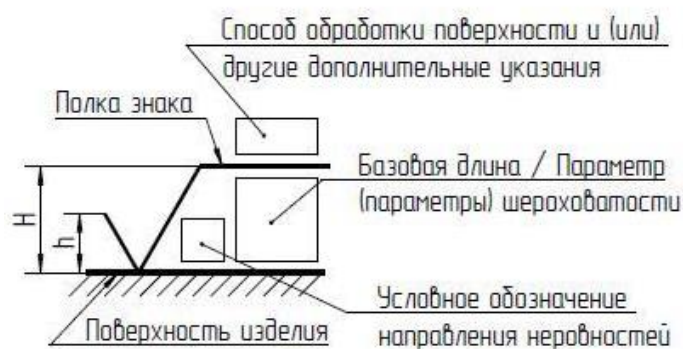
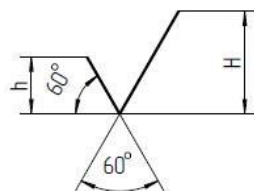


Рисунок 17. Обозначение шероховатости поверхностей.

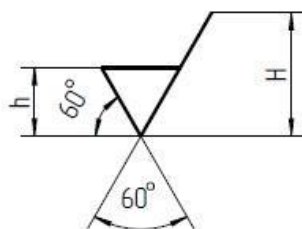
Структура обозначения шероховатости поверхности включает знак шероховатости, полку знака и другие дополнительные указания. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна  $(1.5...5)h$ . Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже.

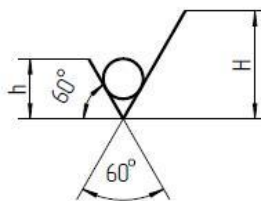
*Знаки для обозначения шероховатости поверхности в зависимости от вида ее обработки*



Основной знак, соответствующий обычному условию нормирования шероховатости, когда метод образования поверхности чертежом не регламентируется.



Знак, соответствующий, конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована удалением слоя материала, например, точением, шлифованием, полированием, травлением и т. п. (конкретный вид обработки может и не указываться).



Знак, соответствующий конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована без удаления поверхностного слоя материала, например, литьем, штамповкой, прессованием (конкретный вид образования поверхности может и не указываться).

**Форма отчетности:** контрольное задание № 4

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 6.

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ (20 часов)**

### **Тема 9. Техническое регулирование (8 часов)**

#### ***Понятие о техническом регулировании, его принципы и задач***

*Техническое регулирование* – это правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований и требований на добровольной основе к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации. Техническое регулирование также охватывает установление и применение на добровольной основе требований к выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

В федеральном законе «О техническом регулировании» от 27.12.2002 №184-ФЗ, действующим в настоящее время в РФ в современной редакции (2010 г.) предусмотрено применение следующих документов, действующих в техническом регулировании:

- технических регламентов;
- стандартов;
- подтверждений соответствия;
- сертификатов соответствия.

Техническое регулирование осуществляется в соответствии с принципами (выборочно из текста закона №184-ФЗ):

- применения единых правил установления требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования, производства, строительства, монтажа, эксплуатации и др.;

- соответствия технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития;

- независимости органов по аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей;

- единства применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок;

- недопустимости ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации;

- недопустимости совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации.

### ***Технические регламенты, их виды***

В федеральном законе «О техническом регулировании» определено понятие *технического регламента* как документа, принятого международным договором РФ или федеральным законом, или указом Президента РФ, или постановлением Правительства РФ и устанавливающего обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Технические регламенты принимаются в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений.

Разработчиком проекта технического регламента может быть любое лицо.

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие

безопасность во всех сферах деятельности и существования человека, его среды обитания. В большей части они относятся к промышленно-экономической сфере, например, к механической, пожарной, промышленной, электрической, ядерно- радиационной и другим видам безопасности.

Предусматривается их разработка и применение в области обеспечения единства измерений.

Впервые в России закон о техническом регулировании вынес обязательные требования к продукции в технические регламенты и предполагается, что в стандартах таких требований не будет.

Технические регламенты обычно дополняются методическими документами, указаниями по методам контроля или проверок соответствия продукта (процесса, услуги) требованиям регламента.

В Российской Федерации действуют общие и специальные технические регламенты.

Требования общего технического регламента обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Общие технические регламенты принимаются по вопросам:

- безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования;
- безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий;
- пожарной безопасности;
- биологической безопасности;
- электромагнитной совместимости;
- экологической безопасности;
- ядерной и радиационной безопасности.

Требованиями безопасности специального технического регламента учитываются технологические и иные особенности отдельных видов продукции и сопутствующих им процессов производства, эксплуатации,

хранения, перевозки, реализации и утилизации, они устанавливаются в случае необеспечения таких требований в общих технических регламентах.

Эффективное техническое регулирование в России предполагает разработку и принятие около 500 технических регламентов. К настоящему времени работа в данном направлении сдерживается по организационным и кадровым причинам.

Продукция и процессы, попадающие под действие технических регламентов, подлежат процедуре подтверждения их соответствия регламентам в форме декларации соответствия или обязательной сертификации.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ, подведомственными им государственными учреждениями, уполномоченными на проведение государственного контроля (надзора) в соответствии с законодательством РФ. Непосредственно данный контроль (надзор) осуществляется должностными лицами органов государственного контроля (надзора) в порядке, установленном законодательством РФ.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:**4, 5

## **Тема 10. Основные понятия о стандартизации. Исторические основы ее развития (6 часов)**

*Стандартизация*— это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров и надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда.

*Цель стандартизации*- достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально



существующих, планируемых или потенциальных задач. Основными результатами деятельности по стандартизации должны быть повышение степени соответствия продукта (услуги), процессов их функционального назначения, устранение технических барьеров в международном товарообмене, содействие научно-техническому прогрессу и сотрудничеству в различных областях.

Цели стандартизации можно подразделить на общие и более узкие, касающиеся обеспечения соответствия. Общие цели вытекают прежде всего из содержания понятия. Конкретизация общих целей для российской стандартизации связана с выполнением тех требований стандартов, которые являются обязательными.

К ним относятся разработка норм, требований, правил, обеспечивающих:

- безопасность продукции, работ, услуг для жизни и здоровья людей, окружающей среде и имущества;
- совместимость и взаимозаменяемость изделий;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития научно-технического прогресса;
- единство измерений;
- экономию всех видов продукции;
- безопасность хозяйственных объектов, связанную с возможностью возникновения различных катастроф (природного и техногенного характера) и чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособность и мобилизационную готовность страны.

Это определено законом РФ «О стандартизации», принятым в 1993 г.

Конкретные цели стандартизации относятся к определенной области деятельности, отрасли производства товаров и услуг, тому или другому виду продукции, предприятию и т.п.

Стандартизация связана с такими понятиями, как объект стандартизации и область стандартизации. *Объектом (предметом) стандартизации* называют продукцию, процесс или услугу, для которых разрабатывают те или иные

требования, характеристики, параметры, правила и т.п. Стандартизация может касаться либо объекта в целом, либо его отдельных составляющих (характеристик).

называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации. Например, машиностроение является областью стандартизации, а объектами стандартизации в машиностроении могут быть технологические процессы, типы двигателей, безопасность и экологичность машин и т.д.

Стандартизация осуществляют на разных уровнях. *Уровень стандартизации* различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политического региона мира принимают стандарт. Если участие в стандартизации открыто для соответствующих органов любой страны, то это *международная* стандартизация.

*Региональная* стандартизация – деятельность, открытая только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира. Региональная и международная стандартизация осуществляется специалистами стран, представленных в соответствующих региональных и международных организациях, задачи которых рассмотрены ниже.

*Национальная* стандартизация – стандартизация в одном конкретном государстве. При этом национальная стандартизация также может осуществляться на разных уровнях: на государственном, отраслевом уровне, в том или ином секторе экономики (например, на уровне министерств), на уровне ассоциаций, производственных фирм, предприятий (фабрик, заводов) и учреждений.

Стандартизацию, которая проводится в административно-территориальной единице (провинции, крае и т.п.), принято называть *административно-территориальной* стандартизацией.

В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, которые оформляются в виде нормативного документа.

Рассмотрим разновидности нормативных документов, которые рекомендуются руководством *ИСО/МЭК*, а также принятые в государственной системе стандартизации РФ. Руководство ИСО / МЭК рекомендует: стандарты, документы технических условий, своды правил, регламенты (технические регламенты), положения.

*Стандарт*– это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. Стандарт должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта, тогда его использование принесет оптимальную выгоду для общества.

*Предварительный стандарт*– это временный документ, который принимается органом по стандартизации и доводится до широкого круга потенциальных потребителей, а также тех, кто может его применить. Информация, полученная в процессе использования предварительного стандарта, и отзывы об этом документе служат базой для решения вопроса о целесообразности принятия стандарта.

Стандарты бывают международными, региональными, национальными, административно-территориальными. Они принимаются соответственно международными, региональными, национальными, территориальными органами по стандартизации. Все эти категории предназначены для широкого круга потребителей. По существующим нормам стандартизации стандарты периодически пересматриваются для внесения изменений, чтобы их требования соответствовали уровню научно-технического прогресса, или, согласно терминологии ИСО/МЭК, стандарты должны представлять собой «признанные технические правила». Нормативный документ, в том числе и стандарт, считается признанным техническим правилом, если он разработан в

сотрудничестве с заинтересованными сторонами путем консультаций и на основе консенсуса.

*Нормативные документы по стандартизации в РФ установлены законом РФ «О стандартизации». К ним относятся:*

- Государственные стандарты РФ (ГОСТ Р);
- применяемые в соответствии с правовыми нормами международные, региональные стандарты, а также правила, нормы и рекомендации по стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической информации;
- стандарты отраслей;
- стандарты предприятий;
- стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений.

До настоящего времени действуют еще и стандарты СССР, если они не противоречат законодательству РФ.

Кроме стандартов нормативными документами являются также *ПР* – правила по стандартизации, *Р* – рекомендации по стандартизации и *ТУ* – технические условия. Особое требование предъявляется к нормативным документам на продукцию, которая согласно российскому законодательству подлежит обязательной сертификации. В них должны быть указаны те требования к продукции (услуге), которые подтверждаются посредством сертификации, а также методы контроля (испытаний), которые следует применять для установления соответствия, правила маркировки такой продукции и виды сопроводительной документации.

**Форма отчетности:** реферат

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 3, 4, 5

## **Тема 11. Основные понятия о подтверждении соответствия (6 часов)**

Соблюдение правил и требований технического регулирования способствует повышению качества товаров, их безопасности и

конкурентоспособности, а подтверждение соответствия является инструментом технического регулирования, оценивающим степень выполнения этих требований.

Подтверждение соответствия является одной из форм оценки соответствия.

*Оценка соответствия*—это прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту. Оценка соответствия проводится в форме государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов, аккредитации, испытаний, регистрации, аттестации и подтверждения соответствия.

*Государственный контроль (надзор)* проводится с целью проверки выполнения требований технических регламентов и принятия мер по результатам проверки.

*Аккредитация* —это процедура официального признания органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия. Компетентность предполагает способность применять знания и навыки на практике.

*Аккредитующий орган* —орган, управляющий системой аккредитации и проводящий аккредитацию.

По результатам аккредитации оформляется *аттестат аккредитации*, представляющий собой документ, удостоверяющий аккредитацию лица в качестве органа по сертификации или испытательной лаборатории в определенной области аккредитации.

Область аккредитации определяет сферу деятельности органа по сертификации или испытательной лаборатории. Например, орган по сертификации может быть аккредитован на право проведения сертификации одной однородной группы продукции или иметь расширенную область аккредитации на несколько однородных групп продукции.

*Испытание*– определение одной или более характеристик объекта оценки соответствия согласно процедуре. Испытания проводятся с помощью средств измерений или химических реактивов.

*Регистрация* предполагает процедуру подтверждения соответствия продукции требованиям безопасности и функционального соответствия. Результатом регистрации является внесение продукции в Государственный реестр пищевых продуктов, материалов, изделий, разрешенных для обращения на территории Российской Федерации, а также оформление свидетельства о регистрации, которое дает право на производство или ввоз продукции. Регистрации подлежит продукция, ранее не находившаяся в обращении на территории РФ, а также продукция, которая ранее выпускалась, но свойства и характеристики которой были изменены. Государственная регистрация осуществляется на этапе подготовки продукции к производству или для впервые ввозимой продукции.

Задачи *аттестации* сводятся к оценке квалификации и уровня подготовленности работников к оценке продукции для присвоения ей определенной категории, к оценке рабочих мест.

*Подтверждение соответствия*– это документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

Подтверждение соответствия осуществляется в двух формах:

- 1) добровольное подтверждение соответствия;
- 2) обязательное подтверждение соответствия.

Форма подтверждения соответствия – это определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, условиям договоров (рисунок 18).



Рисунок 18. Схемы декларирования соответствия.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 4, 5

## ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ (28 часов)

### Тема 12. Основные понятия о взаимозаменяемости (6 часов)

На взаимозаменяемость соединений оказывает влияние не только размер, но и точность геометрической формы, и точность геометрических элементов, образующих деталь.

*Взаимозаменяемостью* изделий (машин, приборов, механизмов и т. д.), и их частей или других видов продукции (сырья, материалов, полуфабрикатов и т. д.) называют их свойство равноценно заменять при использовании любой из множества экземпляров изделий, их частей или иной продукции другим однотипным экземпляром.

Различают пять видов взаимозаменяемости: полную, неполную, внешнюю, внутреннюю и функциональную.

Полная взаимозаменяемость – это вид взаимозаменяемости, при которой обеспечивается беспригоночная сборка (или замена детали при ремонте) любых независимо изготовленных с заданной точностью однотипных деталей в составные части, а последние – в изделия при соблюдении предъявляемых к

ним технических требований по всем параметрам качества. При этом выполнение требований к точности деталей является основным исходным условием полной взаимозаменяемости. Кроме того, необходимо выполнение и других условий: установление оптимальных номинальных параметров деталей, выполнить требования к материалу деталей, технологии их изготовления и контроля и т. д. Сборка изделий при полной взаимозаменяемости сводится к простому соединению деталей без подгонки и регулировки. Поэтому может осуществляться рабочими не высокой квалификации.

Полная взаимозаменяемость имеет следующие преимущества:

- упрощается процесс сборки изделий, сущность которой сводится к простому соединению деталей рабочими не высокой квалификации;
- сборочный процесс точно нормируется во времени, укладывается в установленный темп работы и возможна организация поточного метода сборки;
- создаются условия для автоматизации процессов изготовления и сборки изделий;
- возможна широкая специализация и кооперация заводов;
- упрощается ремонт изделий, так как любая износившаяся или вышедшая из строя, вследствие поломки деталь или узел может быть заменена новой (запасной).

Полную взаимозаменяемость экономически целесообразно применять для деталей, имеющих точность не выше 5 – 6 квалитетов и для составных частей изделий, имеющих небольшое число деталей (например, две, образующих сопряжение), а также в случаях, когда несоблюдение заданных зазоров или натягов даже у части деталей в узле или изделии недопустимо.

*Неполная взаимозаменяемость* – это взаимозаменяемость не по всем, а только по отдельным деталям или составным частям изделий, т. е. в изделии часть деталей или составных частей его обладает полной взаимозаменяемостью, а другая часть не обладает.

Неполную взаимозаменяемость, чаще всего, применяют в случаях, когда по эксплуатационным требованиям к изделиям необходимо изготавливать



детали с малыми экономически неприемлемыми или технологически трудно выполнимыми допусками. В этих случаях применяют группой подбор деталей сопряжений (селективную сборку), компенсаторы, регулирование и пригонку, и другие технологические мероприятия, при этом требования к качеству составных частей и изделию в целом должны строго соблюдаться. При выполнении селективной сборки экономически неприемлемые или технологически трудно выполнимые допуски увеличивают. После изготовления детали сортируют по размерным группам, а затем собирают узлы и сопряжения из деталей соответствующих групп, чтобы характер сопряжения (величины зазоров или натягов) соответствовал техническим требованиям, предъявляемым к данному сопряжению. Например, сборка плунжерных пар или подшипников качения.

*Внешняя взаимозаменяемость*— это взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий, монтируемых в другие более сложные изделия, и составных частей (сборочных единиц) по эксплуатационным параметрам, а также по форме и присоединительным размерам. Например, в электродвигателях внешняя взаимозаменяемость осуществляется по числу оборотов вала и мощности, по присоединительным размерам в подшипниках качения (наружное и внутреннее кольца), а также по точности вращения.

*Внутренняя взаимозаменяемость*— это взаимозаменяемость деталей внутри узла или механизма, входящие в изделие. Например, в подшипнике качения внутреннюю взаимозаменяемость имеют тела качения и кольца.

*Функциональная взаимозаменяемость*— это взаимозаменяемость машин, приборов и других изделий по эксплуатационным показателям. Функциональными являются геометрические, электрические, механические и другие параметры, влияющие на эксплуатационные показатели машин и других изделий. Например, величина зазора между поршнем и цилиндром (функциональный параметр) определяет мощность двигателей (эксплуатационный показатель), а в поршневых компрессорах функциональными и эксплуатационными показателями являются

соответственно весовая и объемная производительности. Функциональными эти параметры названы для того, чтобы подчеркнуть их связь со служебными функциями составных частей (узлов) и эксплуатационные показатели изделий.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 3.

### **Тема 13. Понятие о посадках (6 часов)**

Механизмы всех машин и приборов состоят из деталей и сборочных единиц. Характер соединений должен обеспечивать точность положения или перемещения деталей и сборочных единиц. В одних случаях необходимо получить подвижное соединение, в других - неподвижное.

*Посадка* - характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединённых деталей.

*Зазором* называется положительная разность между размерами отверстия и вала  $S = D - d$  (рисунок 19а).

*Натяг*  $N$  - разность размеров вала и отверстия до сборки соединения, если размер вала больше размера отверстия (рисунок 19б).

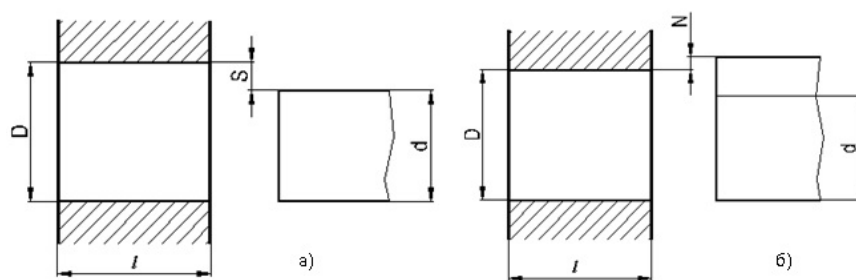


Рисунок 19. Посадки с зазором (а) и натягом (б)

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация.

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2.

## Тема 14. Допуски и посадки гладких цилиндрических сопряжений (6 часов)

Посадки всех трех групп с различными зазорами и натягами можно получить, изменяя положение обеих сопрягаемых деталей (рисунок 20).

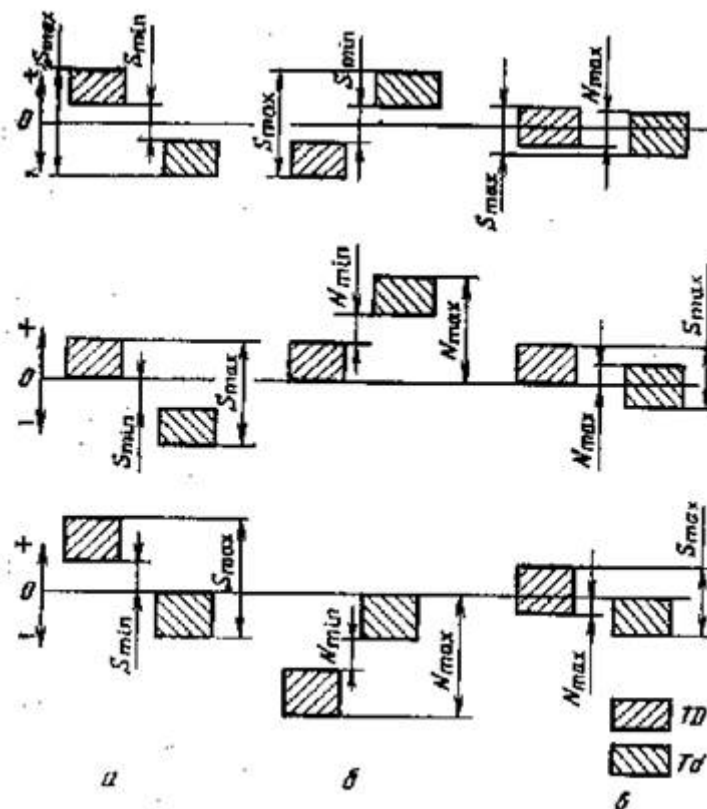


Рисунок 20. Расположение полей допусков посадок: а — с зазором; б — с натягом; в — переходной.

Если при конструировании будут назначены любые поля допусков, то таких полей допусков может оказаться бесчисленное множество. Но это означает, что практически невозможно будет централизованно выпускать в продажу обрабатывающий, мерительный инструменты. Т.е. в технологическом и эксплуатационном отношениях удобнее получать разнообразные посадки, изменяя положение поля допуска только одной детали (отверстия или вала).

Такие отверстия и валы получили название *основные*.

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, наз. основной деталью. Таким образом, *основная деталь* — это деталь, поле допуска которой является базовым для образования посадок, установленных в данной системе допусков и посадок.

*Основное отверстие* – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю (EI) .

*Основной вал* – вал, верхнее отклонение которого равно нулю (es).

Посадки, группирующие около основных деталей, образуют систему допусков и посадок.

Система допусков и посадок - совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов.

*Посадки в системе отверстия:* посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

*Посадки в системе вала:* посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (Рисунок 21).

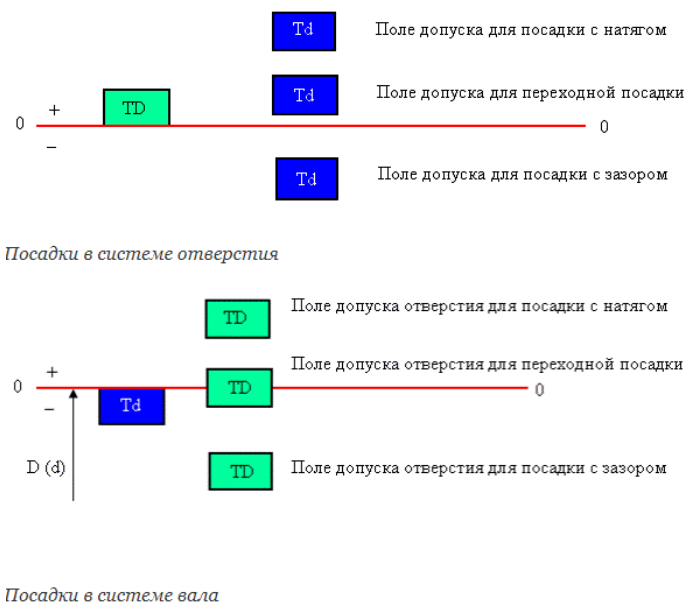


Рисунок 21 Посадки в системе отверстия и вала.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 6.

## Тема 15. Группы и виды посадок (6 часов)

Различают три вида посадок: посадки с зазором, посадки с натягом, переходные посадки.

### *Посадки с зазором*

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, она характеризуется предельными зазорами.

Наибольший зазор - разница наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \text{ или } S_{\max} = ES - ei$$

Наименьший зазор - разница наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \text{ или } S_{\min} = EI - es$$

Допуск посадки равен сумме допусков отверстия и вала:

$$T_{\text{П}} = TD + Td \text{ или } TS = S_{\max} - S_{\min}$$

### *Посадки с натягом*

Посадка натягом – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении. Посадка с натягом характеризуется предельными натягами.

Наибольший натяг - разница наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \text{ или } N_{\max} = es - EI$$

Наименьший натяг - разница наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \text{ или } N_{\min} = ei - ES$$

Допуск посадки равен сумме допусков отверстия и вала:

$$T_{\text{П}} = TD + Td \text{ или } TN = N_{\max} - N_{\min}$$

### *Переходная посадка*

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала. Переходные посадки - характеризуется наличием наибольшими зазорами и наибольшими натягами.

Допуск посадки:  $T_P = S_{\max} + N_{\max}$

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 6.

## **Тема 16. Единые принципы построения системы допусков и посадок (2 часа)**

Принцип применения рядов предпочтительных чисел. Принцип масштабных коэффициентов. Принцип применения коэффициентов точности. Принцип применения упрощающих способов построения посадок. Принцип экономии материала при установлении поля допуска основной детали. Принцип унификации полей допусков. Принцип физически обоснованного изменения зазора в зависимости от размера соединения. Принцип приведения норм точности к определенному температурному режиму.

**Форма отчетности:** мультимедийная презентация.

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 6.

## **Тема 17. Определение размеров деталей, посадок в сопряжениях и исполнительных размеров калибров (2 часа)**

Исполнительным размером калибра является один из предельных размеров ( $\min$  или  $\max$ ) в зависимости от вида калибра (пробка или скоба). Предельные размеры калибров рассчитываются, как и предельные размеры деталей по следующим формулам:

*Калибр – пробка: Калибр – скоба:*

$$D_{\max(\text{ПР})} = D + EI + Z + H/2; D_{\max(\text{ПР})} = D + es - Z_1 + H_1/2;$$

$$D_{\min(\text{ПР})} = D + EI + Z - H/2; D_{\min(\text{ПР})} = D + es - Z_1 - H_1/2;$$

$$D_{\max(\text{НЕ})} = D + ES + H/2; D_{\max(\text{НЕ})} = D + ei + H_1/2;$$

$$D_{\min(\text{НЕ})} = D + ES - H; D_{\min(\text{НЕ})} = D + ei - H_1/2.$$

*Контрольные калибры:*

$$D_{\max(\text{К-И})} = D + es + Y_1 + H_p/2;$$

$$D_{\min(\text{К-И})} = D + es + Y_1 - H_p/2;$$

$$D_{\max(K-ПР)} = D + es - Z_1 + H_p/2;$$

$$D_{\min(K-ПР)} = D + es - Z_1 - H_p/2$$

$$D_{\max(K-HE)} = D + ei + H_p/2;$$

$$D_{\min(K-HE)} = D + ei - H_p/2.$$

где  $D$  – номинальный размер контролируемой детали;  $ES, EI$  – верхнее и нижнее отклонения контролируемого отверстия;  $es, ei$  – верхнее и нижнее отклонения контролируемого вала;  $Z, Z_1$  – величины смещения средин полей допусков проходных калибров – пробок и калибров – скоб соответственно;  $H, H_1, H_p$  – допуски калибров – пробок, калибров – скоб и контрольных калибров соответственно.

Значения предельных отклонений контролируемых деталей ( $ES, EI, es, ei$ ), а также значения допустимых величин износа калибров ( $Y, Y_1$ ) подставляются в формулы расчета исполнительных размеров проходных калибров с учетом их знака (+, -).

В качестве исполнительного размера калибра – скобы принимается ее наименьший размер, а всю величину допуска на изготовление калибра со знаком «плюс» назначают к - отклонение. Исполнительным размером калибра – пробки назначается наибольший его размер, а всю величину допуска на изготовление калибра назначают со знаком «минус» в отклонение. И для калибра – пробки и для калибра – скобы отклонения назначают в «тело» детали. Таким образом, при назначении исполнительных размеров калибров используется принцип «максимума металла», при выполнении которого гарантируется вероятность получения годных калибров в процессе их изготовления.

**Форма отчетности:** контрольное задание № 5

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 6.

## 4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМАМ И ИХ ОЦЕНКА

### МЕТРОЛОГИЯ

#### Тема 1. Основы метрологического обеспечения

##### Презентация

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Цели и задачи метрологии.
2. Термины и определения метрологии
3. Классификация физических величин.

*Мультимедийная презентация* – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.



### **Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 2. Основные понятия, связанные со средствами измерения**

### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Классификация средств измерений.
2. Виды и методы измерений
3. Классификация погрешностей.

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка: 1 балл.**

### **Тема 3. Штангенинструмент и микрометрический инструмент**

#### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Назначение, устройство и работа штангенциркулей и штангенглубиномеров.

2. Назначение, устройство и работа гладких микрометров

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

#### **Тема 4. Рычажно-механические приборы**

##### **Презентация**

Подготовить презентацию на тему: «Назначение, устройство и работа рычажно-механических приборов».

*Мультимедийная презентация* – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);

5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

### **Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 5. Порядок измерения деталей машин измерительными средствами**

### ***Контрольное задание №1: Порядок измерения деталей машин измерительными средствами***

#### **1.1 Цель работы**

Изучение условий и правил выбора универсальных средств измерения (СИ), устройства и правил их пользования.

#### **1.2. Методика выбора универсальных средств измерения**

Посадку деталей для выполнения контрольного задания № 1 выбирать из таблицы 1.

Таблица 1 – Посадки гладких цилиндрических деталей

Номера вариантов	Посадки гладких цилиндрических деталей		
	С зазором	С натягом	Переходные
1	2	3	4
1	H7/d8	H6/p5	H6/js5
2	H7/e7	H6/r5	H6/k5
3	H7/e8	H6/s5	H6/m5
4	H7/f7	H6/t5	H6/n5
5	H8/d8	H6/u5	H6/js6
6	H8/d9	H7/p6	H6/k6
7	H8/e8	H7/r6	H7/m6
8	H8/e9	H7/s6	H7/n6
9	H8/f7	H7/t6	H7/js7
10	H8/f8	H7/u6	H7/k7
11	H9/f8	H7/v6	H7/m7
12	H9/d9	H7/z6	H7/n7
13	H9/e9	H8/p7	H8/js7
14	H9/f9	H8/r7	H8/k7
15	H10/d10	H8/s7	H8/m7
16	H11/a11	H8/t7	H8/n7
17	H11/b11	H8/u7	H6/m6
18	H11/c11	H8/u8	H6/n6
19	H11/c11	H8/x8	H7/js6
20	H12/b12	H8/z8	H7/k6

Выбрать универсальные средства для измерения действительных размеров отверстия и вала, входящих, например, в соединение  $\varnothing 40$  H8/e9.

По [1, с. 79-88] найти предельные отклонения:

отверстия  $ES = +39$  мкм,  $EJ = 0$ , вала  $es = -50$  мкм,  $ei = -112$  мкм.

Полное обозначение посадки по стандарту

$$\varnothing 40 \frac{H8^{(+0,039)}}{e9^{(-0,050 / -0,112)}}$$

Определить допуски на изготовление:

$$\begin{aligned} \text{отверстия} \quad J_{T_D} &= +0,039 - 0 = 0,039 \text{ мм;} \\ \text{вала} \quad J_{T_d} &= -0,050 - (-0,112) = 0,062 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Из [2, с. 2-3] найти допускаемую погрешность измерения:

отверстия  $\delta = 10$  мкм, вала  $\delta = 16$  мкм.

По [3, с. 5-29] выбрать универсальные СИ, предельные допускаемые погрешности которых  $\delta$  не превышают выше найденных. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Универсальные средства для измерения линейных размеров деталей

Контролируемая деталь	Номинальный размер с отклонениями, мм	Допуск размера, мм	Допускаемая погрешность измерения, мм	Средства измерения и их метрологические характеристики			
				наименование	предельная погрешность измерения, мм	цена деления, мм	предел измерения прибора, мм
Втулка	$\varnothing 40$ $H8^{(+0,039)}$	0,039	0,010	индикатор с часовым типом	0,010	0,010	35...50
Вал	$\varnothing 40$ $e9^{(-0,050 / -0,112)}$	0,062	0,016	микрометр	0,010	0,010	25...50

Затем необходимо изучить устройство и правила пользования универсальными СИ.

### 1.3. Описание устройства, настройки и работы универсальных средств измерения

#### Микрометр

Микрометр является наиболее распространенным микрометрическим инструментом для измерения наружных размеров деталей прямым контактным методом. Отсчетное устройство микрометра (рисунок 19) состоит из

продольной шкалы 1 на стебле и круговой шкалы 2 на конусной поверхности барабана 3. Шкала 1 имеет два ряда штрихов, один из которых расположен над продольной чертой стебля, другой - под чертой. Каждый ряд шкалы имеет цену деления 1 мм, но верхний ряд штрихов сдвинут относительно нижнего на 0,5 мм. Целое число миллиметров отсчитывается по основной нижней шкале с пронумерованными через каждые 5 мм штрихами, а половины миллиметров - по вспомогательной верхней. Указателем является скошенный край барабана 3. Круговая шкала 2 имеет цену деления 0,010 мм и необходима для отсчета десятых и сотых долей миллиметра. Указателем служит риска на круговой шкале.

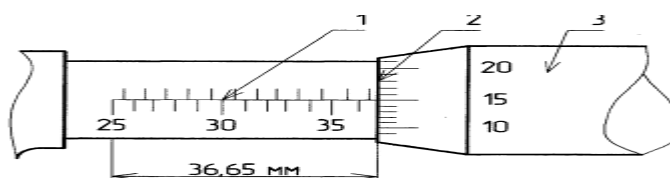


Рисунок 19. Отсчетное устройство микрометра: 1 – шкала линейная; 2 – шкала круговая; 3 – барабан.

Для определения действительного размера детали производят отсчеты по основной и вспомогательной продольной и круговой шкалам и суммируют их результаты (рисунок1):

$$36 + 0,5 + 0,15 = 36,65 \text{ мм.}$$

Схема измерения действительных размеров вала приведена на рисунке20.

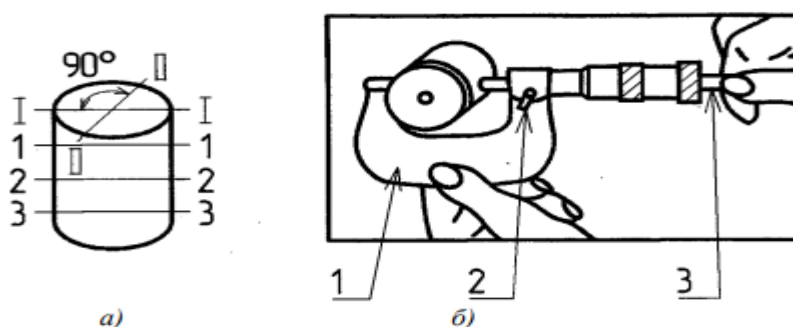


Рисунок 20. Схема измерения действительных размеров вала: а – схема измерения вала; б – схема работы с микрометром; 1-1, 2-2, 3-3 – сечения вала; I - I, II - II – взаимно перпендикулярные плоскости; 1 – скоба микрометра; 2 – рычаг стопора; 3 – трещотка микрометра.



Для измерения микрометр следует взять за скобу 1 левой рукой, освободить рычаг стопора 2 и, вращая ТОЛЬКО ТРЕЩОТКУ 3, зажать контролируемую деталь между измерительными поверхностями микрометра. Вращение трещотки прекращают после 3...4 щелчков. Действительные размеры вала определяются в трех сечениях 1-1, 2-2, 3-3 сверху вниз в двух взаимно перпендикулярных плоскостях I - I и II - II (рисунок 2, а), т.е. всего производится шесть измерений. При измерениях необходимо помнить, что вал в посадке с зазором имеет действительные размеры меньше номинального диаметра, в посадке с натягом – больше номинального диаметра.

### Нутромер с индикатором часового типа

Нутромер с индикатором часового типа является достаточно распространенным инструментом для внутренних измерений. Промышленностью выпускаются нутромеры с пределами измерений 3...6, 6...10, 10...18, 18...50, 50...100, 100...160, 160...200 мм и ценой деления 0,010 мм, которые показаны соответственно на нутромере и шкале индикатора. Перед измерением нутромер необходимо настроить на номинальный диаметр втулки  $D_{нс}$ . Для этого по размеру  $D_{нс}$  притирается блок концевых мер. Например, при  $D_{нс}=40$  мм берется одна плита, равная 40 мм (плиток), при  $D_{нс}=42$  мм – две плитки размером 40 и 2 мм. Плитки протирают о чистую бумагу и медленно надвигают друг на друга (рисунок 21, а).

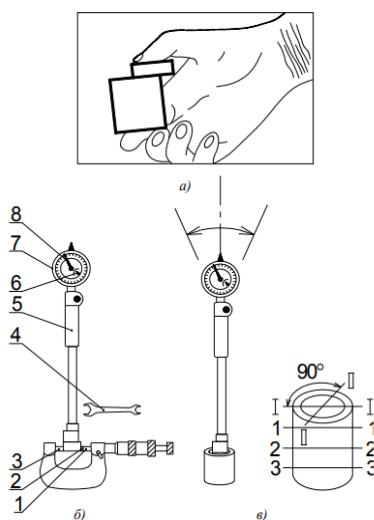


Рисунок 21. Схема измерения действительных размеров втулки

нутромером с индикатором часового типа: а – схема притирки блока концевых

мер; б – настройка нутромера; в – схема измерения действительных размеров втулки; 1, 3 – стержни измерительные нутромера; 2 – контргайка; 4 – ключ; 5 – ручка деревянная нутромера; 6 – стрелка индикатора малая; 7 – кольцо, 8 – стрелка индикатора большая.

По собранному блоку необходимо настроить микрометр и установить его между измерительными стержнями 1 и 3 нутромера (рисунок 21, б). Освободив контргайку нутромера, следует вращать его сменную вставку 1 до тех пор, пока малая стрелка 6 индикатора переместится с цифры 1 на 2, а большая стрелка 8, сделав оборот, опять встанет на ноль. Закрепить контргайку 2 ключом 4. Затем нужно осторожно снять микрометр. После этого малая стрелка вновь возвратится на цифру 1, а большая, сделав оборот, – на ноль. Более точно большую стрелку на ноль можно установить, вращая шкалу индикатора за кольцо 7.

Схема измерения действительных размеров втулки нутромером приведена на рисунке 21, в.

Для измерения действительных размеров втулки нужно взять нутромер за деревянную ручку 5 (рисунок 21, б) правой рукой, положив локоть руки на стол, и осторожно ввести нутромер во втулку, придерживая её левой рукой.

Покачивая нутромер слева направо в плоскости, проходящей через центр втулки, определить, на сколько делений большая стрелка отклоняется от нуля.

Действительный диаметр втулки равен размеру блока концевых мер, на который настроен нутромер, плюс (если стрелка отклоняется от нуля против часовой стрелки) или минус (по часовой стрелке) величина этого отклонения

Например, при размере блока 40 мм большая стрелка индикатора отклонилась влево от нуля на 4 деления, значит, действительный размер втулки равен

$$40+4\cdot 0,010=40,040\text{мм.}$$

Действительные размеры втулки определяются так же, как размеры вала: в трех сечениях 1-1, 2-2, 3-3 сверху вниз в двух взаимно перпендикулярных плоскостях I-I и II-II (рисунок 21, в); всего производится шесть измерений.

При измерениях необходимо помнить, что действительные размеры втулки в посадке с зазором больше ее номинального диаметра, в посадке с натягом – меньше номинального диаметра.

#### 1.4. Содержание отчета

Отчет должен содержать следующие разделы:

- 1) наименование и цель работы;
- 2) методику выбора универсальных средств измерения (расчет, табл. 1);
- 3) описание устройства, настройки и работы универсальных СИ (описание, рис. 19,20,21, в).

**Оценка:** 3 балла

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. - Ч.1. - 543 с.
2. ГОСТ 8.051-81. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Введ. 01.01.82. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
3. РД 50-98-86. Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм. – Введ. 01.07.87. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 84 с.

#### **Тема 6. Расчёт гладких калибров и их допусков**

##### ***Контрольное задание №2: Расчёт гладких калибров и их допусков***

1. Рассчитать гладкое цилиндрическое сопряжение. Варианты наиболее распространенных видов посадок для размеров до 500 мм даны в Приложении 1.
2. По таблицам ГОСТ 25347-82 установить предельные отклонения для отверстия и для вала [3].
3. Определить предельные размеры и допуски отверстия, вала, посадки, предельные зазоры или натяги [3,4].

4. Построить схему расположения полей допусков деталей заданного сопряжения, указав на ней все элементы деталей и сопряжения [1, 2, 4].

5. Установить рекомендуемую величину шероховатости и отклонения формы сопрягаемых поверхностей отверстия и вала (Приложения 2, 3) [8].

6. Начертить сопряжение в сборе и подетально с обозначением посадки, полей допусков, предельных отклонений, шероховатости и отклонений формы сопрягаемых поверхностей [4, 6, 8].

7. Рассчитать калибры для контроля отверстия и вала гладкого цилиндрического сопряжения [5, 7].

8. По таблице ГОСТ 24853-81 (Приложение 5) установить допуски и отклонения калибров [5, 7].

9. Определить исполнительные размеры рабочих калибров для контроля отверстия, вала, их предельные размеры и размеры предельно изношенных проходных калибров (Приложение 6, 7) [5, 7].

10. Построить схему расположения полей допусков рабочих калибров, указав на ней все элементы калибров [5, 7].

11. Начертить эскизы рабочих калибров с указанием их исполнительных размеров, шероховатости поверхностей и маркировки (Приложения 4, 6).

Стандарт дает рекомендации по установлению параметров шероховатости поверхностей сопрягаемых деталей в зависимости от допуска размера и относительной геометрической точности формы цилиндрических поверхностей.

В задании рекомендуется принимать относительную геометрическую точность – нормальную, что составляет 60% допуска формы от допуска размера ( $\alpha=0,6$ ).

Овальность и конусообразность определяют в зависимости от принятого соотношения допуска формы и допуска размера по выражению:

Полученное значение округляют в меньшую сторону.

**Оценка:** 4 балла.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козловский К.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения [Текст] / К.С. Козловский, А.Н. Виноградов. – М.: Машиностроение, 1982. – 95 с.
2. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] / А.И. Якушев. – М.: Машиностроение, 1987. – 101 с.
3. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. – М.: Изд-во Госстандарт, 1989.
4. ГОСТ 25347-82. Поля допусков и рекомендуемые посадки. – М.: Изд-во Госстандарт, 1987.
5. ГОСТ 24853-81. Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
6. ГОСТ 24643-81. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
7. ГОСТ 2015-84. Калибры гладкие нерегулируемые. Технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
8. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

1. Расчет гладкого цилиндрического сопряжения.

Дано сопряжение  $\phi 30 \frac{H7}{p6}$

Сопряжение выполнено в системе отверстия (СН), отверстие – по седьмому качеству, вал – по шестому качеству; обеспечивает посадку с натягом.

Поле допуска отверстия – H7.

По таблицам ГОСТ 25347-82 устанавливаем предельные отклонения для отверстия:

$$ES = + 0,021 \text{ мм}, EI = + 0,000 \text{ мм}.$$

Предельные размеры отверстия:

$$D_{\max} = DN + ES = 30 + 0,021 = 30,021 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = DN + EI = 30 + 0,000 = 30,000 \text{ мм}.$$

Допуск отверстия:

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = 30,021 - 30,000 = 0,021 \text{ мм},$$

$$TD = ES - EI = 0,021 - 0,000 = 0,021 \text{ мм}.$$

Поле допуска вала – р6.

По таблицам ГОСТ 25347-82 устанавливаем предельные отклонения для вала:

$$es = +0,035 \text{ мм}, ei = +0,022 \text{ мм}.$$

Предельные размеры вала:

$$d_{\max} = dN + es = 30 + 0,035 = 30,035 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = dN + ei = 30 + 0,022 = 30,022 \text{ мм}.$$

Допуск вала:

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 30,035 - 30,022 = 0,013 \text{ мм},$$

$$Td = es - ei = 0,035 - 0,022 = 0,013 \text{ мм}.$$

Предельные натяги:

$$N_{\max} = es - EI = 0,035 - 0,000 = 0,035 \text{ мм},$$

$$N_{\min} = ei - ES = 0,022 - 0,021 = 0,001 \text{ мм}.$$

Допуск посадки:

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 0,035 - 0,001 = 0,034 \text{ мм},$$

$$TN = TD + Td = 0,021 + 0,013 = 0,034 \text{ мм}.$$

Схема расположения полей допусков сопряжения показана на рисунке 22.

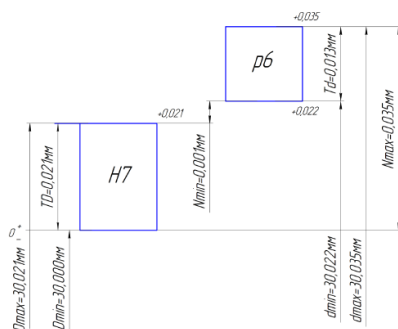


Рисунок 22. Схема расположения полей допусков сопряжения

Для отверстия 30H7 рекомендуемое значение шероховатости по параметру Ra равно 1,6 мкм. Для вала 30p6 рекомендуемое значение шероховатости по параметру Ra равно 0,8 мкм (Приложение 2).

После округления (Приложение 3) будем иметь овальность и конусообразность

для отверстия – не более 0,006 мм;

для вала – не более 0,003 мм

Обозначение посадки и предельных отклонений на сборочном и рабочих чертежах деталей показано на рисунке 23.

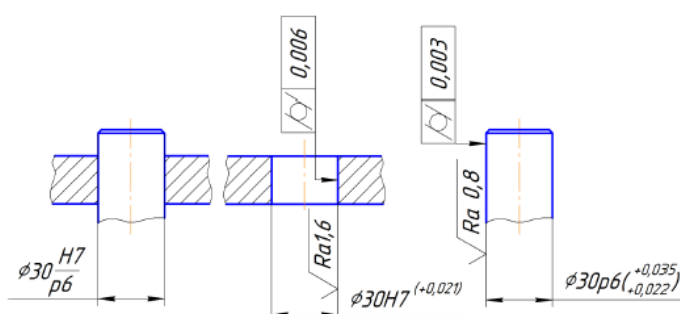


Рисунок 23. Обозначение посадки и предельных отклонений на сборочном и рабочих чертежах деталей

2. Расчет калибров для контроля отверстия и вала гладкого цилиндрического сопряжения.

2.1. Расчет калибра-пробки для контроля отверстия 30H7.

По таблицам ГОСТ 25347-82 устанавливаем предельные отклонения для отверстия:

$$ES = + 0,021 \text{ мм}, EI = + 0,000 \text{ мм}.$$

Предельные размеры отверстия:

$$D_{\max} = DN + ES = 30 + 0,021 = 30,021 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = DN + EI = 30 + 0,000 = 30,000 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 24853-81 (Приложение 5) для заданного интервала размеров и качества находим:

$$H = 0,004 \text{ мм}; Z = 0,003 \text{ мм}; Y = 0,003 \text{ мм}.$$

Формулы для определения исполнительных размеров калибров и схемы расположения полей допусков даны в Приложениях 6, 7.

Наибольший размер проходного нового калибра - пробки:

$$Pr_{max} = D_{min} + Z + H/2 = 30 + 0,003 + 0,004/2 = 30,005 \text{ мм.}$$

Исполнительные размеры калибра:

Pr – 30,005-0,004 мм.

Наибольший – 30,005 мм.

Наименьший – 30,001 мм.

Наименьший размер изношенного калибра-пробки:

$$Pr_{изн} = D_{min} - Y = 30 - 0,003 = 29,997 \text{ мм.}$$

Наибольший размер непроходного нового калибра-пробки:

$$He_{max} = D_{max} + H/2 = 30,021 + 0,004/2 = 30,023 \text{ мм.}$$

Схема расположения полей допусков калибров для контроля отверстия 30H7 показана на рисунке 24.

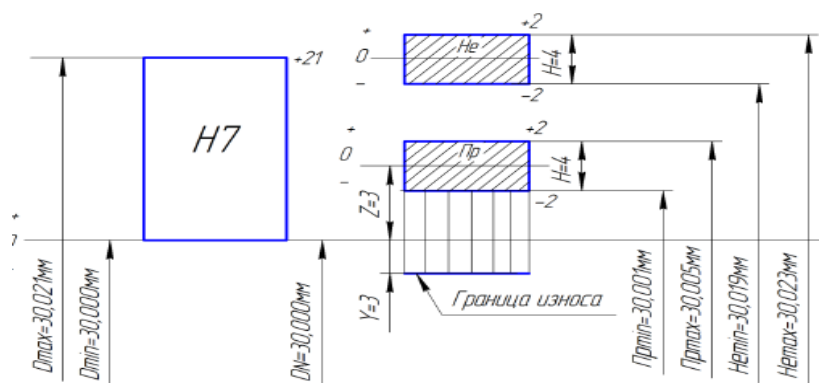


Рисунок 24.Схема расположения полей допусков калибров для контроля отверстия 30H7

Исполнительные размеры калибра:

He – 30,023-0,004 мм,

Наибольший – 30,023 мм.

Наименьший – 30,019 мм.

Шероховатость измерительных поверхностей калибров по параметру Ra равна 0,08 мкм (Приложение 4).



25. Эскиз калибра-пробки для контроля отверстия 30H7 показан на рисунке

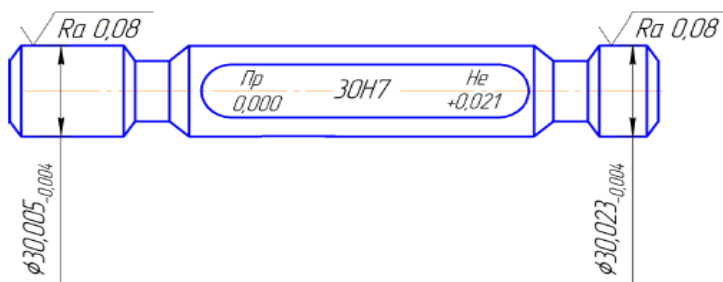


Рисунок 25. Эскиз калибра-пробки для контроля отверстия 30H7

## 2.2. Расчет калибра-скобы для контроля вала 30рб.

По таблицам ГОСТ 25347-82 устанавливаем предельные отклонения для вала:

$$es = + 0,035 \text{ мм}, ei = + 0,022 \text{ мм}.$$

Предельные размеры вала:

$$d_{\max} = d_N + es = 30 + 0,035 = 30,035 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 30 + 0,022 = 30,022 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 24853-81 (Приложение 6) для заданного интервала размеров и качества находим:

$$H_1 = 0,004 \text{ мм}; Z_1 = 0,003 \text{ мм}; Y_1 = 0,003 \text{ мм}.$$

Схема расположения полей допусков калибров для контроля вала 30рб показана на рисунке 26 (Приложение 7).

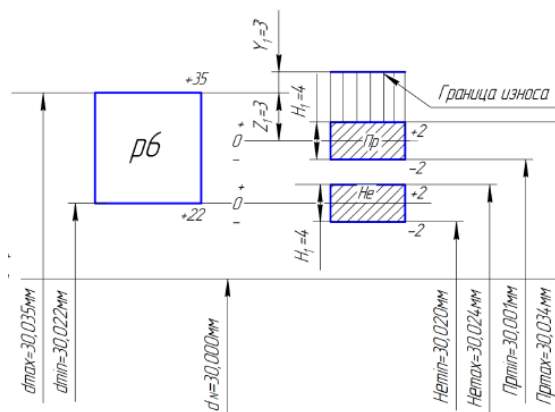


Рисунок 26. Схема расположения полей допусков калибров для контроля вала 30рб

Наименьший размер проходного нового калибра-скобы:

$$Pr_{min} = d_{max} - Z1 - H1/2 = 30,035 - 0,003 - 0,004/2 = 30,030 \text{ мм.}$$

Исполнительные размеры калибра:

Присп. –  $30,030+0,004$  мм,

Наибольший –  $30,034$  мм.

Наименьший –  $30,030$  мм.

Наибольший размер изношенного калибра-скобы:

$$Pr_{изн} = d_{max} + Y1 = 30,035 + 0,003 = 30,038 \text{ мм.}$$

Наименьший размер непроходного нового калибра-скобы:

$$Ne_{min} = d_{min} - H1/2 = 30,022 - 0,004/2 = 30,020 \text{ мм.}$$

Исполнительные размеры калибра:

He –  $30,020+0,004$  мм, 40

Наибольший –  $30,024$  мм.

Наименьший –  $30,020$  мм .

Шероховатость калибров по параметру Ra равна  $0,08$  мкм (Приложение4)

Эскиз калибра-скобы для контроля вала  $30r6$  показан на рисунке 27.

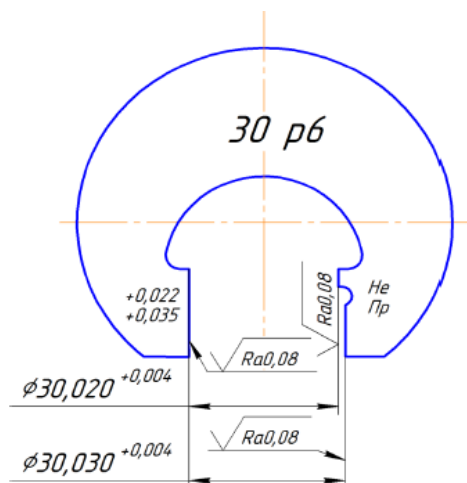


Рисунок 27. Эскиз калибра-скобы для контроля вала  $30r6$  41

### ОБОЗНАЧЕНИЯ

$D_{min}$  – наименьший предельный размер изделия.

$D_{max}$  – наибольший предельный размер изделия.

$H$  – допуск на изготовление калибров для отверстий.

$H1$  – допуск на изготовление калибров для вала.

$Z$  – отклонение середины поля допуска на изготовление Пр калибра для отверстия относительно  $D_{\min}$ .

$Z_1$  – отклонение середины поля допуска на изготовление Пр калибра для вала относительно  $D_{\max}$ .

$Y$  – граница износа Пр калибра для отверстия.

$Y_1$  – граница износа Пр калибра для вала.

$\alpha$  – величина для компенсации погрешности контроля калибрами отверстий с размерами более 180 мм.

$\alpha_1$  – величина для компенсации погрешности контроля калибрами валов с размерами более 180 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты наиболее распространенных видов посадок  
в интервале размеров до 500мм

<b>№</b>	<b>Посадка</b>	<b>Интервал размеров, мм</b>	<b>№</b>	<b>Посадка</b>	<b>Интервал размеров, мм</b>
1	H6/m5	св. 50 до 80	23	D11/h11	св. 80 до 120
2	H9/e8	св. 6 до 10	24	H7/g6	св. 120 до 180
3	H6/g5	св. 10 до 18	25	H8/u8	св. 40 до 50
4	E9/h8	св. 10 до 18	26	G7/h6	св. 50 до 80
5	H7/k6	св. 120 до 180	27	K6/h5	св. 3 до 6
6	H7/j <sub>s</sub> 6	св. 10 до 18	28	H7/p6	св. 30 до 50
7	G7/h6	св. 10 до 18	29	G6/h5	св. 18 до 30
8	H6/f6	св. 50 до 80	30	H8/u8	св. 80 до 100
9	H11/d11	св. 50 до 80	31	H8/s7	св. 30 до 50
10	H8/s7	св. 80 до 100	32	H6/f6	св. 1 до 3
11	K7/h6	св. 18 до 30	33	H7/e7	св. 10 до 18
12	H6/g5	св. 18 до 30	34	H7/t6	св. 120 до 140
13	H8/e8	св. 30 до 50	35	H8/u7	св. 30 до 40
14	H11/h11	св. 30 до 50	36	H12/b12	св. 80 до 100
15	H8/x8	св. 30 до 40	37	H8/e8	св. 50 до 80
16	H7/h6	св. 10 до 18	38	F9/h9	св. 100 до 120
17	H7/f7	св. 30 до 50	39	H11/c11	св. 160 до 180
18	G6/h6	св. 120 до 160	40	E9/h9	св. 80 до 120
19	H7/r6	св. 50 до 65	41	S7/h6	св. 120 до 140
20	L <sub>6</sub> /h5	св. 18 до 30	42	P7/h6	св. 10 до 18
21	H7/n6	св. 50 до 80	43	F7/h6	св. 18 до 30
22	D11/h11	св. 30 до 50	44	G5/h5	св. 1 до 3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Минимальные требования к величине шероховатости поверхности в зависимости от допусков размера и формы

Допуск размера по квалитетам	Допуск формы от допуска размера, %	Номинальные размеры, мм			
		Значения Ra, мкм, не более			
		До 18	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
IT 4	100	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
	40	0,1	0,2	0,2	0,4
IT 5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8
	40	0,1	0,2	0,4	0,4
IT 6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	60	0,4	0,8	0,8	1,6
	40	0,2	0,4	0,4	0,8
IT 7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
IT 8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
IT 9	100 и 60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT 10	100 и 60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT 11	100 и 60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
IT 12, 13	100 и 60	12,5	12,5	25	25
	40	6,3	6,3	12,5	12,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемые значения параметра отклонения формы (ГОСТ 24643-81)

Величина отклонения формы, мкм									
					0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
10	12	16	20	25	30	40	50	60	80
100	120	160	200	250	300	400	500	600	800

Параметры шероховатости измерительных поверхностей калибров по Ra  
(ГОСТ 2015-84)

Квалитеты калибров			Дм, мм, св. 01 до 100	Дм, мм, св. 100 до 360
Пробок	Скоб	контр-калибров	Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73, мкм	
6	–	6–9	0,04	0,08
7–9	6–9	10 и грубее	0,08	0,16
10-12	10–12	–	0,16	0,16
13 и грубее	–	–	0,32	0,32

Допуски и отклонения калибров (гост 24853-81)

Квалитеты	Обозначения	Интервалы размеров, мм								
		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
5, 6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3
	H	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5
	Z <sub>1</sub>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6
	Y <sub>1</sub>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4
7	H <sub>1</sub>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8
	Z; Z <sub>1</sub>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6
	Y; Y <sub>1</sub>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4
8	H; H <sub>1</sub>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8
	Z; Z <sub>1</sub>	2	3	3	4	5	6	7	8	9
	Y; Y <sub>1</sub>	3	3	3	4	4	5	5	6	6
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8	10	12
9	Z; Z <sub>1</sub>	5	6	7	8	9	11	13	15	18
	Y; Y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8	10	12
10	Z; Z <sub>1</sub>	5	6	7	8	9	11	13	15	18
	Y; Y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8	10	12
11, 12	Z; Z <sub>1</sub>	10	12	14	16	19	22	25	28	32
	Y; Y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H; H <sub>1</sub>	4	5	6	8	9	11	13	15	18

Формулы для определения исполнительных размеров калибров  
(ГОСТ 24853-81)

КАЛИБР		Номинальный размер изделия, мм			
		До 180		Св. 180 до 500	
		Рабочий калибр		Рабочий калибр	
		Размер	Допуск	Размер	Допуск
Для отверстия	Проходная сторона (новая)	$D_{\min} + Z$	$\pm H/2$	$D_{\min} + Z_1$	$\pm H/2$
	Проходная сторона (изношенная)	$D_{\min} - Y$	$\text{—}$	$D_{\min} - Y + \alpha$	$\text{—}$
	Непроходная сторона	$D_{\max}$	$\pm H/2$	$D_{\max} - \alpha$	$\pm H/2$
Для вала	Проходная сторона (новая)	$d_{\max} - Z_1$	$\pm H_1/2$	$d_{\max} - Z_1$	$\pm H_1/2$
	Проходная сторона (изношенная)	$d_{\max} + Y_1$	$\text{—}$	$d_{\max} + Y_1 - \alpha$	$\text{—}$
	Непроходная сторона	$d_{\min}$	$\pm H_1/2$	$d_{\min} + \alpha_1$	$\pm H_1/2$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Схемы расположения полей допусков калибров для номинальных размеров до 180 мм

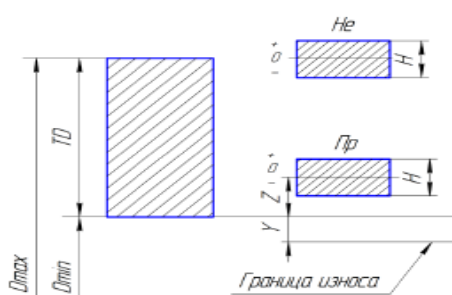


Рис. 1. Для отверстий 6...8 квалитетов

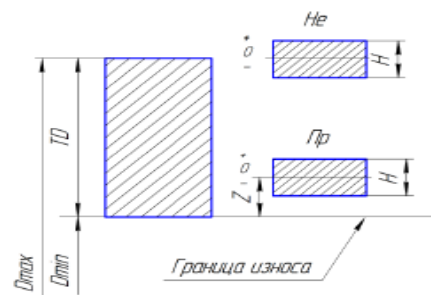


Рис. 3. Для отверстий 9...18 квалитетов

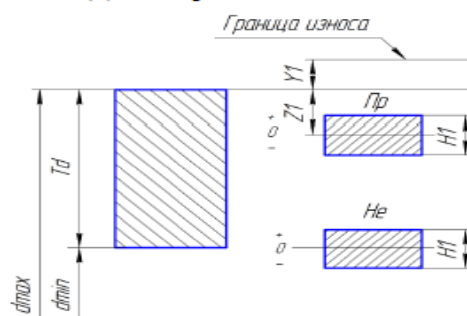


Рис. 2. Для валов 6...8 квалитетов

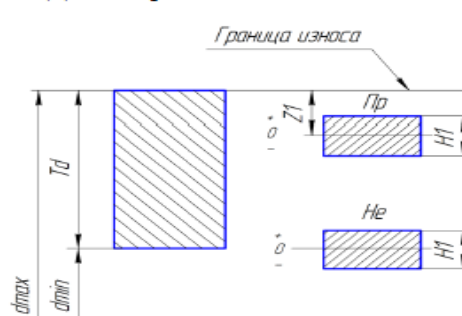


Рис. 4. Для валов 9...18 квалитетов

Примечания:



поля допусков отверстий



поля допусков валов



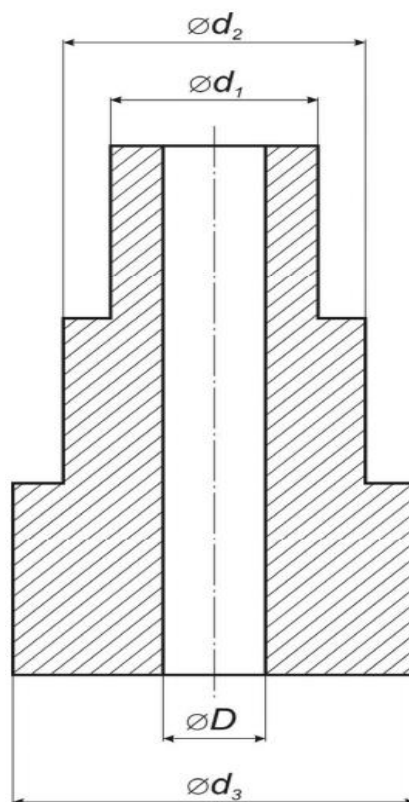
поля допусков на изготовление рабочих калибров

## Тема 7. Контроль размеров деталей машин различными средствами измерений

### *Контрольное задание №3: Контроль размеров деталей машин различными средствами измерений*

*Задание по работе.* Ознакомиться с выбором средств измерения, устройством универсальных средств измерений (штангенциркулей, микрометров, индикаторов и др.), правилами пользования ими и выполнить задания:

1. Произвести расчет предельных размеров элементов детали (рисунок 28).



*Эскиз чертежа детали*

Рисунок 28. Эскиз чертежа детали

Исходные данные согласно вариантам представлены в таблице 3.



Таблица 3 – Исходные данные согласно вариантам

№ детали	Вариант	Размер				№ детали	Вариант	Размер			
		Ød <sub>1</sub>	Ød <sub>2</sub>	Ød <sub>3</sub>	ØD			Ød <sub>1</sub>	Ød <sub>2</sub>	Ød <sub>3</sub>	ØD
1	1	34e8	44c14	54g12	25B13	6	1	40f13	45e8	50g14	31H14
	2	34c14	44e13	54g8	25A13		2	40h14	45c8	50e12	31A13
	3	34d13	44e8	54h14	25B14		3	40e14	45d8	50h13	31B12
	4	34d14	44d8	54f13	25A14		4	40f12	45e14	50g8	31H13
	5	34d8	44e13	54h13	25A12		5	40g14	45h8	50js12	31A13
2	1	35f14	40g12	45f8	26G13	7	1	50h8	55e13	60d14	41H14
	2	35e12	40f8	45g14	26E13		2	50f14	55g12	60e8	41N13
	3	35d12	40f14	45g8	26F13		3	50g8	55h13	60f14	41H13
	4	35c8	40h14	45f12	26E13		4	50e8	55g14	60h13	41Js14
	5	35e12	40g8	45e14	26G13		5	50e12	55f8	60g14	41M14
3	1	40e8	45c14	50h13	31G12	8	1	45e14	50d8	55k12	40H13
	2	40g13	45d8	50g14	31G12		2	45e12	50e14	55js8	40H14
	3	40h14	45c8	50d12	31H13		3	45e8	50d13	55k14	40H14
	4	40f8	45d14	50e13	31H12		4	45c8	50e14	55k13	40H13
	5	40f14	45h12	50f8	31H13		5	45g13	50g14	55k8	40H13
4	1	40d8	45f14	50h12	32E13	9	1	50d12	55e14	60d8	40B14
	2	40e8	45g14	50h12	32H13		2	50c12	55h14	60e8	40A14
	3	40h8	45d12	50js14	32D14		3	50d8	55c12	60e14	40C14
	4	40f12	45e8	50h14	32H13		4	50c14	55d13	60h8	40A14
	5	40g12	45h8	50e14	32E13		5	50c8	55b14	60c13	40B14
5	1	35b8	45g14	55h12	25G13	10	1	48b8	50a12	55d14	40A13
	2	35c8	45h14	55g12	25G13		2	48c14	50b12	55c8	40A14
	3	35d14	45g11	55h9	25F12		3	48e12	50b14	55e8	40B14
	4	35c14	45b8	55js12	25H13		4	48b8	50a14	55e13	40B14
	5	35c11	45h8	55g14	25H12		5	48c8	50c12	55e14	40H14

2. Выбрать необходимые для измерения элементов детали средства измерений.

3. Произвести измерение размеров элементов детали с последующим заключением об их годности.

*Перечень средств измерений и принадлежностей, необходимых для выполнения работы.* Для выполнения контрольного задания необходимы:

- детали для измерения и эскизы чертежей;
- средства измерений: штангенциркуль, микрометр, индикатор;
- индикаторный нутромер, набор концевых мер;
- стойки для крепления инструментов.

**Оценка:** 3балла.

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анухин, В.И. Допуски и посадки: учеб. пособие / В.И. Анухин. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 256 с.

2. Метрология, стандартизация, сертификация: учеб. пособие / для студ. высш. учеб. заведений / А.И.Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 256 с.

3. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство «Юрайт», 2013. – 813 с.

4. Лаптев, А.А. Методическое руководство к лабораторным работам по курсу «Взаимозаменяемость, метрология и стандартизация». Выбор средств измерений для контроля размеров деталей / А.А. Лаптев, Т.М. Раковщик. – М.: МАДИ, 1990. – 29 с.

5. Методические указания по внедрению ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров от 1 до 500 мм». – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 51 с.

6. РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. – Минск: Изд-во стандартов, 2000. – 30 с.

8. ГОСТ 8.051-81. ОНВ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров от 1 до 500 мм.

9. ГОСТ 25346-2013. Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки.

10. ГОСТ 25347-2013. Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов.

<http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel18M647.pdf>

### **Порядок выполнения задания 1**

1. Пользуясь таблицей числовых значений допусков (прил., табл. 1) и числовых значений основных отклонений (прил., табл. 2–5), найти допуски и предельные отклонения измеряемых размеров элементов детали.

2. Рассчитать предельные размеры элементов детали.

### **Порядок выполнения задания 2**

1. По номинальному размеру, качеству и допуску элемента детали определить значение допускаемой погрешности измерений  $\delta$ , пользуясь прил., табл. 6.

2. Выбрать для каждого размера средство измерений, пользуясь для этого табл. 7 (для наружных размеров) или таблицей 8 (для внутренних размеров) и соотношением  $\pm\Delta_{\text{lim}} \leq \delta$ .

3. Определить метрологические характеристики выбранного средства измерений.

### **Порядок выполнения задания 3**

1. По описанию ознакомиться с принципом работы выбранного средства измерений и приемами работы с ним.

2. Измерить деталь выбранным средством измерения.

3. Дать заключение о годности элементов детали, сравнив их действительные размеры со стандартными предельными размерами.

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

Выбрать средство измерения для контроля вала размером  $\varnothing 85n7$ . По ГОСТ 25346-2013 (прил., табл. 1) находим допуск для номинального размера 85 мм по 7-му качеству –  $IT7 = 35$  мкм. По приложению, табл. 5 находим числовое значение основного отклонения «n» (в данном случае нижнего отклонения)  $e_i = +23$  мкм. Второе отклонение (верхнее)

$$e_s = e_i + IT = +23 + 35 = +58 \text{ мкм (рисунок 29).}$$



Рисунок 29. Схема расположения интервала допуска вала  $\varnothing 85n7$

По приложению, табл. 6 (ГОСТ 8.051-81) для того же интервала размеров св. 80 до 120 мм, в который входит номинальный размер контролируемого диаметра вала, и для 7-го качества этого интервала ( $IT7 = 35$  мкм) устанавливаем допускаемую погрешность измерения  $\delta = 10$  мкм. Для выбора средства измерений по табл. 7 для интервала размеров св. 80 до 120 мм подбираем такое значение  $\Delta_{lim}$ , которое было бы равно или меньше  $\delta = 10$  мкм. Такому условию удовлетворяет микрометр гладкий, закрепленный в стойке (тип МК), для измерений наружных размеров деталей, у которого  $\Delta_{lim} = 6$  мкм, цена деления шкалы – 0,01 мм; пределы измерений 75...100 мм.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

*Таблица 1*

Значения допусков для номинальных размеров (ГОСТ 25346-2013)

Номинальный размер, мм		Квалитет									
		<i>IT5</i>	<i>IT6</i>	<i>IT7</i>	<i>IT8</i>	<i>IT9</i>	<i>IT10</i>	<i>IT11</i>	<i>IT12</i>	<i>IT13</i>	<i>IT14</i>
Св.	До (включ.)	Значение стандартного допуска,									
		мкм					мм				
–	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25
3	6	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30
6	10	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36
10	18	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43
18	30	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52
30	50	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62
50	80	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74
80	120	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87
120	180	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00
180	250	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15

*Таблица 2*

Значения основных отклонений валов от *a* до *j* (ГОСТ 25346-2013)  
(значения основных отклонений в микрометрах)

Номинальный размер, мм		Значение основного отклонения												Нижнее предельное отклонение, <i>e<sub>i</sub></i>		
		Верхнее предельное отклонение, <i>e<sub>s</sub></i>												<i>IT5</i> и <i>IT6</i>	7	8
Св.	До (включ.)	для всех квалитетов														
		<i>a<sup>2</sup></i>	<i>b<sup>2</sup></i>	<i>c</i>	<i>cd</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>ef</i>	<i>f</i>	<i>fg</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>js</i>			
–	3	–270	–140	60	–34	–20	–14	–10	–6	–4	–2	0	Отклонения = ± <i>IT<sub>n</sub>/2</i> , где <i>n</i> – номер квалитета	–2	–4	–6
3	6	–270	–140	–70	–46	–30	–20	–14	–10	–6	–4	0		–2	–4	–
6	10	–280	–150	–80	–56	–40	–25	–18	–13	–8	–5	0		–2	–5	–
10	14	–290	–150	–95	–70	–50	–32	–23	–16	–10	–6	0		–3	–6	–
14	18															
18	24	–300	–160	–110	–85	–65	–40	–25	–20	–12	–7	0		–4	–8	–
24	30															
30	40	–310	–170	–120	–100	–80	–50	–35	–25	–15	–9	0		–5	–10	–
40	50	–320	–180	–130												
50	65	–340	–190	–140	–	–100	–60	–	–30	–	–10	0		–7	–12	–
65	80	–360	–200	–150												
80	100	–380	–220	–170	–	–120	–72	–	–36	–	–12	0		–9	–15	–
100	120	–410	–240	–180												
120	140	–460	–260	–200	–	–145	–85	–	–43	–	–14	0	–11	–18	–	
140	160	–520	–280	–210												
160	180	–580	–310	–230												

<sup>a</sup>Основные отклонения *a* и *b* не применяют для номинальных размеров до 1 мм (включ.)

Значения основных отклонений валов от  $k$  до  $zc$  (ГОСТ 25346-2013)  
(значения основных отклонений в микрометрах)

Номинальный размер, мм		Значение основного отклонения Нижнее предельное отклонение, $e_i$															
Св.	До (включ.)	Св. IT4 до IT7 (включ.)	До IT3 (включ.) и св. IT7	для всех квалитетов													
				$k$	$m$	$n$	$p$	$r$	$s$	$t$	$u$	$v$	$x$	$y$	$z$	$za$	$zb$
–	3	+1	0	+2	+4	+6	+10	+14	–	+18	–	+20	–	+26	+32	+40	+60
3	6	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	–	+23	–	+28	–	+35	+42	+50	+80
6	10	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	–	+28	–	+34	–	+42	+52	+67	+97
10	14	+2	0	+7	+12	+18	+23	+28	–	+33	–	+40	–	+50	+64	+90	+130
14	18										+39	+45	–	+60	+77	+108	+150
18	24	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	–	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30								+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50								+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	+3	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80						+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120						+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	+4	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160						+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180						+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000

Значения основных отклонений отверстий от А до М (ГОСТ 25346-2013)  
(значения основных отклонений в микрометрах)

Номинальный размер, мм		Значение основного отклонения																		
		Нижнее предельное отклонение, $EI$												Верхнее предельное отклонение, $ES$						
Св.	До (включ.)	для всех квалитетов												IT6	IT7	IT8	До IT8 (включ.)	Св. IT8	До IT8 (включ.)	Св. IT8
		A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS							
–	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Отклонения = $\pm IT/2$ , где $IT$ – номер квалитета	+2	+4	+6	0	0	-2+ $\Delta$	-2
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1+ $\Delta$	-	-4+ $\Delta$	-4
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1+ $\Delta$	-	-6+ $\Delta$	-6
10	14	+290	+150	+95	+70	+50	+32	+23	+16	+10	+6	0		+6	+10	+15	-1+ $\Delta$	-	-7+ $\Delta$	-7
14	18																			
18	24	+300	+160	+110	+85	+65	+40	+28	+20	+12	+7	0		+8	+12	+20	-2+ $\Delta$	-	-8+ $\Delta$	-8
24	30																			
30	40	+310	+170	+120	+100	+80	+50	+35	+25	+15	+9	0		+10	+14	+24	-2+ $\Delta$	-	-9+ $\Delta$	-9
40	50	+320	+180	+130																
50	65	+340	+190	+140	–	+100	+60	–	+30	–	+10	0		+13	+18	+28	-2+ $\Delta$	-	-11+ $\Delta$	-11
65	80	+360	+200	+150																
80	100	+380	+220	+170	–	+120	+72	–	+36	–	+12	0		+16	+22	+34	-3+ $\Delta$	-	-13+ $\Delta$	-13
100	120	+410	+240	+180																
120	140	+460	+260	+200	–	+145	+85	–	+43	–	+14	0		+18	+26	+41	-3+ $\Delta$	-	-15+ $\Delta$	-15
140	160	+520	+280	+210																
160	180	+580	+310	+230																

<sup>a</sup>Основные отклонения А и В не применяют для номинальных размеров до 1 мм (включ.)

<sup>b</sup>Частный случай для класса допуска М6 в интервале размеров свыше 250 до 315 (включ.),  $ES = -9$  мкм (а не  $-11$  мкм, согласно вычислению).

<sup>c</sup>Для определения значений К и М см. 4.3.2.5 ГОСТ 25346-2013.

<sup>d</sup>Значения поправок  $\Delta$  приведены в табл. 5.

Таблица 5

Значения основных отклонений отверстий от *N* до *ZC* (ГОСТ 25346-2013)  
(значения основных отклонений в микрометрах)

Номинальный размер, мм		Значение основного отклонения Верхнее предельное отклонение, <i>ES</i>															Значение $\Delta$ Для всех квалитетов						
Св.	До (включ.)	До <i>IT8</i> (включ.)	Св. <i>IT8</i>	До <i>IT7</i> (включ.)	для квалитетов св. <i>IT7</i>												<i>IT3</i>	<i>IT4</i>	<i>IT5</i>	<i>IT6</i>	<i>IT7</i>	<i>IT8</i>	
		<i>N<sup>a,b</sup></i>		от <i>P</i> до <i>ZC<sup>a</sup></i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>ZA</i>	<i>ZB</i>	<i>ZC</i>							
–	3	–4	–4	Значения, как для квалитетов свыше <i>IT7</i> , увеличенные на $\Delta$	–6	–10	–14		–18		–20		–26	–32	–40	–60	0	0	0	0	0	0	
3	6	–8+ $\Delta$	0		–12	–15	–19		–23		–28		–35	–42	–50	–80	1	1,5	1	3	4	6	
6	10	–10+ $\Delta$	0		–15	–19	–23		–28		–34		–42	–52	–67	–97	1	1,5	2	3	6	7	
10	14	–12+ $\Delta$	0		–18	–23	–28		–33		–40		–50	–64	–90	–130	1	2	3	3	7	9	
14	18				–39	–45		–60	–77	–108	–150												
18	24	–15+ $\Delta$	0		–22	–28	–35		–41	–47	–54	–63	–73	–98	–136	–188	1,5	2	3	4	8	12	
24	30				–41	–48	–55	–64	–75	–88	–118	–160	–218										
30	40	–17+ $\Delta$	0		–26	–34	–43		–48	–60	–68	–80	–94	–112	–148	–200	–274	1,5	3	4	5	9	14
40	50				–54	–70	–81	–97	–114	–136	–180	–242	–325										
50	65	–20+ $\Delta$	0		–32	–41	–53	–66	–87	–102	–122	–144	–172	–226	–300	–405	2	3	5	6	11	16	
65	80				–43	–59	–75	–102	–120	–146	–174	–210	–274	–360	–480								
80	100	–23+ $\Delta$	0		–37	–51	–71	–91	–124	–146	–178	–214	–258	–335	–445	–585	2	4	5	7	13	19	
100	120				–54	–79	–104	–144	–172	–210	–254	–310	–400	–525	–690								
120	140	–27+ $\Delta$	0		–43	–63	–92	–122	–170	–202	–248	–300	–365	–470	–620	–800	3	4	6	7	15	23	
140	160				–65	–100	–134	–190	–228	–280	–340	–415	–535	–700	–900								
160	180				–68	–108	–146	–210	–252	–310	–380	–465	–600	–780	–1000								

<sup>a</sup>Для определения значений *N* и от *P* до *ZC* см. 4.3.2.5 ГОСТ 25346-2013.

<sup>b</sup>Основные отклонения *N* для квалитетов свыше *IT8* не применяют для номинальных размеров до 1 мм (включ.)



**Таблица 6**  
Допускаемые погрешности измерений  $\delta$ , мкм (ГОСТ 8.051-81)

Номинальные размеры, мм	Квалитет								
	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14
Свыше 1 до 3	1,8	3	3	6	8	12	20	30	50
Свыше 3 до 6	2	3	4	8	10	16	30	40	60
Свыше 6 до 10	2	4	5	9	12	18	40	50	80
Свыше 10 до 18	3	5	7	10	14	30	40	60	90
Свыше 18 до 30	4	6	8	12	18	30	50	70	120
Свыше 30 до 50	5	7	10	16	20	40	50	80	140
Свыше 50 до 80	5	9	12	18	30	40	60	100	160
Свыше 80 до 120	6	10	12	20	30	50	70	120	180

**Таблица 7**  
Пределы допускаемых погрешностей ( $\Delta_{lim}$ ) средств измерений для наружных размеров (РД 50-98-8686)

Наименование средств измерения	Интервалы размеров, мм						
	1-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	12-180
	Пределы допускаемой погрешности $\pm\Delta_{lim}$ , мкм						
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,1 мм (типа ЩЦ, ЩЦ-11)	150	150	150	150	150	150	150
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,05 мм и 0,02 мм (типа ЩЦ-1, ЩЦ-11)	120	120	120	120	130	130	130
Микрометры гладкие (типа МК); при работе находятся в стойке	5	5	5	5	5	10	10
Индикаторы часового типа (ИЧ) с ценой деления 0,01 мм, при работе находятся в стойке	15	15	16	16	18	20	22

**Таблица 8**  
Пределы допускаемых погрешностей ( $\Delta_{lim}$ ) средств измерений для внутренних размеров (РД 50-98-8686)

Наименование средств измерения	Интервалы размеров, мм			
	1-18	18-50	50-120	120-250
	Пределы допускаемой погрешности $\pm\Delta_{lim}$ , мкм			
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,1 мм (типа ЩЦ, ЩЦ-11)	200	200	250	300
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,05 и 0,02 мм (типа ЩЦ-1, ЩЦ-11)	150	150	200	200
Нутромеры индикаторные с ценой деления отсчетного устройства 0,01 м	15	20	25	25

## Тема 8. Обозначение на чертежах шероховатостей, допусков форм и расположения поверхностей

### Контрольное задание №4

Обозначить на чертежах шероховатости, допуски форм и расположения поверхностей.

Исходные данные для выполнения задания выбирать, согласно вариантам, из таблицы 4.

Таблица 4 – Исходные данные согласно вариантам

n/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	35k6	48n6	35k6	30r6	42 <sub>-0,2</sub>	54 <sub>-0,3</sub>	10h15	14H9	72h8	62H7	65	10,5 <sup>+0,2</sup>	12 <sub>-0,2</sub>	22h8
2	30k6	42n7	30k6	21r6	40 <sub>-0,2</sub>	45 <sub>-0,2</sub>	12h11	12P9	72h8	65H8	85	10 <sup>+0,3</sup>	12 <sub>-0,15</sub>	20h7
3	35k6	45n7	35k6	22r6	42 <sub>-0,2</sub>	48 <sub>-0,25</sub>	4,4h10	14P9	70h9	60H7	90	8,5 <sup>+0,2</sup>	11 <sub>-0,1</sub>	18h8
4	40k6	48n6	40k6	24r6	45 <sub>-0,25</sub>	50 <sub>-0,25</sub>	4,5h11	14H9	75h8	58H8	85	10,5 <sup>+0,3</sup>	12 <sub>-0,2</sub>	22h7
5	45k6	50n7	45k6	25r7	53 <sub>-0,3</sub>	55 <sub>-0,3</sub>	9h15	14N9	72h9	65H7	80	9 <sup>+0,2</sup>	10,5 <sub>-0,15</sub>	19h8
6	50k6	53n7	50k6	26r8	50 <sub>-0,3</sub>	55 <sub>-0,2</sub>	8,5h9	16N9	72h10	62H8	90	10,5 <sup>+0,5</sup>	15 <sub>-0,3</sub>	20,5h8
7	45k5	50n7	45k5	28r7	48 <sub>-0,25</sub>	55 <sub>-0,3</sub>	8h15	14P9	80h8	65H7	85	10 <sup>+0,3</sup>	14 <sub>-0,2</sub>	21h8

n/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	40k5	48n7	40k5	30r6	45 <sub>-0,2</sub>	53 <sub>-0,3</sub>	6h12	14N9	75h7	62H8	80	9,5 <sup>+0,3</sup>	15 <sub>-0,2</sub>	19,5h7
9	35k5	48n6	35k5	35r6	42 <sub>-0,2</sub>	50 <sub>-0,3</sub>	11h9	14H9	72h7	62G7	75	9 <sup>+0,3</sup>	14 <sub>-0,25</sub>	20h6
10	30k5	42n6	30k5	24r7	42 <sub>-0,3</sub>	48 <sub>-0,2</sub>	8h12	12H9	70h7	67H7	80	9 <sup>+0,25</sup>	13 <sub>-0,2</sub>	20h7
11	30k6	45n6	30k6	25r7	40 <sub>-0,2</sub>	50 <sub>-0,2</sub>	4,5h15	14P9	75h7	64H7	85	10 <sup>+0,3</sup>	10 <sub>-0,2</sub>	20h8
12	35k5	48n7	35k5	26r7	42 <sub>-0,25</sub>	50 <sub>-0,3</sub>	14h12	14H9	72h8	64Js7	85	11 <sup>+0,2</sup>	10 <sub>-0,3</sub>	19h7
13	30js6	48n8	30js6	26r6	44 <sub>-0,2</sub>	52 <sub>-0,3</sub>	6h11	14N9	70h9	62H7	90	10,5 <sup>+0,2</sup>	11 <sub>-0,3</sub>	18h7
14	35h5	50n6	35h6	25s6	45 <sub>-0,3</sub>	55 <sub>-0,4</sub>	8h13	14N9	75h9	62Js7	90	10,5 <sup>+0,3</sup>	11 <sub>-0,4</sub>	19h8
15	35h6	50s6	35h6	25s7	45 <sub>-0,3</sub>	53 <sub>-0,2</sub>	6h14	14P9	75h10	65H7	85	8,5 <sup>+0,2</sup>	11 <sub>-0,5</sub>	20,5h7
16	30js6	50p6	30js6	25u7	46 <sub>-0,2</sub>	55 <sub>-0,5</sub>	6h14	14H9	70h10	65Js7	85	8,5 <sup>+0,3</sup>	10,5 <sub>-0,1</sub>	19h9
17	35k6	48p7	35k6	26t6	42 <sub>-0,4</sub>	56 <sub>-0,4</sub>	8h11	14P9	70h7	60Js7	80	8,5 <sup>+0,5</sup>	10,5 <sub>-0,2</sub>	20h7
18	40k6	45p6	40k6	28t6	48 <sub>-0,2</sub>	56 <sub>-0,4</sub>	10h15	14N9	70h9	60H7	85	8,5 <sup>+0,4</sup>	10,5 <sub>-0,3</sub>	19h7
19	40js6	45s7	40js6	30t6	50 <sub>-0,1</sub>	56 <sub>-0,2</sub>	8h12	14H9	70h8	62N8	80	9 <sup>+0,2</sup>	10,5 <sub>-0,5</sub>	21h7
20	40h6	48u7	40h6	28u7	50 <sub>-0,2</sub>	56 <sub>-0,3</sub>	10h13	14H9	75h8	62H7	80	9 <sup>+0,3</sup>	11 <sub>-0,5</sub>	22h6
21	35js6	48s6	35js6	28p7	42 <sub>-0,2</sub>	53 <sub>-0,3</sub>	5,5h8	14N9	75h11	67H8	80	10 <sup>+0,3</sup>	13 <sub>-0,4</sub>	20h6
22	40m6	48s7	40m6	32p6	45 <sub>-0,2</sub>	50 <sub>-0,2</sub>	9h10	14P9	72h10	65H7	85	10,5 <sup>+0,2</sup>	14 <sub>-0,1</sub>	19h8
23	30m6	38r6	30m6	28n7	40 <sub>-0,4</sub>	45 <sub>-0,3</sub>	5h11	10H9	75h9	67H8	80	12 <sup>+0,2</sup>	12 <sub>-0,2</sub>	20h8
24	25k5	32r7	25k5	20n6	35 <sub>-0,3</sub>	38 <sub>-0,2</sub>	4h15	10N9	72h8	62H7	75	11 <sup>+0,4</sup>	14 <sub>-0,3</sub>	19h7
25	35js6	40s7	35js6	32r6	45 <sub>-0,4</sub>	48 <sub>-0,5</sub>	5h11	12P9	72h6	62H8	75	12 <sup>+0,3</sup>	10 <sub>-0,2</sub>	18h8
26	40h6	45u8	40h6	28k7	50 <sub>-0,2</sub>	53 <sub>-0,3</sub>	8h11	14H9	75h9	65H7	85	10,5 <sup>+0,4</sup>	12 <sub>-0,1</sub>	19h6
27	35m6	42p7	35m6	28k8	44 <sub>-0,3</sub>	48 <sub>-0,2</sub>	10h10	12P9	72h8	62H7	80	10 <sup>+0,5</sup>	12 <sub>-0,2</sub>	18h8
28	30k5	35p6	30k5	25u8	45 <sub>-0,4</sub>	48 <sub>-0,2</sub>	4h13	10N9	70h7	60H6	75	8,5 <sup>+0,4</sup>	12 <sub>-0,5</sub>	19h7
29	25js6	32p7	25js6	18p8	40 <sub>-0,2</sub>	44 <sub>-0,3</sub>	6h14	10H9	67h9	57H8	80	10 <sup>+0,5</sup>	14 <sub>-0,1</sub>	18h9
30	30k6	38n6	30k6	26z8	40 <sub>-0,3</sub>	45 <sub>-0,4</sub>	12h15	10P9	72h8	62H7	85	11 <sup>+0,1</sup>	15 <sub>-0,2</sub>	18h7

Оценка: 3 балла.

### ХОД РАБОТЫ:

Стандарт полностью соответствует ГОСТ2.309-73 (СТ СЭВ 638-77) и международной рекомендации по стандартизации ИСО Р 468.

Назначить шероховатость поверхностей и допуски на отклонения формы и взаимного расположения поверхностей для вала и стакана подшипника.

Данное задание заключается в том, чтобы рассчитать и проставить на чертежах вала и стакана подшипника параметры шероховатости и допуски на отклонение формы и взаимного расположения заданных поверхностей.

Поверхности, шероховатость которых нужно рассчитать и проставить, обозначены условным знаком шероховатости  $\sqrt{\quad}$ , а поверхности, на которые необходимо рассчитать допуски отклонения формы и взаимного расположения, обозначены арабскими цифрами в скобках, проставленными вместо номинального размера и поля допуска (рисунки 30 и 31).

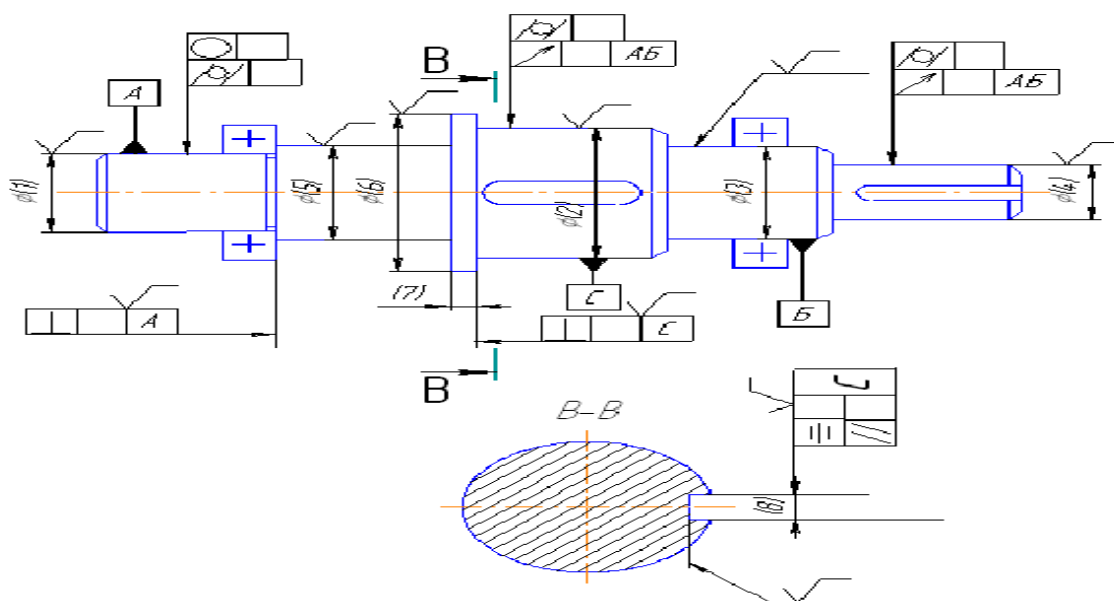


Рисунок 30. Вал

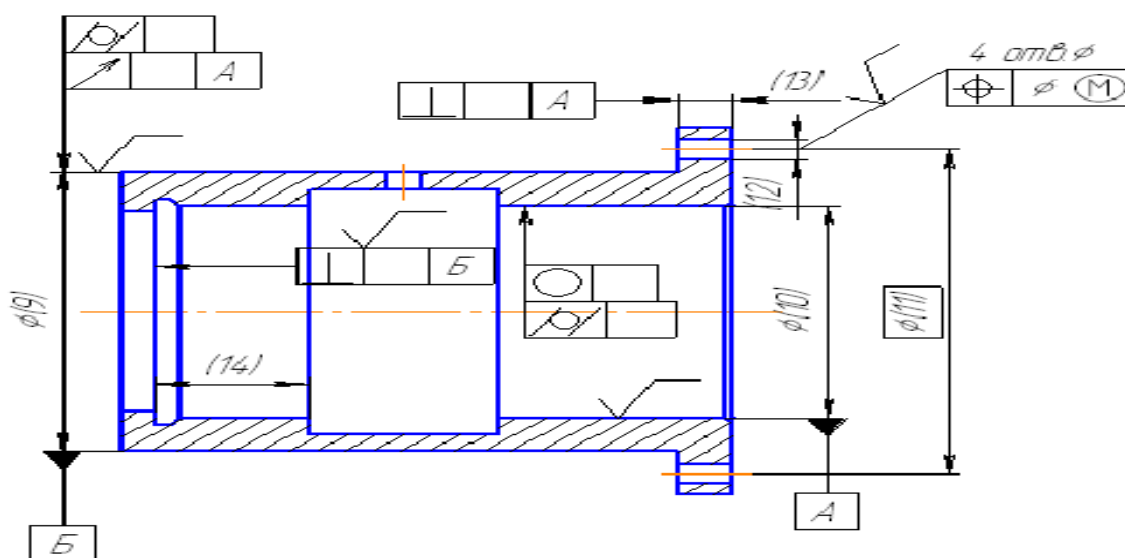


Рисунок 31. Стакан подшипника

## Методические указания

На рабочих чертежах деталей машин все поверхности должны иметь указания о шероховатости. Шероховатость поверхности — это совокупность неровностей поверхности с относительно малым шагом на базовой длине  $l$ .

Для оценки шероховатости применяют следующие высотные параметры по ГОСТ 2789 — 73:  $R_a$  — среднее арифметическое отклонение неровностей профиля;  $R_z$  — высота неровностей по 10-ти точкам;  $R_{max}$  — наибольшая высота неровностей.

$$R_a = \frac{l}{n} \sum_{i=1}^n y_i,$$

где  $y_i$  — отклонение профиля от средней линии  $m$  в заданной точке.

$$R_z = \frac{\sum_{j=1}^5 |H_j| + \sum_{j=1}^5 |h_j|}{5},$$

где  $H_j$  и  $h_j$  — высота соответственно наибольших выступов и впадин на базовой длине  $l$ .

При этом

$$R_{max} = |H_{max}| + |h_{max}|,$$

где  $H_{max}$  и  $h_{max}$  — максимальные значения высот соответственно выступов и впадин на исследуемом участке.

Схема параметров шероховатости представлена на рисунке 32.

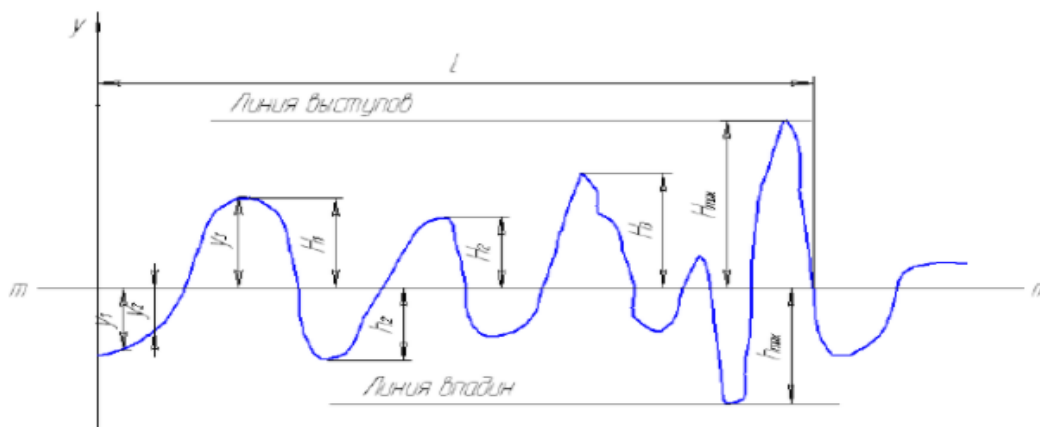


Рисунок 32. Схема параметров шероховатости

На чертежах для обозначения шероховатости применяются знаки:

- ✓ — вид обработки не указан;
- ▽ — обработка со снятием стружки;
- — обработка без снятия стружки.

Знак шероховатости ✓ применяется, если не указаны параметры и способ обработки. При указании параметров шероховатости применяют знак с полкой (рисунок 33).

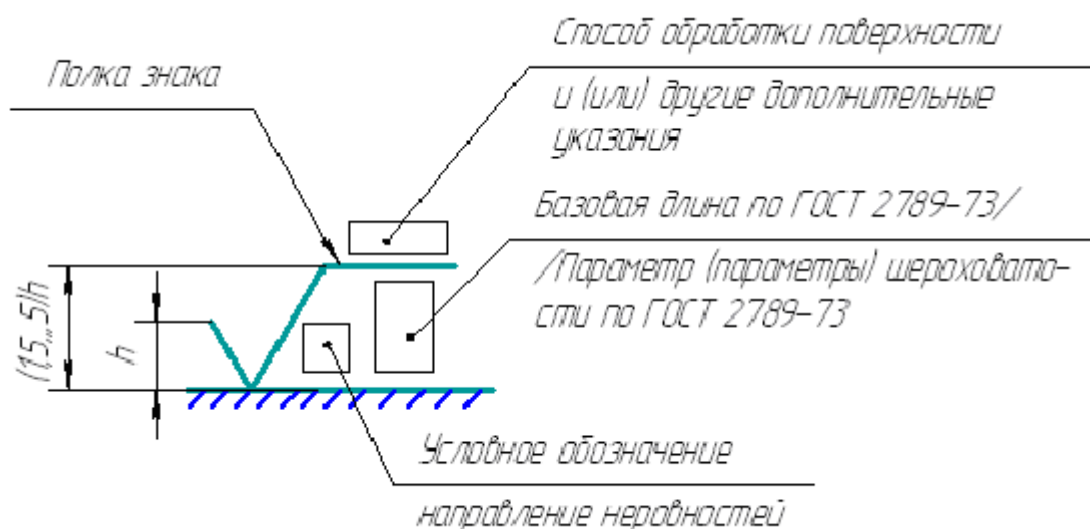


Рисунок 33. Знак шероховатости с полкой


Шероховатость поверхности обычно зависит от допуска  $T$  размера поверхности: для поверхностей нормальной относительной геометрической точности рекомендуется  $R_a \approx 0,05T$ ; для посадочных мест подшипников качения  $R_a \approx 0,04T$ .

Кроме указаний о шероховатости, для ответственных поверхностей деталей на рабочих чертежах необходимо указывать сведения о допусках на их отклонения от номинальной формы и номинального взаимного расположения. Среди отклонений формы поверхности нормируются отклонения от круглости, цилиндричности, прямолинейности и др. Распространёнными отклонениями от взаимного расположения поверхностей являются: отклонения от

параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричного расположения и др.

Некоторые отклонения имеют сложное происхождение, когда суммируются два различного вида отклонения или более. К отклонениям такого типа относятся радиальное и торцовое биение поверхностей.

Стандартом установлены условные обозначения допусков формы и взаимного расположения поверхностей:

- — допуск прямолинейности;
- — допуск круглости;
-  — допуск цилиндричности;
- ≡ — допуск профиля продольного сечения;
- // — допуск параллельности;
- ⊥ — допуск перпендикулярности;
- ◎ — допуск соосности;
- ≡ — допуск симметричности;
- ⊕ — позиционный допуск;
- ↗ — допуск радиального и торцового биения.

Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей установлены ГОСТ 24643-81 и приведены в справочной литературе.

Приблизительно для расчёта числовых значений допусков можно пользоваться следующими зависимостями:

При нормальной относительной геометрической точности поверхности допуск отклонения формы и взаимного расположения поверхностей составляет 60% допуска размера, причём допуск на отклонение от круглости и цилиндричности равен 30% допуска размера.

Для посадочных мест подшипников качения допуск отклонения формы составляет 50% допуска размера, допуск на отклонение от круглости и цилиндричности — 25%  $T_d(TD)$ .

Диаметральный допуск отклонения от соосности двух цилиндрических поверхностей детали равен 30% суммы допусков размеров этих деталей.

Допуск радиального биения поверхности относительно оси базовой поверхности равен 60% допуска размера контролируемой поверхности.

Допускаемое радиальное биение одной поверхности относительно базовой поверхности не должно превышать 60% суммы допусков размеров контролируемой и базовой поверхностей.

Допуск на отклонение от параллельности и симметричности расположения шпоночного паза можно принимать равным соответственно допуску и 4-кратному допуску ширины шпоночного паза.

Допуск на отклонение от перпендикулярности заплечиков валов можно принимать равным 60% допуска ширины насаживаемых на эти участки валов деталей (для коротких деталей) и 60...100% допуска ширины буртика  $l$  вала при отношении  $l/d \geq 0,8$  для насаживаемой на этот уступ вала детали.

Допуск перпендикулярности базовых торцов вала для подшипников качения классов точности 0 и 6 назначают по ГОСТ 24643-81 (таблица 5) в зависимости от системы точности допуска перпендикулярности: 8 — для шариковых, 7 — для роликовых (на  $d_{max}$  заплечика).

Таблица 5 – Допуски параллельности, перпендикулярности по ГОСТ 24643-81

Интервал размеров, мм	Допуски параллельности, перпендикулярности при степени точности допуска					
	5	6	7	8	9	10
Св. 16 до 25	4	6	10	16	25	40
>> 25 >> 40	5	8	12	20	30	50
>> 40 >> 63	6	10	16	25	40	60
>> 63 >> 100	8	12	20	30	50	80
>> 100 >> 160	10	16	25	40	60	100
>> 160 >> 250	12	20	30	50	80	120

Допуск перпендикулярности базовых торцов подшипникового стакана оси отверстия задают на  $D_{max}$ : для конических роликоподшипников по IT6, радиальных подшипников с короткими цилиндрическими роликами по IT7, шариковых радиальных и радиально упорных подшипников по IT8.

Позиционный допуск применяется при задании отклонений от номинального расположения осей отверстий под крепёжные детали и определяется по справочникам, либо рассчитывается в зависимости от допуска на отклонение осей отверстий номинального расположения, определяемого технологией изготовления.

При обработке отверстий, расположенных по линии, позиционный допуск можно выразить через линейный допуск  $T_x$ :

$$T_{\Phi} = \frac{T_x}{0,7}.$$

При обработке отверстий, расположенных по окружности, позиционный допуск определяется:

$$T_{\Phi} = \frac{T_R}{0,7},$$

где  $T_R$  — допуск радиуса расположения осей отверстий

$$T_x (T_R) \approx (0,25 \dots 0,5) S_{\min},$$

где  $S_{\min}$  — минимальный зазор между отверстием и болтом, мм: принимается по таблице 6.

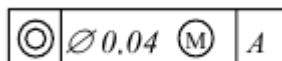
Таблица 6 – Минимальные гарантированные зазоры в болтовых соединениях по ГОСТ 11284-75

Диаметр стержня болта	Обработка		
	по кондукторам	при разметке по линиям	при разметке по окружности
4,0	0,3	0,5	0,8
5,0	0,3	0,5	0,8
6,0	0,4	0,6	1,0
7,0	0,4	0,6	1,0
8,0	0,4	1,0	2,0
10,0	0,5	1,0	2,0
12	1,0	2,0	3,0
14	1,0	2,0	3,0
16	1,0	2,0	3,0
18	1,0	2,0	3,0
20	1,0	2,0	4,0
22	1,0	2,0	4,0
24	1,0	2,0	4,0

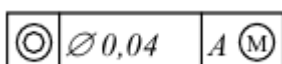


Зависимые допуски расположения или формы обозначают условным знаком  $\textcircled{M}$ , который помещают:

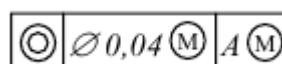
а) после числового значения допуска, если зависимый допуск связан с действительными размерами рассматриваемого элемента



б) после буквенного обозначения базы в рамке допуска, если зависимый допуск связан с действительными размерами базового элемента



в) после числового значения допуска и буквенного обозначения базы, если зависимый допуск связан с действительными размерами рассматриваемого и базового элементов



Условные обозначения баз и нанесения допусков приведены на рисунке 5. Расчетные значения допусков необходимо округлять до стандартных значений (таблица 7).

Таблица 7 – Допуски формы и расположения поверхностей ГОСТ 24643-81

в микрометрах									
1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
10	12	16	20	25	30	40	50	60	80
100	120	160	200	250	300	400	500	600	800

Для простановки шероховатости на рабочих чертежах рекомендуется применять параметры  $R_a$  из стандартного ряда (таблица 8).

Таблица 8 – Числовые значения  $R_a$  по ГОСТ 2789-73

в микрометрах										
$R_a$	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5
	10,0	8,0	6,3	5,0	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,25
	1,00	0,80	0,63	0,50	0,40	0,32	0,25	0,20	0,16	0,125
	0,100	0,08	0,063	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,12
	0,010	0,008	–	–	–	–	–	–	–	–

Нанесение баз и допусков расположения представлено на рисунке 34.

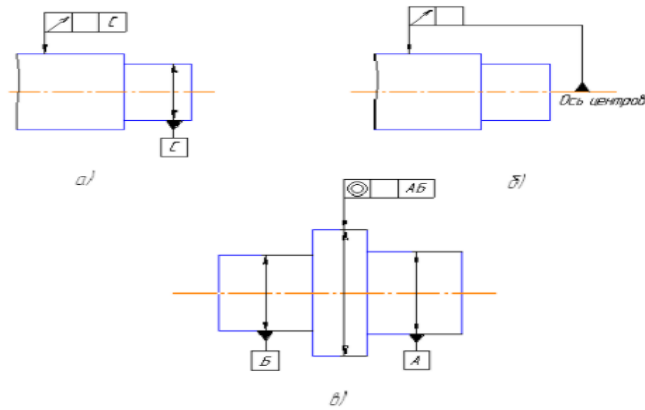


Рисунок 34. Нанесение баз и допусков расположения:

а) относительно оси базовой поверхности, б) относительно оси центровых отверстий, в) относительно общей оси двух базовых поверхностей.

### Решение задачи

Назначить шероховатость поверхностей и допуски на отклонение формы и взаимного расположения поверхностей вала (рисунок 30) и стакана подшипника (рисунок 31).

Исходные данные: поверхности  $\varnothing 30n7$ ,  $\varnothing 20H5$

Шероховатости отмеченных поверхностей находим согласно назначению поверхностей и допуску их размера.

Поверхности  $\varnothing 30n7$ ,  $\varnothing 20H5$  согласно квалитетам допусков их размеров являются ответственными поверхностями, образующими с сопрягаемыми поверхностями других деталей определённые посадки. В общем случае выделенные поверхности можно считать поверхностями нормальной геометрической точности, для которых параметр шероховатости  $R_a \approx 0,05 Td$ .

Следовательно, для поверхности  $\varnothing 30n7$ :  $Td=0,021$  мм

$$R_a \approx 0,05 \cdot 0,021 = 0,00105 \text{ мм} = 1,05 \text{ мкм} ,$$

принимаем

$R_a=1,0$  мкм из стандартного ряда.

Для поверхности

$$\varnothing 20H5: TD=0,009 \text{ мм}$$

$$R_a \approx 0,05 \cdot 9 = 0,45 \text{ мкм} ,$$

принимаем из стандартного ряда  $R_a=0,4$  мкм.

Для поверхности под подшипник качения

$$\varnothing 40k6: Td=0,016 \text{ мм}$$

$R_a = 0,04 \cdot 16 = 0,64$  мкм, принимаем  $R_a=0,63$  мкм из стандартного ряда.

Шероховатость торца заплечика вала для базирования подшипников класса точности 0 назначаем  $R_a = 1,6$  мкм.

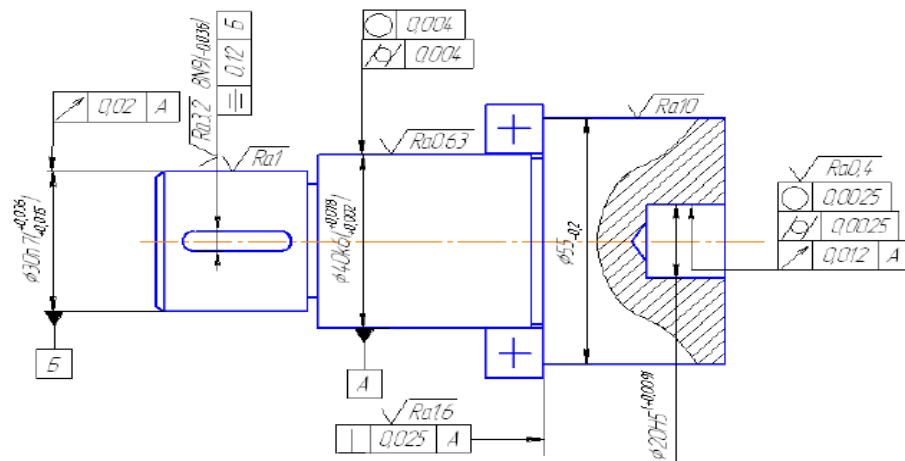


Рисунок 35. Шероховатость поверхностей и допуски на отклонение формы и взаимного расположения поверхностей вала и стакана подшипника.

Шероховатость поверхности  $\varnothing 55_{-0,2}$  назначаем по общему правилу

$$R_a \approx 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ мкм.}$$

Шероховатость поверхностей шпоночного паза на валах:

рабочих

$$R_a = 3,2 \text{ мкм}$$

нерабочих

$$R_a = 6,3 \text{ мкм.}$$

Допуски на отклонение формы и расположения поверхностей также определим приближённым методом.

Расчёт допусков на отклонение от круглости и цилиндричности поверхностей: для поверхности  $\varnothing 40k6$ :

$$T_O \approx 0,25 Td = 0,25 \cdot 16 = 4,0 \text{ мкм,}$$

принимаем  $T_O=4$  мкм из стандартного ряда.

$$T_{\diamond} \approx 0,25 Td = 0,25 \cdot 16 = 4,0$$

принимаем

$$T_{\diamond} = 4 \text{ мкм.}$$

для поверхности  $\varnothing 20H5$ :

$$T_{\circ} \approx 0,3TD = 0,3 \cdot 9 = 2,7 \text{ мкм,}$$

принимаем

$$T_{\circ} = 2,5 \text{ мкм.}$$

$$T_{\diamond} \approx 0,3TD = 0,3 \cdot 9 = 2,7 \text{ мкм,}$$

принимаем

$$T_{\diamond} = 2,5 \text{ мкм.}$$

Допуск на радиальное биение поверхности относительно поверхности  $A$ :

для поверхности  $\varnothing 30n7$ :

$$T_{\#} \approx 0,6(Td_1 + Td_2) = 0,6 \cdot (21 + 16) = 22,2 \text{ мкм,}$$

принимаем

$$T_{\#} = 20 \text{ мкм;}$$

для поверхности  $\varnothing 20H5$ :

$$T_{\#} \approx 0,6(TD_3 + Td_2) = 0,6 \cdot (9 + 16) = 15 \text{ мкм,}$$

принимаем

$$T_{\#} = 12 \text{ мкм;}$$

Допуск на отклонение от перпендикулярности торца поверхности  $\varnothing 55_{-0.2}$  для фиксации шарикоподшипника соответствует восьмой степени точности и составляет  $T_{\perp} = 25$  мкм.

Допуск на отклонение от симметричности расположения шпоночного паза:

$$T_{\equiv} \approx 4 \cdot T_B = 4 \cdot 36 = 144 \text{ мкм,}$$

принимаем

$$T_{\equiv} = 120 \text{ мкм,}$$

где  $T_B$  — допуск на ширину паза вала.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ

### Тема 9. Техническое регулирование

#### Презентация

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Понятие о техническом регулировании, его принципы и задачи
2. Технические регламенты, их виды
3. Классификация физических величин.

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 10. Основные понятия о стандартизации. Исторические основы ее развития**

Написать реферат на одну из тем:

1. Общая характеристика стандартизации как вида и деятельности
2. Исторические основы развития стандартизации
- 3 Цели стандартизации.
4. Принципы стандартизации
5. Функции стандартизации
6. Задачи стандартизации
7. Методы стандартизации
8. Правовые основы стандартизации
9. Основные положения государственной системы стандартизации ГСС
10. Органы и службы стандартизации РФ
11. Категории стандартов и виды стандартов
12. Международная организация по стандартизации (ИСО).
13. Порядок разработки стандартов
14. Организация работ по стандартизации в рамках Европейского союза.
15. Межотраслевые системы (комплексы) стандартов.

16. Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК ТЭСИ) как объект стандартизации.

**Реферат** – теоретическое исследование определенной проблемы, включающее обзор соответствующих литературных и других источников.

Реферат обычно включает следующие части:

1. Библиографическое описание первичного документа;
2. Собственно, реферативная часть (текст реферата);
3. Справочный аппарат, т. е. дополнительные сведения и примечания (сведения, дополнительно характеризующие первичный документ: число иллюстраций и таблиц, имеющихся в документе, количество источников в списке использованной литературы).

Этапы написания реферата

1. Определить источники, с которыми придется работать;
2. Изучить, систематизировать и обработать выбранный материал из источников;
3. Составить план;
4. Написать реферат:
  - обосновать актуальность выбранной темы;
  - указать исходные данные реферируемого текста (название, где опубликован, в каком году), сведения об авторе (Ф. И. О., ученая степень, ученое звание);
  - сформулировать проблематику выбранной темы;
  - привести основные тезисы реферируемого текста и их аргументацию;
  - сделать общий вывод по проблеме, заявленной в реферате.
5. Оформить реферат в соответствии с «Регламент оформления письменных работ».

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 11. Основные понятия о подтверждении соответствия**

### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Добровольное подтверждение соответствия;

## 2. Обязательное подтверждение соответствия.

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.



Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ**

### **Тема 12. Основные понятия о взаимозаменяемости**

#### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Полная взаимозаменяемость
2. Неполная взаимозаменяемость.
3. Внешняя взаимозаменяемость.
4. Функциональная взаимозаменяемость.

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;

4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);

5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);

6. Тест-проверка готовой презентации.

### **Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 13. Понятие о посадках**

### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Посадки

2. Допуски

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка: 1 балл.**

## Тема 14. Допуски и посадки гладких цилиндрических сопряжений

### Презентация

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Посадки в системе отверстия
2. Посадки в системе вала

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 15. Группы и виды посадок**

### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Посадки с зазором
2. Посадки с натягом.
3. Переходные посадки

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;

2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

### **Требования к презентации:**

#### **Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1 балл.

## **Тема 16. Единые принципы построения системы допусков и посадок**

### **Презентация**

Подготовить презентацию на одну из тем:

1. Принцип применения рядов предпочтительных чисел.
2. Принцип масштабных коэффициентов.
3. Принцип применения коэффициентов точности.
4. Принцип применения упрощающих способов построения посадок.
5. Принцип экономии материала при установлении поля допуска основной детали.

6. Принцип унификации полей допусков.

7. Принцип физически обоснованного изменения зазора в зависимости от размера соединения.

8. Принцип приведения норм точности к определенному температурному режиму.

**Мультимедийная презентация** – способ представления информации на заданную тему с помощью компьютерных программ, сочетающий в себе динамику, звук и изображение.

Для создания компьютерных презентаций используются специальные программы: PowerPoint, Adobe Flash CS5, Adobe Flash Builder, видеофайл.

Презентация – это набор последовательно сменяющих друг друга страниц – слайдов, на каждом из которых можно разместить любые текст, рисунки, схемы, видео - аудио фрагменты, анимацию, 3D – графику, фотографию, используя при этом различные элементы оформления.

Мультимедийная форма презентации позволяет представить материал как систему опорных образов, наполненных исчерпывающей структурированной информацией в алгоритмическом порядке.

Этапы подготовки мультимедийной презентации:

1. Структуризация материала по теме;
2. Составление сценария реализации;
3. Разработка дизайна презентации;
4. Подготовка медиа фрагментов (тексты, иллюстрации, видео, запись аудиофрагментов);
5. Подготовка музыкального сопровождения (при необходимости);
6. Тест-проверка готовой презентации.

**Требования к презентации:**

**Главное правило: 1 мысль – 1 слайд.**

Каждый слайд – нужен. Лишнее удалить.

Логическая последовательность слайдов.

Не повторять текст рассказа.

По возможности – не более 6 слов на слайд.

Размер шрифта: как будто смотрите с последней парты.

Цвет фона и шрифта – на контрасте, но – не «резать глаз».

Избегать полосок, ряби и т.д.

Контент визуализации слайдов: схемы; диаграммы; графики; эмодзи; фото; портреты менеджеров и др. средства визуализации. Главное – чтобы «в тему», по смыслу.

Не делать из слайда шпаргалки из Word и др. текстовых редакторов.

**Оценка:** 1балл.

## **Тема 17. Определение размеров деталей, посадок в сопряжениях и исполнительных размеров калибров**

### ***Контрольное задание №5***

Рассчитать гладкие цилиндрические сопряжения для посадок:  $\text{Ø}5\text{H}7/\text{k}6$ ,  $\text{Ø}5\text{H}7/\text{g}6$ ,  $\text{Ø}5\text{H}7/\text{s}7$ ,  $\text{Ø}5\text{F}8/\text{h}7$ ; построить схемы расположения полей допусков, рассчитать предельный размеры сопрягаемых деталей, зазоры (натяги) табличные и вероятные, допуск посадки, для переходных посадок – вероятность получения зазоров (натягов).

***Оценка-5 баллов***

### **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ**

#### ***1. Посадка: $\text{Ø}5\text{H}7/\text{k}6$ .***

1.1. Для посадки  $\text{Ø}5\text{H}7/\text{k}6$  определяем предельные отклонения для отверстия и вала по [1, с. 91 – 146].

Отверстие  $\text{Ø}5\text{H}7$ :

- номинальный размер отверстия  $D_n = 5$  мм;
- верхнее предельное отклонение отверстия  $ES = + 12$  мкм = + 0,012 мм;
- нижнее предельное отклонение отверстия  $EI = 0$  мм.

Вал  $\text{Ø}5\text{k}6$ :

- номинальный диаметр вала  $d_n = 5$  мм;
- верхнее предельное отклонение вала  $es = + 9$  мкм = + 0,009 мм;



– нижнее предельное отклонение вала  $ei = + 1 \text{ мкм} = + 0,001 \text{ мм}$ .

В результате заданную посадку можно записать в следующем виде:

$$\varnothing 5 \frac{H7(+0,012)}{k6(+0,009/+0,001)}$$

1.2. Определяем верхние, нижние предельные размеры и допуски размеров деталей, входящих в соединение.

1.2.1. Определяем верхний, нижний предельные размеры и допуск размера отверстия. Результаты расчетов заносим в таблицу.

Верхний предельный размер отверстия:

$$D_{\max} = D_{\text{н}} + ES = 5 + 0,012 = 5,012 \text{ мм.}$$

Нижний предельный размер отверстия:

$$D_{\min} = D_{\text{н}} + EI = 5 + 0 = 5,000 \text{ мм.}$$

Действительный размер годного отверстия должен находиться в интервале: от 5,000 мм до 5,012 мм.

Допуск размера отверстия (рассчитывается по двум формулам):

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = 5,012 - 5 = 0,012 \text{ мм;}$$

$$TD = ES - EI = 0,012 - 0 = 0,012 \text{ мм.}$$

1.2.2. Определяем верхний, нижний предельные размеры и допуск размера вала. Результаты расчетов заносим в таблицу1.

Верхний предельный размер вала:

$$d_{\max} = d_{\text{н}} + es = 5 + 0,009 = 5,009 \text{ мм.}$$

Нижний предельный размер вала:

$$d_{\min} = d_{\text{н}} + ei = 5 + 0,001 = 5,001 \text{ мм.}$$

Действительный размер годного вала должен находиться в интервале: от 5,001 мм до 5,009 мм.

Допуск размера вала (рассчитывается по двум формулам):

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 5,009 - 5,001 = 0,008 \text{ мм;}$$

$$Td = es - ei = 0,009 - 0,001 = 0,008 \text{ мм.}$$

1.3. Строим схему расположения интервалов допусков деталей, входящих в соединение (рисунок 36).

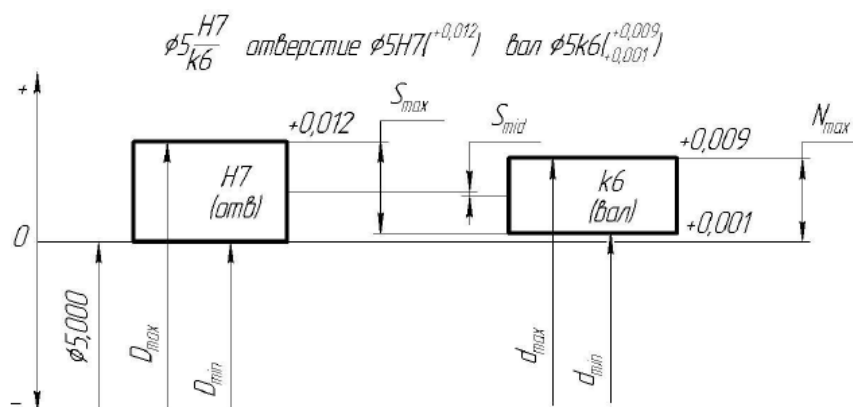


Рисунок 36 – Схема расположения интервалов допусков посадки

Тип посадки: переходная посадка в системе отверстия

1.4. Определяем наибольший зазор, наибольший натяг, средний зазор и диапазон посадки. Результаты расчетов заносим в таблицу.

Таблица - Результаты расчетов, мм.

Посадка	$D_{max}$	$D_{min}$	$TD$	$d_{max}$	$d_{min}$	$Td$	Зазор $S$			Натяг $N$			Диапазон посадки
							max	min	mid	max	min	mid	
$\varnothing 5H7/k6$	5,012	5,000	0,012	5,009	5,001	0,008	0,011	X	0,001	0,009	X	X	0,020

1.4.1. Определяем наибольший зазор (по двум формулам):

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 5,012 - 5,001 = 0,011 \text{ мм};$$

$$S_{max} = ES - ei = 0,012 - 0,001 = 0,011 \text{ мм}.$$

1.4.2. Определяем наибольший натяг (по двум формулам):

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = 5,009 - 5 = 0,009 \text{ мм};$$

$$N_{max} = es - EI = 0,009 - 0 = 0,009 \text{ мм}.$$

1.4.3. Определяем средний зазор:

$$S_{mid} = \frac{S_{max} - N_{max}}{2} = \frac{0,011 - 0,009}{2} = 0,001 \text{ мм}.$$

1.4.4. Определяем диапазон посадки (по двум формулам):

$$TS = TN = TD + Td = 0,012 + 0,008 = 0,020 \text{ мм}.$$

$$TS = TN = S_{max} + N_{max} = 0,011 + 0,009 = 0,020 \text{ мм}.$$

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение:

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Ссылка на источник в ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1	Завистовский В.Э. Допуски, посадки и технические измерения [Электронный ресурс] : учеб. пособие /В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. -280 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/67627.html">http://www.iprbookshop.ru/67627.html</a>
2	Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учеб. пособие /В.С. Коротков, А.И. Афонасов - Электрон. текстовые данные. - Томск: Томский политехнический университет, 2015. - 187с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/34681.html">http://www.iprbookshop.ru/34681.html</a>
3	Червяков В.М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: конспект лекций /В.М. Червяков, А.О. Пилягина, П.А. Галкин. - Электрон. текстовые данные. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 112с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/64114.html">http://www.iprbookshop.ru/64114.html</a>
4	Шарапов А.И., Коршиков В.Д., Ермаков О.Н., Губарев В.Я. Основы сертификации, стандартизации и управления качеством продукции [Электронный ресурс]: учеб. пособие /А.И. Шарапов и др. - Электрон. текстовые данные. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 184 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/55123.html">http://www.iprbookshop.ru/55123.html</a>
5	Якунин Н.Н. Сертификация на автомобильном транспорте [Электронный ресурс]: учебник /Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, Г.А. Шахалевич. — Электрон. текстовые данные. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 583с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/54157.html">http://www.iprbookshop.ru/54157.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
6	Государственные эталоны и общесоюзные поверочные схемы. – М.: Изд-во стандартов, 1978.	
7	Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ.	
8	Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 27 апреля 1993 г. № 4871-1, с изменениями от 10 января 2003 г.	
9	РМГ 29 – 99. Метрология. Основные термины и определения. ИПК Издательство стандартов, 2000.	
10	ГОСТ 25346-89. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. Межгосударственный стандарт. — М.: 2002.	
11	ГОСТ Р 8.000 – 2000. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.	
12	ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия. –М.: Издательство стандартов, 1987.	
13	ГОСТ 162-90. Штангенглубиномеры. Технические условия. –М.: Издательство стандартов, 1986.	

14	ГОСТ 164-90. Штангенрейсмасы. Технические условия. –М.: Издательство стандартов, 1986.	
15	ГОСТ 5368-81. Приборы для измерения цилиндрических зубчатых колес. –М.: Издательство стандартов, 1981.	
16	ГОСТ 25347-82. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. — М., 2002.	
17	ГОСТ 2015-84. Калибры гладкие нерегулируемые. Технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1985.	
18	ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1980.	
19	ГОСТ 24643-81. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения. - М.: Изд-во стандартов, 1982.	
20	ГОСТ 24853-81. Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. – М.: Изд-во стандартов, 1982.	

## 5.2. Информационное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование баз данных	Ссылка на ресурс
1		<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> .
2		<a href="http://ebs.cspu.ru/xmlui">http://ebs.cspu.ru/xmlui</a> .

*Учебное пособие*

***Полунин Игорь Александрович  
Артебякина Ольга Викторовна***

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ**

**Методические рекомендации по организации самостоятельной работы  
студентов**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по  
отраслям)

Направленность (профиль) Транспорт

*Методические рекомендации*

Издательство ЗАО «Библиотека А. Миллера»  
454091, г. Челябинск, Свободы улица, 159

Подписано в печать 19.10.2022 Формат 60x84/16  
Бумага офсетная. Объем 8,20 усл. печ. л. Тираж 100 экз.  
Заказ № 431  
Отпечатано с готового оригинала-макета в типографии  
ЮУрГГПУ  
454080, Челябинск, пр. Ленина, 69