

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шиломаева Ирина Алексеевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 04.05.2026 20:13:34  
Уникальный программный ключ:  
8b264d3408be5f4f2b4acb7cfae7e625f7b6d62e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)  
Тучковский филиал Московского политехнического университета

УТВЕРЖДАЮ  
заместитель директора по УВР  
\_\_\_\_\_ О.Ю. Педашенко

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация**

**Направление подготовки**

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин  
и комплексов**

**Профиль подготовки**

**Автомобильная техника и сервисное обслуживание**

Квалификация (степень)  
выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**заочная**

**Тучково 2026**

Рабочая программа учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 N 916 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 августа 2020 г., регистрационный № 59405).

**Организация-разработчик:** Тучковский филиал Московского политехнического университета

Разработчик

Козлова О.Ю., к.т.н

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» являются:

ознакомление с методами и средствами измерения геометрических параметров различных деталей, способами достижения требуемой точности измерений;

ознакомление студентов с нормативной основой метрологического обеспечения точности измерений.

Задачами освоения дисциплины являются:

выработка у студентов навыков по выбору методов и средств измерения;

освоение студентами методов обработки многократных измерений.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, согласно ФГОС ВО для направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Планируемые результаты обучения
<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p><b>ИОПК-3.1</b> Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности  <b>ИОПК-3.2</b> Владеет навыками проведения измерений, обработки и представления экспериментальных данных и результатов испытаний</p>	<p><b>Знать:</b>            правовые основы метрологии, стандартизации и сертификации; метрологические службы, обеспечивающие единство измерений; технические средства измерений; принципы построения международных и отечественных стандартов; правила пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативно-технической документацией</p>
<p><b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью</p>	<p><b>ИОПК-6.1</b> Владеет методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин  <b>ИОПК-6.2</b> Использует действующие нормативные правовые документы, нормы и регламенты в инженерно - технической деятельности в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин  <b>ИОПК-6.3</b> Оформляет специальные документы для осуществления профессиональной деятельности с учетом нормативных правовых актов</p>	<p><b>Уметь:</b>            применять методы и средства технических измерений, стандарты, технические регламенты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции; разрабатывать нормативно-технические документы по модернизации подвижного состава и его узлов</p>
<p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования</p>	<p><b>ИПК-1.1</b> Оценивает работоспособность средств технического диагностирования, средств измерений и технологического оборудования, необходимых для реализации методов проверки технического состояния, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин  <b>ИПК-1.2</b> Контролирует готовность к эксплуатации средств технического диагностирования, средств измерений и технологического оборудования</p>	<p><b>Владеть:</b>            методами и средствами технических измерений, приемами использования стандартов и других нормативных документов при оценке, контроле</p>

	<p><b>ИПК-1.3</b> Осуществляет разработку, реализацию и осуществление планов осмотров, технического обслуживания, профилактических ремонтов внешних и встроенных средств технического диагностирования и технологического оборудования в т.ч. смонтированных на машине</p>	<p>качества и сертификации продукции</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p><b>ИПК -2.1</b> Осуществляет проверку параметров технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин</p> <p><b>ИПК-2.2</b> Принимает решение о соответствии технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения и экологическим требованиям на основе нормативно правовых документов</p> <p><b>ИПК-2.3</b> Осуществляет сбор и анализ результатов оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин</p> <p><b>ИПК-2.4</b> Осуществляет проверку наличия полноты информации об исследуемой транспортной или транспортно-технологической машине и сравнение измеренных параметров технического состояния с требованиями нормативных правовых документов в области безопасности движения и экологической безопасности, а также данными нормативно-технической документации заводов производителей</p> <p><b>ИПК-2.5</b> Формулирует методы обеспечения соответствия фактического технического состояния парка транспортных и транспортно-технологических машин организации требованиям нормативных документов в области безопасности дорожного движения и охраны окружающей среды</p>	

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>144 (4 зачетных единицы)</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	14
Аудиторная работа (всего), в том числе:	14
Лекции	6
Семинары, практические занятия	4
Лабораторные работы	4
Внеаудиторная работа (всего):	
в том числе: консультация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	130
Вид промежуточной аттестации обучающегося	<b>экзамен</b>

#### 4.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Компетенции	
		Всего	Из них аудиторные занятия			Самостоятельная работа	Курсовая работа		Контрольная работа
			Лекции	Лабораторные работы	Практические/семинарские				
<b>Тема 1.</b> Государственная система стандартизации в России	4	18	-	-	-	18		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Тема 2.</b> Методы стандартизации	4	19	1	-	-	18		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Тема 3.</b> Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения	4	19	1	-	-	18		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Тема 4.</b> Виды и методы измерений. Средства измерений	4	25	1	4	-	20		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Тема 5.</b> Взаимозаменяемость гладких цилиндрических деталей. Взаимозаменяемость резьбовых соединений	4	25	1	-	4	20		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Тема 6.</b> Система государственной аттестации и сертификации	4	21	1	-	-	20		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Тема 7.</b> Подтверждение соответствия	4	17	1	-	-	16		ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>144</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>130</b>			

### **4.3 Содержание дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»**

#### **Тема 1. Государственная система стандартизации в России**

Национальная система стандартизации России. Комплекс стандартов «Стандартизация в Российской Федерации». Общая характеристика стандартов разных видов и категорий. Порядок разработки национальных стандартов; информация о нормативных документах по стандартизации. Органы и службы стандартизации в РФ. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований по стандартизации. Правовые основы стандартизации.

#### **Тема 2. Методы стандартизации**

Межотраслевые системы (комплексы) стандартов. Стандарты, обеспечивающие качество продукции. Система стандартов по управлению и информации. Система стандартов социальной сферы. Стандартизация услуг. Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Международная стандартизация. Национальная стандартизация зарубежных стран. Задачи международного сотрудничества в области стандартизации, международные организации по стандартизации, применение международных и региональных стандартов в отечественной практике.

#### **Тема 3. Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения**

Краткая история развития метрологии. Общие понятия и определения метрологии. Физические свойства и величины. Разделы метрологии. Единицы физических величин. Международная система единиц СИ. Правовые основы, цели, задачи, принципы, объекты и средства метрологии. Метрологические службы обеспечивающие единство измерений.

#### **Тема 4. Виды и методы измерений. Средства измерений**

Область измерений. Основные этапы процесса измерения. Основное уравнение измерений. Передача размера единиц физических величин. Классификация измерений. Шкалы измерений. Чувствительность прибора. Методы измерений. Понятие об испытании и контроле.

Средства измерений, их классификация и свойства. Шкалы средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик. Методы повышения точности, классы точности средств измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Выбор средств измерений. Измерительные приборы и установки. Измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Технические измерения.

#### **Тема 5. Взаимозаменяемость гладких цилиндрических деталей.**

## **Взаимозаменяемость резьбовых соединений.**

Общие положения. Обозначения полей допусков, предельных отклонений и посадок на чертежах. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров. Расчет шлицевых соединений. Расчет шпоночных соединений. Основные параметры метрической крепежной резьбы. Общие принципы взаимозаменяемости цилиндрических резьб. Допуски и посадки резьб. Стандартные резьбы общего и специального назначения.

### **Тема 6. Система государственной аттестации и сертификации**

Системы сертификации. Формы подтверждения соответствия: обязательная сертификация, декларирование соответствия и добровольная сертификация. Участники обязательной сертификации, участники добровольной сертификации, участники декларирования соответствия. Схемы сертификации.

### **Тема 7. Подтверждение соответствия**

Законодательные и организационно-правовые основы подтверждения соответствия. Нормативная база сертификации. Правила и порядок проведения сертификации и декларирования соответствия. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий. Схемы сертификации и декларирования соответствия. Сертификация услуг. Сертификация систем качества. Сертификация средств измерений.

#### **4.4. Практическая подготовка**

Практическая подготовка реализуется путем проведения лабораторных/практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Объем занятий в форме практической подготовки составляет 10 часов

<b>Вид занятия</b>	<b>Тема занятия</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Форма проведения</b>	<b>Коды компетенции</b>
Лабораторное занятие 1	Определение параметров и погрешностей прибора	1	Работа в группах, изучение погрешностей прибора	ПК-1, ПК-2
Лабораторное занятие 2	Косвенное измерение объема и плотности твёрдых тел	1	Работа в группах, Косвенное измерение объема и плотности твёрдых тел	ПК-1, ПК-2

Лабораторное занятие 3	Поверка средств измерения	2	Работа в группах, Поверка средств измерения	ПК-1, ПК-2
Практическое занятие 1	Система допусков и посадок на гладкие элементы деталей	2	Выполнение практического задания. Индивидуальная самостоятельная работа	ПК-1, ПК-2
Практическое занятие 2	Расчет допусков размеров, входящих в размерную цепь	2	Выполнение практического задания. Индивидуальная самостоятельная работа	ПК-1, ПК-2

#### 4.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 130 часов.

Самостоятельная работа реализуется в рамках программы освоения дисциплины в следующих формах:

- работа с конспектом занятия (обработка текста);
- проработка тематики самостоятельной работы;
- написание контрольной работы;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к сдаче зачета.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений, обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний студентов;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию, учебную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- развитию исследовательских умений студентов.

Технология организации самостоятельной работы обучающихся включает использование информационных и материально-технических ресурсов филиала:

-библиотеку с читальным залом, компьютерные классы с возможностью работы в Интернет;

-аудитории для самостоятельной работы.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультирование по выполнению задания, который включает цель задания, его содержания, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки.

Во время выполнения обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы и при необходимости преподаватель может проводить индивидуальные и групповые консультации.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами обучающихся в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

-соотнесение содержания контроля с целями обучения;

-объективность контроля;

-валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);

-дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

-просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем;

-организация самопроверки, взаимопроверки выполненного задания в группе;

-обсуждение результатов выполненной работы на занятии;

-проведение письменного опроса;

-проведение устного опроса; организация и проведение индивидуального собеседования;

-организация и проведение собеседования с группой.

## **5. Оценочные материалы по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего

контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств по дисциплине приведён в Приложении 1 (фонд оценочных средств) к рабочей программе дисциплины.

## **6. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины**

6.1 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов для освоения дисциплины

### Основная литература:

1. Метрология : учебник / О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов [и др.] ; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 522 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI10.12737/textbook\_5be96d68d333e2.71218396. - ISBN 978-5-00091-474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1541964>.

2. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В.Е. Эрастов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 196 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/23696. - ISBN 978-5-16-012324-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1834663>.

3. Дехтярь Г.М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: Учебное пособие/Дехтярь Г. М. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 154 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=537788>

### Дополнительная литература

#### Периодика

1. «Измерительная техника» и «Метрология» научный журнал -URL: <http://izmt.ru/> - Текст : электронный.

2. Журнал для профессионалов в области стандартизации и управления качеством-URL: <https://stk.profkiosk.ru/> - Текст : электронный.

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Консультант+ (лицензионное программное обеспечение отечественного производства)

2. <http://www.garant.ru> (ресурсы открытого доступа)

3. Справочная правовая система «Консультант плюс»

4. База данных Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost/>

5. База данных Государственных стандартов: <http://gostexpert.ru/>

## 6.2 Перечень материально-технического, программного обеспечения

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
Б1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация	Кабинет метрологии, стандартизации и сертификации  Аудитория для самостоятельной работы	учебная мебель; компьютер с выходом в Интернет; экран; мультимедийный проектор; телевизор; оргтехника; комплект учебно-наглядных пособий по разделам дисциплины.  Учебные места, оборудованные блочной мебелью, компьютерами с выходом в сеть Интернет, многофункциональное устройство	Microsoft Windows XP Microsoft Office Kaspersky Endpoint для бизнеса КонсультантПлюс AdobeReader <a href="#">Cisco WebEx</a> Информационно- коммуникационная платформа «Сферум» Образовательная платформа <a href="https://mospolytech-tuchkovo.online/">https://mospolytech-tuchkovo.online/</a>

## 7. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Обучение по дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Содержание образования и условия организации обучения, обучающихся с ограниченными возможностями здоровья определяются адаптированной образовательной программой, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

### **8. Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

**Фонд оценочных средств  
для текущего контроля и промежуточной аттестации при изучении  
учебной дисциплины  
Б1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация**

### 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
<p><b>Тема 1.</b> Государственная система стандартизации в России</p>	<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний  <b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью  <b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования  <b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p>ИОПК-3.1  ИОПК-3.2  ИОПК-6.1  ИОПК-6.2  ИОПК-6.3  ИПК-1.1  ИПК-1.2  ИПК-1.3  ИПК -2.1  ИПК-2.2  ИПК-2.3  ИПК-2.4  ИПК-2.5</p>	<p>практические работы (отдельный материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен</p>
<p><b>Тема 2.</b> Методы стандартизации</p>	<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний  <b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил,</p>	<p>ИОПК-3.1  ИОПК-3.2  ИОПК-6.1  ИОПК-6.2  ИОПК-6.3  ИПК-1.1  ИПК-1.2  ИПК-1.3  ИПК -2.1</p>	<p>практические работы (отдельный материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен</p>

	<p>связанных с профессиональной деятельностью</p> <p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования</p> <p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p>ИПК-2.2</p> <p>ИПК-2.3</p> <p>ИПК-2.4</p> <p>ИПК-2.5</p>	
<p><b>Тема 3.</b> Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения</p>	<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p> <p><b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью</p> <p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования</p> <p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p>ИОПК-3.1</p> <p>ИОПК-3.2</p> <p>ИОПК-6.1</p> <p>ИОПК-6.2</p> <p>ИОПК-6.3</p> <p>ИПК-1.1</p> <p>ИПК-1.2</p> <p>ИПК-1.3</p> <p>ИПК -2.1</p> <p>ИПК-2.2</p> <p>ИПК-2.3</p> <p>ИПК-2.4</p> <p>ИПК-2.5</p>	<p>практические работы (отдельный материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен</p>
<p><b>Тема 4.</b> Виды и методы измерений.</p>	<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей</p>	<p>ИОПК-3.1</p>	<p>практические работы (отдельный</p>

Средства измерений	<p>профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p> <p><b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью</p> <p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования</p> <p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p>ИОПК-3.2 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3 ИПК -2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ИПК-2.4 ИПК-2.5</p>	материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен
<p><b>Тема 5.</b> Взаимозаменяемость гладких цилиндрических деталей. Взаимозаменяемость резьбовых соединений</p>	<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p> <p><b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью</p> <p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической</p>	<p>ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3 ИПК -2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ИПК-2.4 ИПК-2.5</p>	практические работы (отдельный материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен

	эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования <b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения		
<b>Тема 6. Система государственной аттестации и сертификации</b>	<b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний <b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью <b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования <b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения	ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ИПК-2.4 ИПК-2.5	практические работы (отдельный материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен
<b>Тема 7. Подтверждение соответствия</b>	<b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и	ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3	практические работы (отдельный материал); реферат; устный опрос, собеседование; расчетно-графическая работа, тест, зачет, экзамен

	<p>результаты испытаний</p> <p><b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью</p> <p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования</p> <p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p>ИПК-1.1</p> <p>ИПК-1.2</p> <p>ИПК-1.3</p> <p>ИПК -2.1</p> <p>ИПК-2.2</p> <p>ИПК-2.3</p> <p>ИПК-2.4</p> <p>ИПК-2.5</p>	
--	--	--	--

Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП прямо связаны с местом дисциплин в образовательной программе. Знания по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» необходимы студентам данного направления для усвоения знаний по дисциплинам: Теоретическая механика, Введение в проектную деятельность, Материаловедение, а также для выполнения выпускной квалификационной работы. Каждый этап формирования компетенции, характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками и (или) опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются в процессе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине (практике) и в процессе итоговой аттестации. Для оценки уровня сформированности компетенций в процессе изучения дисциплины предусмотрено проведение текущего контроля успеваемости по темам (разделам) дисциплины и промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

## **2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **2.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Понятие стандартизации. Объекты и область стандартизации.
2. Исторические основы развития стандартизации.
3. Государственная система стандартизации РФ (ГСС), ее принципиальные методические и научно-технические основы.
4. Межгосударственная система стандартизации.
5. Задачи, принципы, и функции стандартизации.
6. Методы стандартизации.
7. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов.
8. Качество продукции. Показатели качества продукции.
9. Взаимозаменяемость.
10. Система стандартизации в машиностроении.
11. Стандартизация основных норм взаимозаменяемости. Основные положения, термины и определения.
12. Порядок разработки стандартов в России. Требования к стандартам.
13. Порядок пересмотра и изменения стандартов.

14. Региональные организации по стандартизации.
15. Правовая база стандартизации. Закон РФ «О стандартизации».
16. Государственный надзор и контроль соблюдения требований государственных стандартов.
17. Нормативно-технические документы. Виды. Категории.
18. Межотраслевые системы стандартизации (МОСС). Международная стандартизация.
19. Категории и виды стандартов, разработка, внедрение и пересмотр стандартов.
20. Понятие об управлении качеством продукции. Цели. Методы управления.
21. Гладкие цилиндрические соединения.
22. Расчет и выбор посадок.
23. Допуски и посадки резьбовых, шпоночных, шлицевых и зубчатых соединений.
24. Отклонение формы поверхности или профиля и причины их возникновения.
25. Шероховатость и волнистость поверхности.
26. Размерные цепи.
27. История развития метрологии.
28. Понятия об измерениях и их единицах. Классификация измерений.
29. Государственная метрологическая служба РФ.
30. Метрологические показатели измерительных средств.
31. Условия, определяющие выбор измерительных средств.
32. Виды погрешностей. Факторы, влияющие на результаты измерений.
33. Средства и методы измерений.
34. Единство измерений. №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
35. Государственный метрологический надзор и контроль.
36. Поверка и калибровка средств измерений.
37. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений.
38. Международная система единиц СИ. Понятие об основных и производных единицах. Принципы образования производных единиц.
39. Анализ измерительной информации и выдвижение гипотез относительно закона распределения вероятности результата измерения.
40. История сертификации. Основы сертификации.
41. Правовые основы сертификации в РФ.
42. Сертификация систем качества.

43. Значение, цели, задачи, принципы сертификации.
44. Объекты и субъекты сертификации.
45. Средства сертификации. Формы сертификации.
46. Виды сертификатов. Знак соответствия.
47. Правила и порядок проведения сертификации в Российской Федерации.
48. Схемы сертификации.
49. Государственный контроль и надзор за соблюдением правил обязательной сертификации.
50. Экономическое обоснование качества продукции.

#### Критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	теоретическое содержание материала освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному
«хорошо»	теоретическое содержание материала освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
«удовлетворительно»	теоретическое содержание материала освоено частично, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки
«не удовлетворительно»	теоретическое содержание материала не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близких к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Планируемые результаты обучения
<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p><b>ИОПК-3.1</b> Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности  <b>ИОПК-3.2</b> Владеет навыками проведения измерений, обработки и представления экспериментальных данных и результатов испытаний</p>	<p><b>Знать:</b>          правовые основы метрологии, стандартизации и сертификации; метрологические службы, обеспечивающие единство измерений; технические средства измерений; принципы построения международных и отечественных стандартов; правила пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативно-технической документацией</p>
<p><b>ОПК-6.</b> Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью</p>	<p><b>ОПК-6.1</b> Владеет методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин  <b>ИОПК-6.2</b> Использует действующие нормативные правовые документы, нормы и регламенты в инженерно - технической деятельности в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин  <b>ИОПК-6.3</b> Оформляет специальные документы для осуществления профессиональной деятельности с учетом нормативных правовых актов</p>	<p><b>Уметь:</b>          применять методы и средства технических измерений, стандарты, технические регламенты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции; разрабатывать нормативно-технические документы по модернизации подвижного состава и его узлов</p>
<p><b>ПК-1.</b> Способен осуществлять контроль и управление технической эксплуатацией технологического оборудования, в том числе средств технического диагностирования</p>	<p><b>ИПК-1.1</b> Оценивает работоспособность средств технического диагностирования, средств измерений и технологического оборудования, необходимых для реализации методов проверки технического состояния, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин  <b>ИПК-1.2</b> Контролирует готовность к эксплуатации средств технического диагностирования, средств измерений и технологического оборудования  <b>ИПК-1.3</b> Осуществляет разработку, реализацию и осуществление планов</p>	<p><b>Владеть:</b>          методами и средствами технических измерений, приемами использования стандартов и других нормативных</p>

	осмотров, технического обслуживания, профилактических ремонтов внешних и встроенных средств технического диагностирования и технологического оборудования в т.ч. смонтированных на машине	документов при оценке, контроле качества и сертификации продукции
<p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять оценку соответствия технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения</p>	<p><b>ИПК -2.1</b> Осуществляет проверку параметров технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин</p> <p><b>ИПК-2.2</b> Принимает решение о соответствии технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин требованиям безопасности дорожного движения и экологическим требованиям на основе нормативно правовых документов</p> <p><b>ИПК-2.3</b> Осуществляет сбор и анализ результатов оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин</p> <p><b>ИПК-2.4</b> Осуществляет проверку наличия полноты информации об исследуемой транспортной или транспортно-технологической машине и сравнение измеренных параметров технического состояния с требованиями нормативных правовых документов в области безопасности движения и экологической безопасности, а также данными нормативно-технической документации заводов производителей</p> <p><b>ИПК-2.5</b> Формулирует методы обеспечения соответствия фактического технического состояния парка транспортных и транспортно-технологических машин организации требованиям нормативных документов в области безопасности дорожного движения и охраны окружающей среды</p>	

## 2. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Планируемые результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<p><b>УК-10</b> <b>ОПК-2</b></p>	<p>Тестирование.            «5» - 85-100% верных ответов            «4» - 70-84% верных ответов            «3» - 51-69% верных ответов            «2» - 50% и менее</p> <p>Опрос.</p> <p>Оценка «5» - «отлично» ставится, если обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала.</p> <p>Оценка «4» - «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки.</p> <p>Оценка «3» - «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и непоследовательно, допускает неточности и ошибки в определении понятий или формулировке правил.</p> <p>Оценка «2» - «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.</p> <p>Экзамен</p> <p>- оценка «отлично»: теоретическое содержание</p>	<p>Тестирование.</p> <p>Опрос (устный, письменный)</p> <p>Экзамен</p>

материала освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному;

- оценка *«хорошо»*:

теоретическое содержание материала освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

-оценка *«удовлетворительно»*:

теоретическое содержание материала освоено частично, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки;

- оценка *«не*

*удовлетворительно»*:

теоретическое содержание материала не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близких к

минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
--

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

51. Понятие стандартизации. Объекты и область стандартизации.
52. Исторические основы развития стандартизации.
53. Государственная система стандартизации РФ (ГСС), ее принципиальные методические и научно-технические основы.
54. Межгосударственная система стандартизации.
55. Задачи, принципы, и функции стандартизации.
56. Методы стандартизации.
57. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов.
58. Качество продукции. Показатели качества продукции.
59. Взаимозаменяемость.
60. Система стандартизации в машиностроении.
61. Стандартизация основных норм взаимозаменяемости. Основные положения, термины и определения.
62. Порядок разработки стандартов в России. Требования к стандартам.
63. Порядок пересмотра и изменения стандартов.
64. Региональные организации по стандартизации.
65. Правовая база стандартизации. Закон РФ «О стандартизации».
66. Государственный надзор и контроль соблюдения требований государственных стандартов.
67. Нормативно-технические документы. Виды. Категории.
68. Межотраслевые системы стандартизации (МОСС). Международная стандартизация.
69. Категории и виды стандартов, разработка, внедрение и пересмотр стандартов.

70. Понятие об управлении качеством продукции. Цели. Методы управления.
71. Гладкие цилиндрические соединения.
72. Расчет и выбор посадок.
73. Допуски и посадки резьбовых, шпоночных, шлицевых и зубчатых соединений.
74. Отклонение формы поверхности или профиля и причины их возникновения.
75. Шероховатость и волнистость поверхности.
76. Размерные цепи.
77. История развития метрологии.
78. Понятия об измерениях и их единицах. Классификация измерений.
79. Государственная метрологическая служба РФ.
80. Метрологические показатели измерительных средств.
81. Условия, определяющие выбор измерительных средств.
82. Виды погрешностей. Факторы, влияющие на результаты измерений.
83. Средства и методы измерений.
84. Единство измерений. №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
85. Государственный метрологический надзор и контроль.
86. Поверка и калибровка средств измерений.
87. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений.
88. Международная система единиц СИ. Понятие об основных и производных единицах. Принципы образования производных единиц.
89. Анализ измерительной информации и выдвижение гипотез относительно закона распределения вероятности результата измерения.
90. История сертификации. Основы сертификации.
91. Правовые основы сертификации в РФ.
92. Сертификация систем качества.
93. Значение, цели, задачи, принципы сертификации.
94. Объекты и субъекты сертификации.
95. Средства сертификации. Формы сертификации.
96. Виды сертификатов. Знак соответствия.
97. Правила и порядок проведения сертификации в Российской Федерации.
98. Схемы сертификации.
99. Государственный контроль и надзор за соблюдением правил обязательной сертификации.



8. Выбор оптимального числа разновидностей продукции, процессов и услуг, значений их параметров и размеров.

1. безопасность;
2. совместимость;
3. взаимозаменяемость;
4. унификация.

9. Свойство одних и тех же деталей, узлов или агрегатов машин, позволяющее устанавливать детали (узлы, агрегаты) в процессе сборки или заменять их без предварительной подгонки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе узла, агрегата и конструкции в целом, является взаимозаменяемостью ....

1. внешней;
2. полной;
3. внутренней.

10. Вероятность того, что изделие конкурентоспособное и будет реализовано на рынке.

1. работоспособность;
2. отказ;
3. эффект;
4. квалиметрия.

11. Точность, зависящая от правильности использования изделия.

1. конструкторская;
2. технологическая;
3. эксплуатационная.

12. Метод стандартизации, который заключается в сокращении типов изделий в рамках определенной номенклатуры до такого числа, которое является достаточным для удовлетворения существующей потребности на данное время.

1. симплификация;
2. систематизация;
3. классификация;
4. параметрическая стандартизация.

13. Размер, полученный измерением детали с допустимой погрешностью, называется ....

1. номинальный;
2. действительный;
3. предельный.

14. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, которая характеризует точность размера детали.

1. отклонение;
2. допуск;
3. посадка;
4. погрешность.

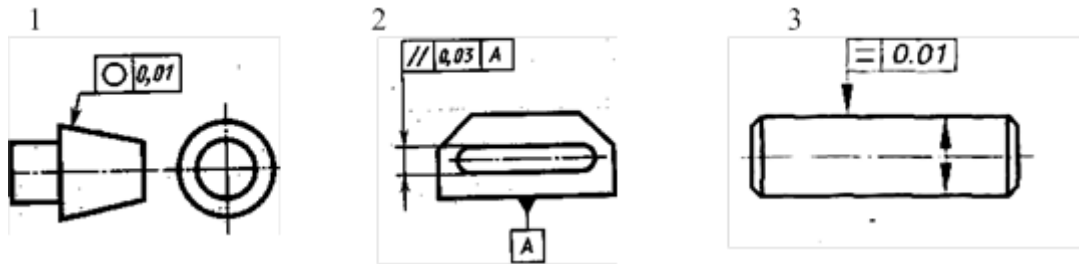
15. Посадка, при графическом изображении которой поле допуска отверстия пересекается с полем допуска вала

1. посадка с натягом;
2. посадка переходная;
3. посадка с зазором.

16. К допуску формы относится...

1. допуск круглости;
2. допуск соосности;
3. допуск торцевого биения.

17. Допуск параллельности имеет условный знак, изображенный на рисунке ...



18. Документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

1. декларация соответствия; 2. сертификат соответствия; 3. знак соответствия.

19. Показатель безопасности машин.

1. производительность
2. время срабатывания защитных устройств
3. срок службы до капитального ремонта

20. Ньютон, Джоуль, Ватт являются единицами.

1. основными;
2. кратными;
3. производными.

### 3.3 ПРИМЕРНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вариант № 1.

1. Органы и службы стандартизации в РФ.
2. Основные понятия в области [метрологии](#).
3. Сертификация продукции.

Вариант № 2.

1. Сущность стандартизации, ее цели, принципы и функции.
2. Объекты, виды и методы измерений.
3. Сертификация услуг.

Вариант № 3.

1. Упорядочение объектов стандартизации как один из основных методов стандартизации.
2. Классификация и характеристика средств измерений.
3. Сравнительная характеристика обязательной и добровольной сертификации.

Вариант № 4.

1. Параметрическая стандартизация и унификация как методы стандартизации.
2. Метрологические свойства и характеристики средств измерений.

3. Участники и организация обязательной и добровольной сертификации.

Вариант № 5.

1. Стандартизация услуг.
2. Основы теории и методики измерений.
3. Правила сертификации. Законодательная и нормативная база сертификации.

Вариант № 6.

1. Техническое регулирование. Понятие о техническом регламенте.
2. Система воспроизведения единиц величин и передачи размера средств измерений.
3. Декларирование соответствия как процедура подтверждения соответствия.

Вариант № 7.

1. Структура технического регламента и порядок его разработки.
2. Государственная система обеспечения единства измерений. Субъекты метрологии и ее нормативная база.
3. Системы качества и их сущность. Международные стандарты менеджмента качества.

Вариант № 8.

1. Межгосударственная система стандартизации. Международная и региональная стандартизация.
2. Органы и службы по метрологии. Международные и региональные организации по метрологии.
3. Сертификация систем качества.

Вариант № 9.

1. Понятие нормативного документа по стандартизации. Категории нормативных документов по стандартизации. Особенности ТУ как нормативного документа.
2. Сферы и формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений.
3. Сущность качества и требования к качеству.

Вариант № 10.

1. Виды стандартов и их содержание.
2. Характеристика государственных метрологических услуг и государственного метрологического надзора.
3. Оценка качества. Требования, предъявляемые к аккредитованным испытательным лабораториям.

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Цель и задачи методических указаний

Цель данных методических указаний состоит в оказании помощи студентам заочной формы обучения при подготовке и сдаче контрольной работы по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация".

К задачам, решаемым с помощью данных методических указаний можно отнести:

- сформировать у студентов системный подход при решении контрольных заданий;
- показать, как правильно определить структуру и качественно выполнить задания контрольной работы с учетом требований нормативных документов и требований;
- сформировать основные требования к оформлению контрольной работы и т.д.

### 4.2. Структура, содержание и оформление контрольной работы

Контрольная работа должна содержать:

- титульный лист, оформленный согласно требованиям, с обязательным указанием номера варианта (приложение 1);
- содержание;
- теоретическая часть в виде ответов на вопросы всего курса по вариантам;
- практическая (расчетная) часть по вариантам;
- выводы;
- список используемой литературы (источников).

**Контрольная работа состоит из двух частей: теоретической и практической.**

**Первая** часть контрольной работы представляет собой ответы на вопросы всего курса в соответствии с выданным студенту вариантом. При изложении этого задания необходимо применить системный подход: дать краткую характеристику исторического развития и современного состояния рассматриваемого вопроса, отразить в раскрываемой теме связь с будущей профессией.

**Вторая** часть контрольной работы представляет собой конкретную практическую (расчетную) задачу, пояснения к решению которой приводятся в соответствующей указанной литературе.

Контрольная работа оформляется в соответствии с требованиями нормативных документов и требований. Контрольная работа должна быть представлена в электронном виде: документ формата Word. Работа должна быть оформлена в едином стиле. Текст работы набирается на страницах формата А4 (210 × 297 мм).

Страницы должны иметь поля: левое – 30 мм, остальные по – 20 мм.

При наборе текста использовать следующие установки:

- шрифт – Times New Roman;
- кегль шрифта – 14;
- междустрочный интервал – полуторный,
- выравнивание текста - по ширине строки;
- абзац – отступ первой строки (1,25 см);
- интервал между абзацами (до и после) – 0 пт.

Нумерация страниц проставляется вверху по центру, на титульном листе нумерация не проставляется, но учитывается как первая страница работы.

Контрольная работа должна быть представлена точно в установленные графиком сроки, соответствовать заданному варианту и быть оформлена в соответствии с указанными выше требованиями.

### **4.3. Содержание заданий, краткая теория и пояснения к их выполнению**

**4.3.1 Теоретическая часть.** Дать исчерпывающие ответы по разделам дисциплины в соответствие с вариантом.

Вопросы для каждого варианта подобраны таким образом, что при написании контрольной работы студент должен изучить весь лекционный материал по данной дисциплине.

#### **ВАРИАНТ 0**

1. В чем заключается значение метрологии?
2. Каким образом метрология влияет на уровень качества?
3. Что такое физическая величина? Приведите примеры.
4. Что такое нефизическая величина? Приведите примеры.
5. В чем различие истинного и действительного значения физической величины?
6. В чем заключается необходимость проверки системы качества на предприятии?
7. Перечислите признаки классификации и группы показателей качества продукции.

8. Охарактеризуйте методы оценки значений показателей качества.
9. Каким образом связаны понятия «стандартизация» и «качество»?
10. Каким образом стандартизация способствует безопасности жизни людей, охране окружающей среды?
11. Какие из принципов стандартизации наиболее тесно связаны с потребителем?
12. Какие из принципов стандартизации обеспечивают научно-технический прогресс?
13. Назовите функции стандартизации.
14. Назовите основные этапы проведения сертификации.
15. Охарактеризуйте основные особенности проведения сертификации продовольственных товаров.
16. За какие нарушения в области сертификации выдаются предписания?

### **ВАРИАНТ 1**

1. В чем заключается отличие прямого измерения от косвенного?
2. Что представляют собой совокупные измерения?
3. Каким показателем отличаются технические измерения от метрологических?
4. Назовите отличие измерительного прибора от измерительной установки.
5. Назовите отличие государственной поверочной схемы от локальной.
6. В чем заключается отличие поверки от калибровки?
7. Охарактеризуйте методы оценки уровня качества продукции
8. Что такое «петля качества»?
9. Как вы понимаете метод стандартизации «систематизация», в чем ее необходимость?
10. Как вы понимаете комплексную стандартизацию? Обоснуйте ее необходимость.
11. В чем заключается значение опережающей стандартизации? Приведите примеры ее использования.
12. В чем заключается значение агрегатирования?
13. Назовите виды стандартов, являющихся средствами сертификации.
14. Что такое сертификат?
15. За какие нарушения Госстандарт вправе налагать штрафы?
16. В чем выражается нарушение правил сертификации?

### **ВАРИАНТ 2**

1. Охарактеризуйте понятие "размерность физической величины".

2. Воспроизведите основное уравнение измерений, поясните смысл входящих в него величин.
3. Как вы представляете шкалу наименований? Приведите примеры.
4. Расскажите о шкале порядка.
5. Что такое погрешность средства измерения?
6. Как определяется абсолютная погрешность измерения?
7. Какова роль стандартов ИСО?
8. Какие этапы включает «петля качества»?
9. Назовите основные стадии разработки стандартов.
10. Что представляет собой техническое описание?
11. Чем вызвана необходимость периодического пересмотра стандартов?
12. Расскажите о порядке внесения изменений в стандарты.
13. В чем заключаются функции Госстандарта России, как субъекта стандартизации?
14. Что такое сертификация?
15. Обоснуйте необходимость подчинения сертификации принципу независимости.
16. За какие нарушения Госстандарт вправе налагать штрафы?

### **ВАРИАНТ 3**

1. Как определяется приведенная погрешность?
2. Назовите отличие систематических погрешностей от случайных.
3. Расскажите об основных задачах ГСИ.
4. Назовите объекты метрологического контроля.
5. Чем заключаются основные задачи метрологического контроля?
6. Расскажите о правах государственных инспекторов.
7. Расскажите о содержании основных стандартов ИСО серии 9000.
8. На каких стадиях «петли качества» оценивается качество продукции?
9. Охарактеризуйте основные задачи ЕОК.
10. Обоснуйте необходимость расчета экономической эффективности стандартизации.
11. Назовите органы, контролирующие безопасность товаров
12. Почему селекция и симплификация осуществляются параллельно?
13. Что является объектами сертификации?
14. Охарактеризуйте функции территориального органа по сертификации.
15. Назовите объекты обязательной сертификации.
16. Назовите объекты государственного надзора в области сертификации?

**ВАРИАНТ 4**

1. Назовите контрольные функции метрологии, созидательные.
2. Охарактеризуйте основные задачи метрологии.
3. В чем отличие рабочих средств от эталонных?
4. Каким показателем характеризуется класс точности?
5. Назовите субъекты метрологического контроля и надзора.
6. Как Вы понимаете управление качеством продукции?
7. Что такое методы управления?
8. Расскажите, как экономические методы управления воздействуют на уровень качества продукции.
9. Дайте определение стандартизации.
10. В чем заключается значение стандартизации?
11. Чем вызвана необходимость международной стандартизации?
12. Какова основная цель международного сотрудничества в области стандартизации?
13. Назовите законы, регламентирующие правила и нормы в области сертификации.
14. В чем заключаются задачи сертификации?
15. Назовите субъекты сертификации.
16. Изложите основные цели сертификации.

**ВАРИАНТ 5**

1. Что такое инструментальная, методическая, субъективная погрешность?
2. Назовите нормальные внешние условия проведения измерений.
3. Что такое основные величины? Приведите примеры.
4. Назовите отличительные особенности производных величин.
5. Приведите примеры величин кратных и дольных килограмму, метру, литру.
6. Поясните основные функции управления качеством.
7. Дайте понятие модели системы качества.
8. Как стандартизация обеспечивает конкурентоспособность продукции на мировом рынке?
9. В чем заключается принцип стандартизации «закономерность»?
10. Расскажите о международной организации по стандартизации.
11. Основная цель создания стандартов ИСО.
12. Какова роль испытательной лаборатории?

13. Обоснуйте необходимость добровольной сертификации.
14. Расскажите о мерах, защищающих сертификат от подделок.
15. Дайте определение знака соответствия.
16. Назовите органы, осуществляющие контроль за соблюдением правил сертификации

### ВАРИАНТ 6

1. В чем заключается основной постулат метрологии?
2. Что такое шкала физической величины?
3. В чем заключается суть шкалы интервалов? Приведите примеры таких шкал.
4. Приведите примеры абсолютных шкал.
5. Какие факторы учитывают при проведении высокоточных измерений для достижения их достоверности?
6. В чем состоит основная цель управления качеством?
7. Назовите методы управления качеством.
8. В чем состоит основная цель управления качеством?
9. Как вы понимаете социальную функцию стандартизации?
10. В чем заключается коммуникативная функция стандартизации?
11. Назовите объекты стандартизации.
12. Основные направления деятельности СЕН.
13. Назовите документы первого, второго, третьего уровня нормативно-технического обеспечения сертификации.
14. Охарактеризуйте принципы сертификации.
15. Что такое система сертификации?
16. Какое значение для покупателя имеет маркирование продукции знаком соответствия?

### ВАРИАНТ 7

1. Отличие статических измерений от динамических.
2. Какие измерения имеют большую точность: равноточные или неравноточные и почему?
3. Что такое единица физической величины?
4. Назовите основные величины системы СИ.
5. Назовите дополнительные величины системы СИ.

6. Дайте определение системы качества.
7. Перечислите признаки классификации и группы показателей качества продукции.
8. Перечислите признаки классификации и группы показателей качества продукции.
9. Назовите объекты Государственных стандартов России, отраслевых стандартов, стандартов предприятий.
10. Поясните, для всех ли российских предприятий обязательны для применения ОСТы, СТП, СТО?
11. Каковы основные различия между ТУ и стандартом технических условий?
12. Расскажите об основных направлениях работы МЭК.
13. Дайте определение знака соответствия.
14. Каков срок действия сертификата?
15. Какие основные показатели потребительских свойств учитываются при проведении сертификации парфюмерно-косметических товаров, посуды, игрушек?

#### **ВАРИАНТ 8**

1. Что такое предел измерений?
2. Что такое метод измерений, чем определяется его выбор?
3. Приведите примеры внесистемных единиц.
4. Расскажите о государственной метрологической службе (ГМС).
5. Назовите международные метрологические организации, их основные функции.
6. Какие виды ответственности предусмотрены за нарушение правил законодательной метрологии?
7. Что является объектом управления?
8. Перечислите признаки классификации и группы показателей качества продукции.
9. Охарактеризуйте методы оценки значений показателей качества.
10. Назовите основные субъекты стандартизации.
11. Какая организация учитывает и регистрирует стандарты?
12. Какие методы стандартизации обеспечивают ее эффективность?
13. Назовите региональные организации по стандартизации.
14. Каковы функции Госстандарта России в области сертификации?
15. Охарактеризуйте основную цель обязательной сертификации.
16. Охарактеризуйте виды сертификатов. Приведите примеры.

**ВАРИАНТ 9**

1. При каких условиях возникает дополнительная погрешность?
2. Расскажите о правиле "трех сигм".
3. Назовите отличие лабораторных рабочих средств от производственных.
4. Кем осуществляется поверка средств измерений?
5. Что такое поверочная схема?
6. Что такое относительная погрешность?
7. Охарактеризуйте методы оценки уровня качества продукции.
8. Назовите субъекты управления качеством продукции.
9. Что составляет средства управления?
10. Поясните отличие международного стандарта от регионального.
11. Обоснуйте необходимость основополагающих стандартов.
12. Назовите категории нормативно-технических документов.
13. Какие организации принимают и утверждают ГОСТы?
14. Может ли сертификат безопасности гарантировать качество продукции?
15. Что такое схема сертификации?

**4.3.2. Практическая (расчетная) часть**

Перед выполнением этой части работы необходимо изучить материал раздела 2 [2]. Расчетная часть "Многократное измерение" должна содержать:

- исходные данные;
- расчеты по определению результата многократного измерения;
- расчеты по проверке гипотезы соответствия результата измерения нормальному закону распределения вероятности;
- расчет погрешности результата измерения и определение границ доверительного интервала, внутри которого находится истинное значение измеренного параметра с принятым значением доверительной вероятности.

Исходные; данные для выполнения работы выбираются из таблиц 1 и 2, приведенных ниже. В таблице 1 представлены 14 вариаций значений, полученных при многократном измерении зазора в мкм в ответственном соединении. Значения проранжированы в порядке возрастания. В таблице 2 представлено общее количество

измерений в серии многократного измерения и число повторений каждого результата, взятого из таблицы 1.

Методика обработки результата многократного измерения изложена в подразделе 2.5 [2]. (Егоров В.Г. Метрология, стандартизация, взаимозаменяемость и управление качеством продукции. Учебное пособие. Новосибирск, НГАВТ, 2001)

Таблица 1

Но- мера вариан- та	Независимые значения результата многократного измерения (вариант по последней цифре номера зачетной книжки)										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
<b>0</b>	6,10	6,15	6,20	6,25	6,30	6,35	6,40	6,45	6,50	6,55	6,60
<b>1</b>	8,15	8,20	8,25	8,30	8,35	8,40	8,45	8,50	8,55	8,60	8,65
<b>2</b>	10,20	10,25	10,30	10,35	10,40	10,45	10,50	10,55	10,60	10,65	10,70
<b>3</b>	12,25	12,30	12,35	12,40	12,45	12,50	12,55	12,60	12,65	12,70	12,75
<b>4</b>	14,05	14,10	14,15	14,20	14,25	14,30	14,35	14,40	14,45	14,50	14,55
<b>5</b>	16,10	16,15	16,20	16,25	16,30	16,35	16,40	16,45	16,50	16,55	16,60
<b>6</b>	18,15	18,20	18,25	18,30	18,35	18,40	18,45	18,50	18,55	18,60	18,65
<b>7</b>	20,20	20,25	20,30	20,35	20,40	20,45	20,50	20,55	20,60	20,65	20,70
<b>8</b>	22,25	22,30	22,35	22,40	22,45	22,50	22,55	22,60	22,65	22,70	22,75
<b>9</b>	24,05	24,10	24,15	24,20	24,25	24,30	24,35	24,40	24,45	24,50	24,55

**Методические указания для обучающихся по выполнению  
лабораторных/практических работ**



## Лабораторная работа № 1 Определение параметров и погрешностей прибора

**Цель работы:** определение недостающих параметров прибора.

### Основные понятия и определения

*Чувствительность* — отношение изменения сигнала  $\Delta y$  на выходе СИ к изменению  $\Delta x$  сигнала на входе:  $S = \Delta y / \Delta x$

Для стрелочного СИ - это отношение длины шкалы  $l_{\text{шк}}$  к диапазону измерения  $D$ :  $S = l_{\text{шк}} / D$ . При решении задачи необходимо учитывать, что чувствительность является величиной, обратной цене деления.

*Цена деления шкалы (цена деления)* - разность значения величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений. *Цена деления* =  $x_k / \text{количество делений}$ .

*Класс точности средств измерений (класс точности)* - обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей. При решении задачи необходимо учитывать что класс точности прибора численно равен предельному допустимому значению приведенной погрешности.

*Приведенная погрешность* средства измерений определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_k} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

*Относительная погрешность* средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

Абсолютную основную погрешность определяют:

$$\Delta = \delta \cdot x / 100\%; \Delta = \gamma \cdot X_k / 100\% \quad (4.3)$$

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание у преподавателя
2. Заполнить табл. 4.1

Таблица 4.1

### Параметры средств измерений

Наименование прибора	Кол-во делений шкалы	Верхний предел измерений	Цена деления	Чувствительность	Показания прибора в делениях	Значение измеряемой величины	Класс точности	Наибольшая возможная абсолютная погрешность измерений	Наибольшая возможная относительная погрешность измерений

3. Сделать вывод.

### Контрольные вопросы

1. Метрологические показатели средств измерений.
2. Классы точности средств измерений.
3. Метрологическая надежность средств измерений.
4. Что такое абсолютная и относительная погрешности измерений?
5. Какие условия необходимо выполнить при выборе измерительного средства и его точности?
6. Назовите виды погрешностей.
7. Какая характеристика определяет точность измерения?
8. Какую функцию выполняют эталоны?
9. Классификация эталонов.
10. Дайте определение: средства измерения.

### Лабораторная работа № 2

#### Косвенное измерение объема и плотности твёрдых тел

##### Цель работы:

- освоение методов проведения однократных прямых и косвенных измерений;
- усвоение правил обработки, представления (записи) и интерпретации результатов проведенных измерений;
- приобретение практических навыков применения различных по точности средств измерений, а также анализа и сопоставления точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений;
- выявление возможных источников и причин методических погрешностей

##### Основные понятия и определения

*Косвенное измерение* – определение искомой физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной. При косвенных измерениях искомое значение величины находят расчетом на основе прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной известной **зависимостью**:

$$y=f(x_1,x_2,\dots,x_n) \quad (6.1)$$

где  $x_1,x_2,\dots,x_n$  – подлежащие прямым измерениям аргументы функции  $y$ .

Результатом косвенного измерения является оценка величины  $y$ , которую находят подстановкой в формулу (6.1) измеренных значений аргументов  $x_i$ .

Поскольку каждый из аргументов  $x_i$  измеряется с некоторой погрешностью, то задача оценивания погрешности результата сводится к суммированию погрешностей измерения аргументов. Однако особенность косвенных измерений состоит в том, что вклад отдельных погрешностей измерения аргументов в погрешность результата зависит от вида функции (6.1).

Для оценки погрешностей существенным является разделение косвенных измерений на линейные и нелинейные косвенные измерения.

При линейных косвенных измерениях уравнение измерений имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i, \quad (6.2)$$

где  $b_i$  – постоянные коэффициенты при аргументах  $x_i$ .

Результат линейного косвенного измерения вычисляют по формуле (6.2), подставляя в неё измеренные значения аргументов.

Погрешности измерения аргументов  $x_i$  могут быть заданы своими границами  $\Delta x_i$ .

При малом числе аргументов (меньше пяти) простая оценка погрешности результата  $\Delta y$  получается простым суммированием предельных погрешностей (без учета знака), т.е. подстановкой границ  $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$  в выражение:

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n \quad (6.3)$$

Однако эта оценка является излишне завышенной, поскольку такое суммирование фактически означает, что погрешности измерения всех аргументов одновременно имеют максимальное значение и совпадают по знаку.

Учитывая, что погрешности измерения аргументов всегда являются малыми величинами по сравнению с номинальными значениями аргументов, то погрешность результата измерения  $\Delta y$ :

$$\Delta y = \frac{\partial y}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} \Delta x_n. \quad (6.4)$$

Если проанализировать формулу (6.4), то можно получить простое правило оценивания погрешности результата нелинейного косвенного измерения.

Погрешности в произведениях и частных. Если измеренные значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  используются для вычисления  $y = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$  или  $y = \frac{x_1}{x_2}$ , то суммируются относительные погрешности

$$\partial y = \partial x_1 + \partial x_2 + \dots + \partial x_n, \text{ где } \partial y = \frac{\Delta y}{y}.$$

Применительно к измерению плотности твёрдого тела оно заключается в прямых измерениях массы тела и его геометрических размеров и вычислении отношения массы к объёму по формуле

$$\rho = mV. \quad (6.5)$$

В данной работе проводится косвенное измерение плотности и объема твёрдых тел

*Правила округления погрешности и записи результатов измерений*

Эмпирически были установлены следующие правила округления рассчитанного значения погрешности и полученного результата измерения.

**1.** Если первая значащая цифра числа, выражающего погрешность, равна 1 или 2, то это значение погрешности должно содержать две значащих цифры. При этом округление проводится всегда в большую сторону. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 137,153 \text{ м}$	$\Delta = 140 \text{ м}$
$\Delta = 2,42 \text{ кг}$	$\Delta = 2,5 \text{ кг}$

**2.** Если первая значащая цифра числа, выражающего погрешность, равна 3 и более, то значение погрешности должно содержать одну значащую цифру. При этом округление проводится по законам математики. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 0,0327 \text{ В}$	$\Delta = 0,03 \text{ В}$
$\Delta = 516,78 \text{ Дж}$	$\Delta = 500 \text{ Дж}$

**3.** При записи результатов измерений числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности.

**4.** Округление производится лишь в окончательном ответе, все промежуточные вычисления производятся с одним, двумя лишними знаками. Ниже приведены примеры записи результатов измерений.

## Результаты вычислений

$$C_{\text{изм}} = 0,0014964 \text{ Ф};$$

$$\Delta = \pm 0,000123 \text{ Ф}$$

$$m_{\text{изм}} = 34667,83 \text{ кг}; \Delta = \pm 867,15 \text{ кг}$$

$$t_{\text{изм}} = 29,756 \text{ сек}; \Delta = \pm 0,0172 \text{ сек.}$$

## Результаты измерений

$$C_{\text{изм}} = (1,50 \pm 0,13) \cdot 10^{-3} \text{ Ф};$$

$$m_{\text{изм}} = (34,7 \pm 0,9) \cdot 10^3 \text{ кг};$$

$$t_{\text{изм}} = (29,756 \pm 0,018) \text{ сек.}$$

**Порядок выполнения работы****Задание 1**

1. Произвести однократные измерения длины, ширины и высоты параллелепипеда средствами измерений различной точности: штангенциркулем, и линейкой. Результаты измерений записать в табл. 6.1.

2. Определить объём параллелепипеда используя соотношение:

$$V = S_{\text{основ}} \cdot h. \quad (6.6)$$

где  $S_{\text{основ}}$  — площадь основания параллелепипеда,  $h$  — высота.  $\text{мм}^3$

3. Определить относительную погрешность измерений, выраженную в относительных единицах.

$$\delta_V = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta h}{h} \quad (6.7)$$

В формуле – погрешности средств измерений, используемых при измерениях и измеренные значения. Погрешность линейки  $\pm 0,5 \text{ мм}$

При косвенных измерениях физических величин очень часто используются табличные данные или иррациональные константы. В силу этого используемое при расчетах значение константы, округленное до некоторого знака, является приближенным числом, вносящим свою долю в погрешность измерений. Эта доля погрешности определяется как погрешность записи (округления) константы.

Таблица 6.1

**Результаты измерений**

Измеряемый параметр	Параллелепипед 1		Параллелепипед 2	
	линейка	ШЦ	линейка	ШЦ
Длина $l$ , мм				
Высота $h$ , мм				
Ширина $b$ , мм				
$V$ , $\text{мм}^3$				
$\delta_V$				
$\Delta V$ , $\text{мм}^3$				
$V = (V \pm \Delta V) \text{ мм}^3$				

4. Определить погрешность вычисления объема по формуле:

$$\Delta V = \delta_V \cdot V, \text{ мм}^3 \quad (6.8)$$

5. Округлить погрешности измерений и записать результат измерений объёмов цилиндров

$$V = (V \pm \Delta V) \text{ мм}^3 \quad (6.9)$$

Для того, чтобы записать окончательный результат косвенных измерений, необходимо произвести округление погрешности измерений  $\Delta V$ , согласовать числовые значения результата измерений и погрешности.

6 Оформить отчет и сделать вывод.

### Задание 2

1. Измерить геометрические размеры образцов с помощью штангенциркуля, причём измерения производить по средним сечениям образцов. Полученные результаты измерений внести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

### Результаты измерений

Материал и форма образца	Геометрические размеры образца, м		Объём образца V, м <sup>3</sup>	Масса образца m, кг	Плотность материала $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Дерево, призма 1	Длина $l$				
	Ширина $b$				
	Высота $h$				
Дерево, призма 2	Длина $l$				
	Ширина $b$				
	Высота $h$				

Рекомендуется результаты измерений геометрических размеров и результаты расчётов объёма и плотности записывать числами с множителем 10 в соответствующей степени.

2. Рассчитать объём каждого образца и плотность материала в соответствии с формулами значения объёмов и плотностей округлить до четырёх значащих цифр и внести в табл. 6.2.

3. В качестве абсолютных погрешностей прямых измерений геометрических размеров и массы образцов принять абсолютные допускаемые погрешности применённых средств измерений. Определить относительные погрешности всех измеренных прямо величин; те и другие погрешности внести в табл. 6.3.  $\delta_x = \frac{\Delta x}{x}$

**Результаты измерений**

Параметр	Значение	
$\delta_\rho$		
$\Delta\rho$ , кг/м <sup>3</sup>		
$\rho = \rho \pm \Delta\rho$ кг/м <sup>3</sup>		

4 По формулам рассчитать соответствующие погрешности измерений плотности каждого материала (образца) и внести их в таблицу 6.3 с округлением до трёх-четырёх значащих цифр.

**Контрольные вопросы**

1. Прямые и косвенные измерения. В каких случаях прибегают к косвенным измерениям?
2. Каким образом устанавливаются зависимости (уравнения связи) между искомой величиной, измеряемой косвенно, и величинами, измеряемыми прямо?
3. Каким требованиям должны отвечать образцы твёрдых тел для косвенного измерения их плотности?
4. Из чего складывается погрешность косвенных измерений?
5. В чём заключается требование равноточности прямых измерений применительно к косвенным измерениям?
6. Целесообразен ли и при каких условиях возможен переход от косвенных измерений каких-либо величин к их прямому измерению?
7. Как определяется абсолютная и относительная погрешность при прямых измерениях?
8. Как определить относительную ошибку косвенного измерения?
9. Как можно определить абсолютную ошибку при косвенном измерении?
10. Как записать окончательный результат измерения.

**Лабораторная работа № 3****Поверка весов**

**Цель работы:** выполнить поверку весов, сделать вывод об их пригодности для измерений.

**Основные понятия и определения**

Требования к организации и проведению поверки СИ на территории РФ устанавливает

нормативный документ ПР 50.2.006 «Порядок проведения поверки СИ».

В большинстве случаев поверка состоит из следующих операций, совершаемых со средством измерения:

- внешний осмотр, при котором проверяют комплектность документации, наличие всех необходимых деталей и элементов, клейм, знаков; отсутствие внешних дефектов и так далее;

- проверка работоспособности, проводится для всех элементов СИ и на всех режимах;
- экспериментальное определение метрологических характеристик СИ с целью установления их соответствия требованиям нормативной и технической документации. СИ подвергаются первичной, периодической, внеочередной и инспекционной поверкам.

Порядок выполнения работы

### 1. Внешний осмотр

1.1. При внешнем осмотре собранных весов должно быть установлено наличие основных обозначений по ГОСТ 29329. Отрадите в протоколе соответствие весов требованиям ГОСТ 29329 п.2.12.1.

1.2. Основные обозначения должны быть четкими, хорошо видимыми и должны быть выполнены на табличке, постоянно закрепленной на весах, или непосредственно на весах.

Отразите в протоколе характер основных обозначений:

четкие/нечеткие, хорошо/плохо видимы, выполнены на табличке/непосредственно на весах.

1.3. Отсутствие механических повреждений.

Отразите в протоколе наличие или отсутствие механических повреждений весов.

### 2. Опробование

Отразите в протоколе работоспособность органов управления, аппаратуры индикации и режимов работы, заполнив табл. 9.1.

Таблица 9.1

Работоспособность органов управления, аппаратуры индикации и режимов работы

№ измерения	Наименование	Работоспособность (раб/ не раб.)
1.	Кнопка ВКЛ/ТАРА	
2.	Кнопка Ф	
3.	Кнопка ВЫКЛ	

4.	Дисплей	
5.	Режим установок	
6.	Автоматическое отключение	
7.	Выбор единиц измерения	
8.	Счетный режим работы	
9.	Режим тарирования	

### 3. Определение метрологических параметров

Метрологические параметры определяют на собранных весах. При этом определяют непостоянство показаний ненагруженных весов, независимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве, чувствительность и погрешность показаний нагруженных весов. Метрологические параметры определяют методом непосредственной оценки при помощи образцовых гирь 4-го разряда.

3.1. Непостоянство показаний ненагруженных весов определяют перед установлением других метрологических параметров нагруженных весов. При определении непостоянства показаний ненагруженных весов на грузоприемное устройство помещают гиридопуски массой, равной при эксплуатации  $1e$  ( $e$  – цена поверочного деления) и регулятором "нуля" или тары устанавливают весы в нулевое положение (положение равновесия). Непостоянство показаний определяют для настольных весов и рычажных безменов при выведении их из положения равновесия нажатием рукой на грузоприемную площадку весов с определением и регистрацией массы. В случае невозвращения указателя отсчетного устройства в нулевое положение (положение равновесия) необходимо снять или положить на грузоприемное устройство гири-допуски. Непостоянство показаний ненагруженных весов не должно превышать значений  $\pm 1e$ . Отразите в протоколе непостоянство показаний ненагруженных весов, заполнив табл. 9.2.

Таблица 9.2

Непостоянство показания ненагруженных весов

№ измерения	Масса начальной гири допуска, кг	Измеряемая масса, при нажатии рукой	Масса гирь-допуска для компенсации непостоянства измерений
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

3.2. Независимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве проверяют при нагружении весов образцовыми гирями массой, соответствующей 10% НПВ. Образцовые гири размещают на настольных весах с одной площадкой - в центре, а затем по ее углам. Отразите в протоколе зависимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве, заполнив табл. 9.3.

3.3. Погрешность нагруженных электромеханических весов определяют при увеличении и при уменьшении нагрузками, равными десяти значениям массы.

Таблица 9.3

Независимость показания весов от положения груза

№ измерения	Масса образцовой гири Q, кг	Результат измерения X, кг	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = Q - X$ , кг	Предел допускаемой погрешности, кг

Отразите в протоколе погрешность показаний нагруженных весов, заполнив табл. 9.4.

Таблица 9.4

Погрешность показаний нагруженных весов

№	Нагружение или разгрузка +/-	Масса гири Q, кг	Результат измерения X, кг	Абсолютная погрешность измерения	$\Delta = Q - X$ , кг	Предел допускаемой погрешности $\Delta_{\max}$
	+	0,0102				
	+	0,1104				
	+	0,2204				
	+	0,3309				
	+	0,4400				
	+	0,5501				
	+	0,6603				
	+	0,7705				
	+	0,8815				
	+	1,0002				
	-	0,8815				
	-	0,7705				
	-	0,6603				
	-	0,5501				
	-	0,4400				
	-	0,3309				
	-	0,2204				
	-	0,1104				

3.4. Чувствительность весов определяют не менее, чем при трех значениях нагрузки, включая НМПВ и НПВ, путем помещения на грузоприемное устройство или снятия с него гирь-допусков, равных по массе от 0,5e до 1,4e. Чувствительность весов во всем диапазоне взвешивания не должна превышать 1,2e.

Отразите в протоколе чувствительность нагруженных весов, заполнив табл. 9.5.

Таблица 9.5

Чувствительность весов

№ измерения	Нагрузка, г	Цена деления	Масса гирьдопуска при которой изменились показания весов, кг
	0,0103		

	0,5009		
	1,0004		

3.5. Погрешность шкалы устройства для компенсации массы тары определяют не менее, чем в пяти равномерно расположенных отметках, включая НмПВ и НПВ–0,5 кг. Гири соответствующей массы устанавливают на площадку весов, после чего устанавливают или снимают гири-допуски, устанавливая весы в нулевое положение. Погрешность устройства не должна превышать пределов допускаемой погрешности, установленной в ГОСТ 29329 п.2.3.1.

Отразите в протоколе погрешность устройства для компенсации массы тары, заполнив табл. 9.6.

Таблица 9.6

№ измерения	Компенсированная масса тары, кг	Масса гирь-допусков при которых весы переходят в нулевое положение, кг
	0,0103	
	0,0253	
	0,5102	
	0,7508	
	1,0031	

7. Оформление результатов поверки. На основании проведенной поверки весы \_\_\_\_\_ (обозначение весов) \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ (заводской номер) \_\_\_\_\_, изготовленные \_\_\_\_\_ (производитель весов) \_\_\_\_\_ пригодны/не пригодны для применения.

### Контрольные вопросы

1. Какие операции выполняют при поверке?
2. Когда проводится первичная поверка?
3. Что такое «периодическая поверка»?
4. В каких случаях проводят внеочередную поверку?
5. Кто проводит поверку СИ?
6. Для каких СИ поверка обязательна?
7. Поясните порядок проведения поверки для вашего поверяемого СИ.
8. Какой класс точности у вашего средства измерения? На что он указывает?
9. Какое требование предъявляется к точности эталонного средства, по отношению к поверяемому?
10. Что называют верхним пределом измерения поверяемого прибора?

### Практическая работа №1.

**Тема:** «Система допусков и посадок на гладкие элементы деталей»

**Цель:** Освоение системы построения допусков и посадок на гладкие соединения.

**Наглядные пособия:**

1. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник, М.: Издательство стандартов, 1989.
2. ГОСТ 25347-82

**Краткий теоретический материал:**

СТ СЭВ 145—88 устанавливает основные определения допусков и посадок для элементов деталей и их соединений, имеющих гладкие цилиндрические или плоские параллельные поверхности.

Внутренние цилиндрические поверхности называют отверстиями. Диаметры отверстий обозначают  $D$ . Наружные поверхности называют *валами* и обозначают  $d$ .

Размеры выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин и т. д.) и делятся на номинальные, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

*Номинальный размер* ( $D, d$ ) — размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения. Номинальные размеры являются основными размерами деталей или их соединений. Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер.

*Действительный размер* ( $D_r, d_r$ ) — размер, установленный измерением с допустимой погрешностью. Погрешность измерения, а следовательно, и выбор измерительных средств необходимо согласовывать с точностью, которая требуется для данного размера.

*Предельные размеры* — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Большой из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* ( $D_{max}, d_{max}$ ), а меньший — *наименьшим предельным размером* ( $D_{min}, d_{min}$ ).

Отклонением называют алгебраическую разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают  $E$ , валов  $e$ .

*Действительное отклонение* ( $E_r, e_r$ ) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров.

$$E_r = D_r - D; \quad e_r = d_r - d$$

*Предельное отклонение* равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее и нижнее отклонения. *Верхнее отклонение* ( $ES, es$ ) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

$$ES = D_{max} - D; \quad es = d_{max} - d$$

*Нижнее отклонение* ( $EI, ei$ ) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

$$EI = D_{min} - D; \quad ei = d_{min} - d$$

Следовательно

$$D_{max} = D + ES \quad d_{max} = d + es$$

$$D_{min} = D + EI \quad d_{min} = d + ei$$

Разброс действительных размеров неизбежен, но при этом не должна нарушаться работоспособность деталей и их соединений, т. е. действительные размеры годных деталей должны находиться в допустимых пределах, которые в каждом конкретном случае определяются предельными размерами или предельными отклонениями. Отсюда и происходит такое понятие как допуск размера.

*Допуск* ( $IT$  — общее обозначение,  $ITD$  — отверстия,  $ITd$  — вала) равен разности

наибольшего и наименьшего предельных размеров или абсолютной величине алгебраической разности верхнего и нижнего отклонений

$$ITD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$ITd = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

При создании механизмов машин возникает необходимость соединения двух или нескольких деталей друг с другом. Характер соединений диктуется их функциональным назначением и определяет степень допустимости их относительных перемещений после сборки. Соединение отверстий с валами образует сопряжение или, как часто говорят, «посадку».

*Посадка* — характер соединения деталей, определяемый значениями получающихся в ней зазоров и натягов.

*Зазором*  $S$  называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, т. е.  $S = D - d$ .

*Натягом*  $N$  называют разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. При подобном соотношении диаметров  $d$  и  $D$  натяг можно считать отрицательным зазором, т. е.

$$N = -S = -(D - d) = d - D.$$

*Посадки с зазором* характеризуются предельными зазорами — наибольшим и наименьшим. Они обеспечивают зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала).

*Наибольший зазор*  $S_{\max}$  равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$$

*Наименьший зазор*  $S_{\min}$  равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$$

Формулы можно преобразовать для вычисления  $S_{\max}$  и  $S_{\min}$  через отклонения

$$S_{\max} = ES - ei$$

$$S_{\min} = EI - es$$

*Посадки с натягом* обеспечивают натяг в соединении (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия)

*Наибольший натяг*  $N_{\max}$  равен разности наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия; *наименьший натяг*  $N_{\min}$  равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}; N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}.$$

Предельные натяги, как и предельные зазоры, удобно вычислять через предельные отклонения:

$$N_{\max} = es - EI; N_{\min} = ei - ES.$$

*Переходные посадки* дают возможность получать в соединении как зазор, так и натяг (поля допусков отверстия и вала перекрываются)

Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами

*Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы.*

В зависимости от того, какая из двух сопрягаемых деталей является основной, системы допусков и посадок включают два ряда посадок: *посадки в системе отверстия* — различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием; *посадки в системе вала* — различные зазоры и натяги поручаются соединением различных отверстий с основным валом.

**Порядок выполнения работы:**

1. Рассчитать и графически изобразить 3 поля допуска для вала и 3 поля допуска для отверстия.
2. Рассчитать и графически изобразить 3 посадки.

**Исходные данные:**

1. Номинальный размер (диаметр вала и отверстия)
2. Основные отклонения (три для вала и три для отверстия)
3. Квалитет
4. Посадки

Таблица 1.

Исходные данные.

№ варианта	Основные отклонения		Квалитет	Посадки
	валов	отверстий		
1	a, f, m	A, F, M	5	H6/g5; H5/js4; D8/h8
2	b, g, n	B, G, N	6	H7/d8; H5/m4; E8/h8
3	c, js, p	C, Js, P	7	H7/e8; H6/m5; F8/h8
4	d, k, r	D, K, R	8	H7/f7; H6/js5; H8/h8
5	e, j, s	E, J, S	9	H8/d9; H6/n5; A11/h11
6	f, k, t	F, K, T	10	H8/f7; H7/js6; B11/h11
7	h, a, u	H, A, U	11	H9/d9; H7/k6; C11/h11
8	d, js, v	D, Js, V	5	H9/f9; H7/n6; F9/h9
9	c, h, z	C, H, Z	6	H11/a11; H8/js7; E9/h9
10	b, k, x	B, K, X	7	H11/d11; H5/js4; H11/h11

**Пример выполнения задания:**

1. Номинальный размер:  $\varnothing 350$
2. Основное отклонение: f
3. Квалитет: 7
4. Посадка: H7/f7

Решение:

1.  $\varnothing 350f7$  - вал

Значение допуска:

$$ITd = 57 \text{ мкм} = 0,057 \text{ мм}$$

Одно из отклонений:

$$es = -62 \text{ мкм} = -0,062 \text{ мм}$$

Нижнее отклонение:

$$ei = es - ITd = -0,062 - 0,057 = -0,119 \text{ мм}$$

Предельные размеры:

$$d_{\max} = d + es = 350 + (-0,062) = 349,938 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 350 + (-0,119) = 349,881 \text{ мм}$$

Построение поля допуска:

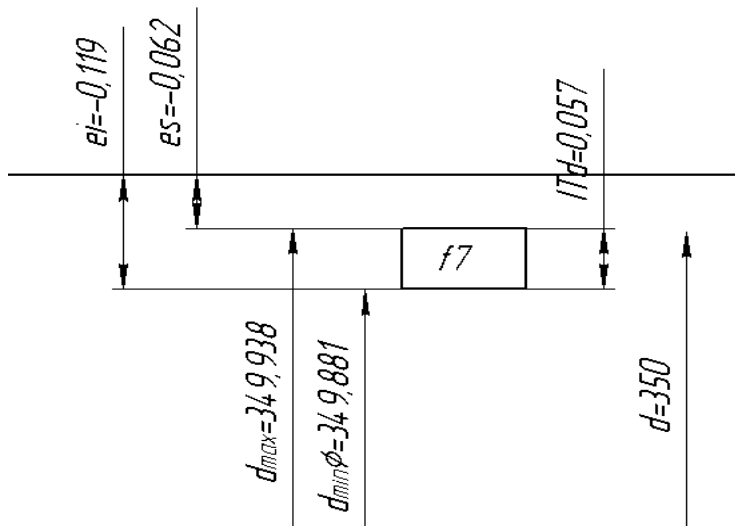


Рисунок 1. – Схема поля допуска вала Ø350f7

2. Посадка Ø350H7/f7 - в системе отверстия.

Предельные отклонения:

Для отверстия Ø350H7  $ES=+0.057\text{мм}$

$EI=0$

Для вала Ø350f7  $es=-0,062\text{мм}$

$ei=-0.119\text{мм}$

Предельные размеры:

Для отверстия  $D_{\max}=D+ES=350+0.057=350,057\text{ мм}$

$D_{\min}=D+EI=350+0=350\text{ мм}$

Для вала  $d_{\max}=d+es=350+(-0,062)=349,938\text{ мм}$

$d_{\min}=d+ei=350+(-0,119)=349,881\text{ мм}$

Допуск:

Отверстия  $TD=ES-EI=0,057-0=0.057\text{мм}$

Вала  $Td=es-ei=-0,062-(-0,119)=0.057\text{ мм}$

Схема полей допусков:

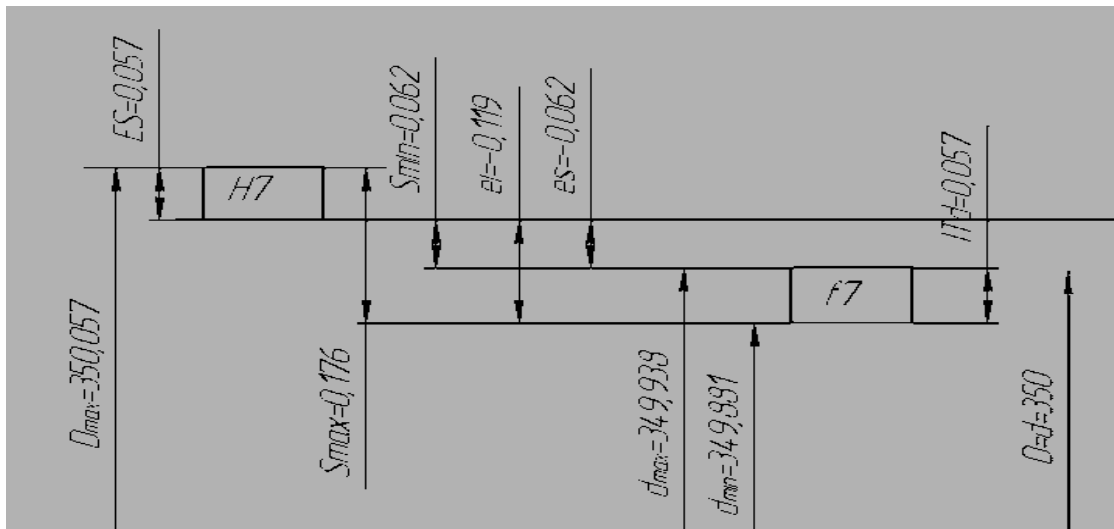


Рисунок 2. – Схема полей допуска соединения  $\text{Ø}35\text{H}7/\text{f}7$

Расчёт предельных зазоров:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,057 - (-0,119) = 0,176 \text{ мм}$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,062) = 0,062 \text{ мм}$$

Допуск посадки:

$$IT_{\text{П}} = IT_D + IT_d = 0,057 + 0,057 = 0,114 \text{ мм}$$

### Контрольные вопросы:

1. Что такое размер: действительный, предельный и номинальный?
2. Что такое отклонения: нижние и верхние? Какое отклонение называется основным?
3. Что такое допуск и его взаимосвязь с экономикой производства?
4. Принцип построения графического изображения размеров и отклонений. Что означает нулевая линия? Как поле допуска изображается графически?
5. Какие элементы детали называются отверстием и валом?
6. Что такое посадки и какие посадки бывают?
7. Что такое зазор и натяг?
8. Чем характеризуются посадки с зазором, натягом и переходные?
9. Что такое посадки в системе отверстия и системе вала?
10. Какая из систем посадок (система отверстия или система вала) является предпочтительной и почему?
11. Как наносятся предельные размеры на чертежах?

### Практическая работа № 2.

#### Расчет допусков размеров, входящих в размерную цепь

Исходные данные [3]:

Звено размерной цепи	Категория звена			Размер звена, мм
	ув/ум	в/о/у	с / н/с	
A1	УВ	–	с	2
A2	УВ	в	н/с	118

A3	УВ	–	с	2	
A4	УМ	у	н/с	16	
A5	УМ	–	с	13	
A6	УМ	в	н/с	62	
A7	УМ	–	с	13	
A8	УМ	у	н/с	18	
AΔ	Зам.зв	–	н/с	ВО	+1,1
				НО	+0,3

**Примечание:** ув – увеличивающее звено; ум – уменьшающее звено; зам. зв. – замыкающее звено; с – стандартный элемент; н/с – не стандартный элемент; о – элемент типа "отверстие"; в – элемент типа "вал"; у – элемент типа "уступ", ВО – верхнее отклонение размера; НО – нижнее отклонение размера.

Расчет размерной цепи производим методом, обеспечивающим полную взаимозаменяемость.

1. Метод расчета размерной цепи – на максимум-минимум.

1.1. Составляем в условном масштабе схему размерной цепи (рис. 2.1) и обозначаем ее звенья. Сверху указываем увеличивающие (обозначаем их стрелкой вправо), снизу указываем уменьшающие звенья (обозначаем их стрелкой влево).

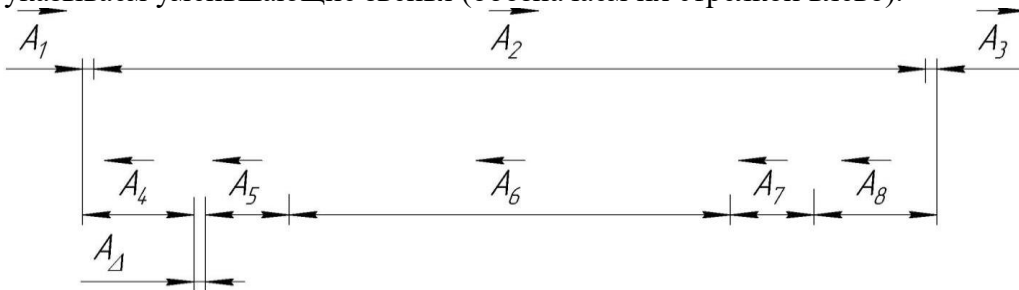


Рис. 2.1 – Схема размерной цепи

Общее число звеньев размерной цепи – 9.

Увеличивающие звенья – A1, A2, A3.

Уменьшающие звенья – A4, A5, A6, A7, A8.

Замыкающее звено – AΔ.

1.2. Определяем номинальный размер замыкающего звена.

Необходимо помнить, что сумма номинальных размеров увеличивающих звеньев всегда должна равняться сумме номинальных размеров уменьшающих звеньев:

$$\sum_{j=1}^n A_{j\text{ув}} = \sum_{j=1}^p A_{j\text{ум}} + A_{\Delta}$$

где  $A_{j\text{ув}}$  –  $j$ -е увеличивающее звено, мм;

$A_{j\text{ум}}$  –  $j$ -е уменьшающее звено, мм;

$n$  – количество увеличивающих звеньев (в нашем примере  $n = 3$ );

$p$  – количество уменьшающих звеньев (в нашем примере  $p = 5$ ).

Отсюда:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n A_{j\text{ув}} - \sum_{j=1}^p A_{j\text{ум}}$$

$$A_{\Delta} = (A1 + A2 + A3) - (A4 + A5 + A6 + A7 + A8).$$

$$A_{\Delta} = (2 + 120 + 2) - (16 + 13 + 60 + 13 + 18) = 0.$$

Таким образом номинальный размер замыкающего звена  $A_{\Delta} = 0$ .

1.3. Определяем предельные отклонения стандартных элементов размерной цепи по табл. 2.1.

Таблица 2.1.

Размеры и предельные отклонения для стандартных элементов размерной цепи

Диапазон размеров, мм	Отклонения размера, мм	
	Верхнее	Нижнее
до 10	0	-0,1
св. 10 до 30	0	-0,12
св. 30 до 50	0	-0,14
св. 50 до 80	0	-0,16
св. 80 до 120	0	-0,18
св. 120 до 180	0	-0,20
св. 180 до 250	0	-0,22
св. 250 до 315	0	-0,24
св. 315 до 500	0	-0,26

Результаты заносим в таблицу 2.3.

2. Решение прямой задачи:

По допуску и предельным отклонениям замыкающего звена  $A\Delta$  определить допуски и предельные отклонения составляющих звеньев размерной цепи  $A_j$ .

Решение прямой задачи производим способом допусков одного качества.

**Примечание:** Для всех вариантов необходимо решать размерную цепь способом допусков одного качества методом полной взаимозаменяемости.

2.1. Для каждого звена не стандартного элемента размерной цепи определяем единицу допуска по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Единицы допуска

Размер, 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	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
	$i$ , мкм	0,6	0,75	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6

Формула  $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001$ ;  $D = \sqrt{D_{\text{HMAKS}} \times D_{\text{HMIN}}}$

Таблица 2.3

Величина допуска и единицы допуска звеньев размерной цепи

Звено размерной цепи	Категория звена (ув./ум.)	Номинальный линейный размер	Единица допуска $i$ , мкм	Допуск звена, мм
$A1$	Увелич.	$2_{-0,1}$		0,1
$A2$	Увелич.	118	2,2	
$A3$	Увелич.	$2_{-0,1}$		0,1
$A4$	Уменьш.	16	1,1	
$A5$	Уменьш.	$13_{-0,12}$		0,12
$A6$	Уменьш.	62	1,9	
$A7$	Уменьш.	$13_{-0,12}$		0,12
$A8$	Уменьш.	18	1,1	
$A\Delta$	Уменьш.	$0^{+1,1}_{+0,3}$		0,8

Величина допуска каждого составляющего размера (звена) определяется выражением:

$$TA_j = a_j \cdot i_j,$$

где  $a_j$  – число единиц допуска соответствующего звена размерной цепи;

$i_j$  – единица допуска, мм.

Так как при решении задачи способом допусков одного качества принято одинаковое число единиц допуска для каждого звена, то среднее число единиц допуска для каждого звена обозначим  $a_{cp}$ , т.е.  $a_j = a_{cp}$ . Тогда допуск замыкающего звена определяется выражением:

$$TA_{\Delta} = a_{cp} \sum_{j=1}^{m-1} i_j$$

где  $m$  – общее количество звеньев размерной цепи.

Отсюда:

$$a_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{\sum_{j=1}^{m-1} i_j}$$

Так как допуски стандартных элементов размерной цепи нам заданы, то уравнение приобретает вид:

$$a_{cp} = \frac{TA_{\Delta} - (TA_1 + TA_3 + TA_5 + TA_7)}{i_2 + i_4 + i_6 + i_8}$$

$$a_{cp} = \frac{800 - (100 + 100 + 120 + 120)}{2,2 + 1,1 + 1,9 + 1,1} = 57,14$$

Допуски  $TA_{\Delta}$ ,  $TA_5$ ,  $TA_7$ ,  $TA_1$ ,  $TA_3$  подставляются в вышеприведенное уравнение в мкм.

2.3. По найденному  $a_{cp}$  определяем качество точности и назначаем по этому качеству допуски и предельные отклонения на не стандартные звенья размерной цепи.

2.3.1. По [1, с. 52 – 55, табл. 1.8] определяем, что  $a_{cp} = 57,14$  находится между 9 и 10 качествами (число единиц допуска в допуске 9 качества – 40, число единиц допуска в допуске 10 качества – 64).

Принимаем меньшую величину (40 единиц допуска). Следовательно, принимаем 9 качество.

2.3.2. По таблицам справочника или стандарта назначаем допуски и предельные отклонения на все не стандартные звенья размерной цепи, кроме звена  $A_{\Delta}$  [1, с. 52, табл. 1.8].

$$A_2 = 118 \text{ мм}, TA_2 = 0,087 \text{ мм (87 мкм)}.$$

$$A_4 = 16 \text{ мм}, TA_4 = 0,043 \text{ мм (43 мкм)}.$$

$$A_6 = 62 \text{ мм}, TA_6 = 0,074 \text{ мм (74 мкм)}.$$

$$A_8 = 18 \text{ мм}, TA_8 = 0,043 \text{ мм (43 мкм)}.$$

Предельные отклонения на размеры не стандартных звеньев  $A_2$ ,  $A_4$ ,  $A_6$ ,  $A_8$  назначаем пользуясь правилом: отклонения назначать в тело детали, а для размеров уступов – симметрично, т.е.  $\pm$  половина назначенного допуска.

$A_2$  – вал, размер звена с отклонениями  $118_{-0,087}$  мм;

$A_4$  – уступ, размер звена с отклонениями  $16 \pm 0,0215$  мм;

$A_6$  – вал, размер звена с отклонениями  $62_{-0,074}$  мм;

$A_8$  – уступ, размер звена с отклонениями  $18 \pm 0,0215$  мм.

Данные заносим в табл. 2.4.

2.3.4 Определяем середину интервала допуска всех звеньев кроме регулирующего звена  $A_6$ .

$$A_1 = 2_{-0,1} \text{ мм – середина интервала допуска – (– 0,05 мм);}$$

- $A_2 = 118_{-0,087}$  мм – середина интервала допуска – (– 0,0435 мм);  
 $A_3 = 2_{-0,1}$  мм – середина интервала допуска – (– 0,05 мм);  
 $A_4 = 16 \pm 0,0215$  мм – середина интервала допуска – 0;  
 $A_5 = 13_{-0,12}$  мм – середина интервала допуска – (– 0,06 мм);  
 $A_6 = 62_{-0,074}$  мм – середина интервала допуска – (– 0,037 мм);  
 $A_7 = 13_{-0,12}$  мм – середина интервала допуска – (– 0,06 мм);  
 $A_8 = 18 \pm 0,0215$  мм – середина интервала допуска – 0;  
 $A_{\Delta} = 0^{+1,1}_{+0,3}$  мм – середина интервала допуска – (+ 0,7 мм);  
 Данные заносим в табл. 2.4.

2.4. Делаем предварительную проверку решения.

Определяем величину допуска замыкающего звена размерной цепи по выражению:

$$TA_{\Delta} = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j$$

$$TA_{\Delta p} = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 + TA_5 + TA_6 + TA_7 + TA_8,$$

$$TA_{\Delta p} < TA_{\Delta},$$

$$TA_{\Delta p} = 0,1 + 0,087 + 0,1 + 0,043 + 0,12 + 0,074 + 0,12 + 0,043 = 0,687 \text{ мм.}$$

$$0,687 \text{ мм} < 0,8 \text{ мм.}$$

Условие выполнено

2.5. Назначаем регулирующее звено и рассчитываем его допуск.

В качестве регулирующего звена принимаем звено из разряда не стандартных (звено  $A_6$ ).

Допуск регулирующего звена рассчитывается по выражению

$$TA_{\text{рег}6} = TA_{\Delta} - (TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 + TA_5 + TA_6 + TA_7 + TA_8),$$

$$TA_{\text{рег}6} = 0,8 - (0,1 + 0,087 + 0,1 + 0,043 + 0,12 + 0,12 + 0,43) = 0,187 \text{ мм,}$$

$$TA_{\text{рег}6} = 0,187 \text{ мм}$$

2.6. Определяем середину интервала допуска регулирующего звена из выражения:

$$E_{CA_{\Delta}} = \sum_{j=1}^n E_{CA_{jYB}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} E_{CA_{jYM}}$$

где  $n$  – количество увеличивающих звеньев размерной цепи;

$p$  – количество уменьшающих звеньев размерной цепи.

Так как регулирующее звено выбрано из числа уменьшающих звеньев, то середина интервала допуска рассчитывается по выражению:

$$E_{CA_6} = \sum_{j=1}^n E_{CA_{jYB}} - \sum_{j=n+1}^{n+p-1} E_{CA_{jYM}} - E_{CA_{\Delta}}$$

где  $E_{CA_{\Delta}}$  – координата середины интервала допуска замыкающего звена;

$E_{CA_{jYB}}$ ,  $E_{CA_{jYM}}$  – координаты середины интервала допуска увеличивающих и уменьшающих звеньев размерной цепи.

$$E_{CA_6} = (E_{CA_1} + E_{CA_2} + E_{CA_3}) - (E_{CA_4} + E_{CA_5} + E_{CA_7} + E_{CA_8}) - E_{CA_{\Delta}}$$

$$E_{CA_6} = [(-0,05) + (-0,0435) + (-0,05)] - [0 + (-0,06) + (-0,06) + 0] - 0,7 = -0,7235 \text{ мм.}$$

Верхнее предельное отклонение регулирующего звена  $A_6$

$$E_{sA_6} = E_{CA_6} + TA_6/2 = -0,7235 + 0,187/2 = -0,63 \text{ мм.}$$

Нижнее предельное отклонение регулирующего звена  $A_6$

$$EiA_6 = EsA_6 - TA_6/2 = -0,7235 - 0,187/2 = -0,817 \text{ мм.}$$

$$A_{\text{рег}}^6 = 62^{+0,630}_{-0,817} - \text{середина интервала допуска} - (-0,7235 \text{ мм}).$$

Данные заносим в табл. 2.4.

Строим схему расположения интервала допуска регулирующего звена (рис. 2.2)

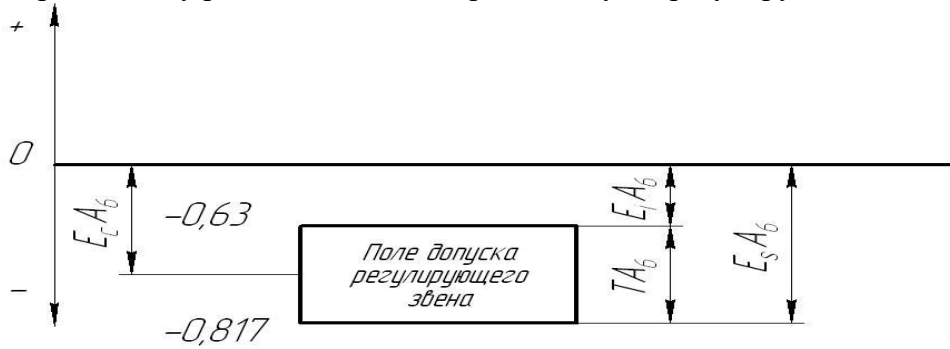


Рис. 2.2 – Схема расположения интервала допуска регулирующего звена

Таблица 2

Номера вариантов	Общее кол-во независимых значений	Число повторений каждого независимого значения (вариант последней цифры номера зачетной книжки)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>0</b>	<b>60</b>	1	1	3	4	5	7	8	8	7	5
<b>1</b>	<b>105</b>	1	1	3	6	12	14	16	15	14	11
<b>2</b>	<b>55</b>	1	1	3	4	5	6	7	7	6	5
<b>3</b>	<b>200</b>	1	2	6	11	23	28	29	30	27	23
<b>4</b>	<b>55</b>	1	2	2	3	5	7	8	8	6	5
<b>5</b>	<b>130</b>	1	3	6	10	12	16	17	18	16	13
<b>6</b>	<b>60</b>	1	2	3	4	6	7	7	7	6	6
<b>7</b>	<b>120</b>	1	3	6	7	11	15	17	16	15	12
<b>8</b>	<b>150</b>	1	3	6	9	14	20	22	21	20	15
<b>9</b>	<b>110</b>	2	3	6	8	11	12	13	14	12	10