



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ***

**МОДУЛЬ**

**«МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ»**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Профиль: Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

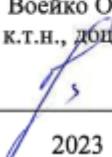
**Автор: Юров В.М. Рабочая программа дисциплины: «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» – Королев МО: «Технологический университет», 2023**

Рецензент: к.т.н., доц. Воейко О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.02 Управление качеством и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

|  |  |                               |      |      |
|--|--|-------------------------------|------|------|
| Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись) | Воейко О.А.<br>к.т.н., доцент<br> | Воейко О.А.<br>к.т.н., доцент |      |      |
| Год утверждения (переподтверждения)                        | 2023   | 2024                          | 2025 | 2026 |
| Номер и дата протокола заседания кафедры                   | № 11 от 28.03.2023   |                               |      |      |

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  Ю.С. Попова к.э.н.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

|                                      |                   |      |      |      |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|------|
| Год утверждения (переподтверждения)  | 2023              | 2024 | 2025 | 2026 |
| Номер и дата протокола заседания УМС | № 5 от 11.04.2023 |      |      |      |

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

### **Целью изучения дисциплины является**

- 1) изучение теоретико-методологических основ теории измерений;
- 2) изучение средств и методов измерений, испытаний и контроля качественных показателей технических систем и средств.
- 3) закрепление навыков обращения с приборами, оформления отчетных документов, изучения ГОСТов и других нормативных документов;
- 4) приобретение практического опыта поиска информации о параметрах и характеристиках типовых измерительных приборов, данных об организациях-разработчиках, поставщиках и производителей измерительных систем и средств;
- 5) изучение технологии и особенностей управления процессами испытаний, измерений и контроля в процессе промышленного производства;
- б) развитие творческой самостоятельности студентов.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-3. Способен осуществлять работы по управлению качеством процессов производства продукции и оказания услуг.

ПК-4. Способен проектировать и разрабатывать конструкторскую документацию на специальную и оснастку для контроля и испытаний.

ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять новые материалы, методы и средства технического контроля

### **Основными задачами дисциплины являются**

- 1) изучение методологии измерений, как основы получения данных о физических процессах и мире;
- 2) изучение принципов работы основных типов измерительных средств (приборов, устройств);
- 3) изучение основ организации измерений, испытаний и контроля в процессе промышленного производства;
- 4) изучение основных технических характеристик современных отечественных и зарубежных систем и средств измерений, испытаний и контроля;
- 5) изучение основных направлений развития методов, средств и систем измерений, испытаний и контроля на ближайшую перспективу;
- б) изучение структуры и содержания отечественных и зарубежных руководящих документов по организации измерений, испытаний и контроля на промышленных предприятиях;
- 7) принципы и средства автоматизации проведения измерений, испытаний и контроля, в том числе с применением ПЭВМ и распределенных информационно-компьютерных сетей.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

**Трудовые действия:**

- Владеть основными методами квалитетического анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).
- Проводить инспекционный контроль производства.
- Владеть правилами разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки для контроля и испытаний.
- Владеть навыками применения в расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

**Необходимые умения:**

- Уметь анализировать дефекты, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов.
- Уметь анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля и возможности их внедрения на предприятии.
- Уметь анализировать потребности производства в новых материалах, методах и средствах технического контроля.

**Необходимые знания:**

- Знать правила разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг.
- Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции.
- Знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

Дисциплина реализуется кафедрой управления качеством и стандартизации.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученном модуле «Математика» и на ранее изученных дисциплинах «Введение в профессию»,

«Физика», «Электротехника и электроника» и на компетенциях: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-3.

Знания и компетенции, полученные при освоении данной дисциплины, являются базовыми при изучении дисциплины «Метрология и сертификация», «Стандартизация и сертификация в машиностроении», «Методы оценки технического уровня машиностроения» и выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Таблица 1

| Виды занятий   | Всего часов          | Семестр ...   | Семестр 3     | Семестр 4      | Семестр ...     |
|--|----------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость</b>                              | <b>252</b>           |               | <b>108</b>    | <b>144</b>     |                 |
| <b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>                            |                      |               |               |                |                 |
| <b>Аудиторные занятия</b>                              | <b>112</b>           |               | <b>48</b>     | <b>64</b>      |                 |
| Лекции (Л)   | 32                   |               | 16            | 16             |                 |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 48                   |               | 16            | 32             |                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                               | 32                   |               | 16            | 16             |                 |
| Практическая подготовка                                | 32                   |               | 24            | 24             |                 |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>140</b>           |               | <b>60</b>     | <b>80</b>      |                 |
| <b>Курсовые работы (проекты)</b>                       | -                    |               | -             | +              |                 |
| <b>Расчетно-графические работы</b>                     | -                    |               |               | -              |                 |
| <b>Контрольная работа, домашнее задание</b>            | <b>К.Р.</b>          |               | +             | -              |                 |
| <b>Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)</b> | <b>Тест</b>          |               | +             | +              |                 |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b>зачет/экзамен</b> |               | <b>зачет</b>  | <b>экзамен</b> |                 |
| <b>Виды занятий</b>                                    | <b>Всего часов</b>   | <b>Курс 1</b> | <b>Курс 2</b> | <b>Курс 3</b>  | <b>Курс ...</b> |
| <b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>                          |                      |               |               |                |                 |
| <b>Аудиторные занятия</b>                              | <b>40</b>            |               | <b>40</b>     |                |                 |
| Лекции (Л)   | 8                    |               | 8             |                |                 |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 16                   |               | 16            |                |                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                               | 8                    |               | 8             |                |                 |
| Практическая подготовка                                | 8                    |               | 8             |                |                 |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>220</b>           |               | <b>220</b>    |                |                 |
| <b>Курсовые работы</b>                                 | -                    |               | +             |                |                 |
| <b>Расчетно-графические работы</b>                     | -                    |               | -             |                |                 |
| <b>Контрольная работа, домашнее задание</b>            | <b>К.Р.</b>          |               | +             |                |                 |
| <b>Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)</b> | <b>Тест</b>          |               | -             |                |                 |

|                        |                   |  |                   |  |  |
|------------------------|-------------------|--|-------------------|--|--|
| Вид итогового контроля | зачет/<br>экзамен |  | Зачет,<br>экзамен |  |  |
|------------------------|-------------------|--|-------------------|--|--|

## Содержание дисциплины (модуля)

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

**Таблица 2**

| Наименование тем  | Лекции, час.<br>очное/<br>заочное | Практические занятия, час<br>очное/<br>заочное | Лабораторные занятия, час<br>очное/<br>заочное | Занятия в интерактивной форме, час<br>очное/ заочное | Практическая подготовка, час<br>очное/заочное | Код компетенций      |
|---|-----------------------------------|--|--|--|---|----------------------|
| Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Области и виды измерений.               | 2/0,5                             | -/-  | -/-  | -/-  | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 2. Виды и методы измерений.  | 2/0,5                             | 2/1  | -/-  | 1/0,5  | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 3. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений | 2/0,5                             | 2/1  | 2/1  | 2/0,5  | 2/1   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 4. Средства измерений линейных величин   | 2/0,5                             | 4/2  | 6/2  | 2/0,5  | 6/2   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 5. Меры длины и плоского угла  | 2/0,5                             | 2/1  | -/-  | 2/0,5  | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 6. Погрешности и классы точности средств измерений                                   | 2/0,5                             | 2/1  | 4/1  | 2/0,5  | 4/1   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 7. Подготовка к измерениям. Методика выполнения измерений                            | 2/0,5                             | 2/1  | 2/-  | 2/0,5  | 2/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 8. Измери-   | 2/0,5                             | 2/1  | -/-  | 2/0,5  | 2/0,5   | ПК-3                 |

|   |       |     |     |       |       |                      |
|---|-------|-----|-----|-------|-------|----------------------|
| тельные преобразователи. Измерение электрических величин.                           |       |     |     |       |       | ПК-4<br>ПК-5         |
| Тема 9. Методы и средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей    | 2/0,5 | 2/1 | 6/2 | 2/0,5 | 6/1   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 10. Измерение углов и конусов. Измерение параметров резьбы                     | 2/0,5 | 2/- | 2/- | 2/-   | 2/0,5 | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 11. Методы и средства измерения масс, сил и моментов                           | 2/0,5 | 4/1 | -/- | 2/0,5 | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 12. Методы и средства измерения шероховатостей поверхности и качества покрытий | -/-   | 4/1 | -/- | 2/0,5 | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 13. Методы и средства измерения твердости                                      | 2/0,5 | 4/1 | -/- | 2/1   | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 14. Измерения давления и температуры   | -/-   | 4/1 | -/- | 1/-   | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 15. Контроль изделий машиностроения  | 2/0,5 | 2/- | 4/1 | -/-   | 4/1   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 16. Методы технического контроля качества                                      | 2/0,5 | 2/- | 4/1 | 2/1   | 4/1   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 17. Виды, методы и средства испытаний  | 2/0,5 | 4/1 | -/- | 2/1   | -/-   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| Тема 18. Механические испытания материала   | 2/0,5 | 2/1 | -/- | -/-   | -/-   | ПК-3<br>ПК-4         |

|                                  |             |              |             |             |             |                      |
|----------------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| лов и изделий                    |             |              |             |             |             | ПК-5                 |
| Тема 19. Испытания на надежность | -/-         | 2/1          | -/-         | -/-         | -/-         | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 |
| <b>Всего</b>                     | <b>32/8</b> | <b>48/16</b> | <b>32/8</b> | <b>28/8</b> | <b>32/8</b> |                      |

## 4.2 Содержание тем дисциплины

### **Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Области и виды измерений**

Понятие измерений, испытаний и контроля. Их различия и особенности.

Измерение физических величин как основа всех направлений практической человеческой деятельности. Основные определения в области измерений. Области и виды измерений. Физические величины и их измерение. Классификация видов измерений

#### **Тема 2. Виды и методы измерений**

Классификация видов измерений по точности и количеству измерений, стабильности размера физической величины, использованию эталонов в ходе измерения, способу получения результата измерений, в зависимости от метрологического назначения. Характеристика видов измерения.

Понятие метода и принципа измерения. Классификация методов измерения по принципу измерения (органолептический и инструментальный методы). Классификация по приемам, заложенным в основу измерений. Метод непосредственной оценки. Методы сравнения с мерой (дифференциальный метод, нулевой метод, метод замещения, метод совпадений).

Методы измерений по наличию контакта измерительной поверхности средства измерений с поверхностью изделия.

Комплексный и дифференцированный методы измерения.

### **Тема 3. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений**

Понятие средства измерений. Классификация средств измерений по назначению и конструктивному исполнению. Понятие, виды и общая характеристика мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, измерительных установок и измерительных систем.

Классификация измерительных средств, используемых для линейных измерений в машиностроении. Специальные измерительные приборы. Другие способы классификации средств измерений. Меры длины и плоского угла.

Метрологические характеристики средств измерений

#### **Тема 4. Средства измерений линейных величин**

Измерительные металлические линейки.

Виды, устройство и применение штангенинструментов (штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы). Штангенинструменты с круговой шкалой и цифровым отсчетным устройством. Условные обозначения штангенинструментов. Отсчеты по нониусам штангенинструментов. Применение штангенинструментов.

Виды и устройство микрометрических инструментов (микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры). Отсчет показаний по шкале микрометра. Применение микрометрических инструментов.

Рычажно-механические приборы для измерения линейных и диаметральных размеров - измерительные головки: назначение, виды, устройство и характеристики рычажно-механических приборов для измерения линейных и диаметральных размеров. Индикаторные стойки и штативы. Применение рычажно-механических приборов.

### **Тема 5. Погрешности и классы точности средств измерений**

Классификация погрешностей средств измерений (в зависимости от условий проведения, по форме выражения (представления) погрешности, по характеру проявления погрешности, в зависимости от характера изменения измеряемой величины). Характеристика видов погрешности.

Классы точности средств измерений. Формы представления класса точности. Обозначения классов точности средств измерений.

Определение предела допускаемой абсолютной погрешности средства измерений по указанному классу точности.

### **Тема 6. Подготовка к измерениям. Методика выполнения измерений**

Анализ постановки измерительной задачи. Создание условий для измерений. Выбор средств измерений. Выбор метода измерений. Выбор числа измерений. Подготовку оператора. Апробирование средств измерений.

Методики выполнения измерений.

### **Тема 7. Измерительные преобразователи**

Типовые измерительные преобразователи. Основные термины и определения. Классификация ИП. Структурная схема ИП. Расширенная таблица реализованных типов измерительных преобразователей. Детерминированные и стохастические составляющие измерений (преобразований). Физические явления, используемые при создании преобразующих элементов.

### **Тема 8. Аналоговые измерительные приборы. Измерение электрических величин**

Классификация аналоговых измерительных приборов. Структурная схема аналогового электромеханического прибора.

Определение и классификация средств измерений электрических величин. Условные обозначения измерительных приборов. Измерительная цепь и измерительный механизм. Отсчетные устройства. Шкалы и их типы. Обобщенная схема измерительного механизма. Сигналы измерительной информации. Гостирированные обозначения типов электроизмерительных приборов.

Измерение напряжения, силы тока, сопротивления и мощности.

## **Тема 9. Методы и средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей**

Основные виды отклонений формы и расположения поверхностей. Обозначение допусков формы поверхностей. Средства и методы для измерения отклонений формы плоских поверхностей. Средства для измерения отклонений формы цилиндрических поверхностей.

Схемы измерения расположения поверхностей. Измерение отклонений от перпендикулярности и параллельности плоскостей. Измерение торцевого и радиальных биений. Измерение отклонений от соосности.

Определение погрешности измерения отклонений формы и расположения поверхностей. Выбор измерительных средств с несколькими звеньями для определения отклонений формы и расположения поверхностей.

## **Тема 10. Измерение углов и конусов. Измерение параметров резьбы**

Допуски угловых размеров. Методы измерения углов. Контрольные инструменты для измерения углов методом сравнения. Средства для измерения углов абсолютным методом. Тригонометрические средства измерения углов конусов.

Основные параметры метрических резьб. Поэлементный контроль резьбы. Комплексный контроль резьбовых изделий.

## **Тема 11. Методы и средства измерения масс, сил и моментов**

Приборы для измерения массы. Методы и способы взвешивания. Классификация применяемых весов и гирь. Классификация рычажных весов по конструктивным признакам. Средства для измерения сил и моментов. Общие сведения о динамометрах. Конструкции динамометров.

## **Тема 12. Методы и средства измерения шероховатостей поверхности и качества покрытий**

Параметры для оценки шероховатости. Способы оценки шероховатости. Определение шероховатости визуальным способом. Оптические средства измерения шероховатости. Щуповые приборы для измерения шероховатости.

Методы и средства измерения толщины плёнок. Методы определения толщины покрытий. Определения толщины непрозрачных покрытий. Определения толщины прозрачных лаковых покрытий. Методы определения твердости покрытий. Методы определения параметров шероховатости лакокрасочных покрытий.

## **Тема 13. Методы и средства измерения твердости**

Статические методы определения твердости. Метод определения твердости по Бринеллю. Метод определения твердости алмазным конусом (по Роквеллу). Метод определения твердости алмазной пирамидой (по Виккерсу).

Динамические методы определения твердости. Методы по Шору. Метод Полюди. Иные методы определения твердости. Обобщенный сравнительный анализ методов измерения твердости.

## **Тема 14. Измерения давления и температуры**

Основные понятия и классификация приборов для измерения давления  
Жидкостные средства измерений давления с гидростатическим уравновешиванием. Чувствительные элементы деформационных средств измерений давления. Деформационные приборы для измерения давления. Емкостные измерительные преобразователи давления. Деформационные измерительные преобразователи основанные на методе уравновешивающего преобразования.

Измерение температур: общие сведения. Температурные шкалы. Классификация средств измерений температуры. Манометрические термометры. Жидкостные манометрические термометры. Конденсационные манометрические термометры. Дилатометрические и биметаллические термометры. Термоэлектрический метод измерения температур.

### **Тема 15. Контроль изделий машиностроения**

Основные понятия и положения. Система контроля качества на предприятии. Задачи технического контроля на стадиях жизненного цикла продукции (разработка, производство (изготовление), эксплуатация (потребление), восстановление (ремонт)). Объекты технического контроля. Субъекты контроля качества. Виды технического контроля.

Организация различных видов контроля. Входной контроль. Контроль точности технологических процессов. Инспекционный контроль.

Контроль деталей калибрами. Классификация калибров. Допуски калибров для контроля гладких цилиндрических деталей. Выборочный контроль.

### **Тема 16. Методы технического контроля качества**

Разрушающие методы технического контроля. Неразрушающие методы технического контроля. Визуально-оптические методы неразрушающего контроля. Капиллярные методы неразрушающего контроля. Тепловые методы неразрушающего контроля. Радиационные методы неразрушающего контроля. Ультразвуковые методы неразрушающего контроля. Электромагнитные методы неразрушающего контроля. Другие методы неразрушающего контроля

### **Тема 17. Виды, методы и средства испытаний**

Понятие, цели и задачи испытаний. Внутренние и внешние факторы, воздействующие на объект. Виды испытаний на воздействие внешних факторов. Методы испытаний. Способы проведения испытаний. Последовательный и параллельный способы проведения испытаний. Параллельно-последовательный способ испытаний. Способ комбинированных испытаний.

Классификация испытаний по основным признакам видов:

- по виду воздействия внешних факторов;
- по назначению или цели;
- по условиям и месту проведения;
- по принципу осуществления;
- по продолжительности и значениям воздействующих нагрузок;
- по степени или результату воздействия;
- по определяемым характеристикам изделия;

- по стадиям жизненного цикла изделия.

Средства испытаний (испытательное оборудование, средства измерений, испытательные стенды, другие технические средства, необходимые для проведения испытаний). Эксплуатационно-техническая документация.

Организация испытаний.

### **Тема 18. Механические испытания материалов и изделий**

Классификация видов механических испытаний. Статические испытания на растяжение. Образцы для испытаний на статическое растяжение. Поведение материала на участках диаграммы растяжения низкоуглеродистой стали. Определение прочностных характеристик стали, предела текучести и временного сопротивления. Характеристики пластичности материала.

Испытания на ударные воздействия. Понятие и виды ударных воздействий. Целью испытаний изделий на ударную прочность. Условия испытаний на воздействие ударов и испытательное оборудование. Классификация конструкций испытательных установок. Принципы действия ускорителя разгона. Характер ударных воздействий. Установка с вертикальным сбрасыванием. Копры маятникового типа. Установки многократных ударов. Средства измерения параметров удара.

Испытания на воздействие вибраций. Классификация вибростендов. Характеристики вибростендов.

Испытания на воздействие линейных ускорений. Линейные ускорения и виды испытаний. Условия испытаний и применяемое оборудование. Средства измерения линейных ускорений.

### **Тема 19. Испытания на надежность**

Основные понятия теории надежности. Классификация технических объектов при оценке их надежности. Отказы и их классификация. Количественная мера надежности технических объектов и сложных систем. Виды и цели испытаний на надежность. Методы испытания на надёжность.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)».
2. Лабораторный практикум.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) приведена в Приложении 1 к настоящей программе.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Минск : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" : ООО "Новое знание", 2019. - 273 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 9785160067698. URL: <http://znanium.com/go.php?id=988250>
2. Исаев, В.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля / В.Г. Исаев, О.А. Воейко, В.М. Юров ; Технологический университет. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 67 с. : ISBN 978-5-4499-0168-2 URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560895>
3. Ларин, А. Н. Управление качеством на производстве и транспорте : учебное пособие / А.Н. Ларин, И.В. Ларина. - Москва|Берлин : Директ-Медиа, 2019. - 166 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-4475-9984-3. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499413>

### **Дополнительная литература:**

1. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум / В. Н. Кайнова ; Кайнова В.Н., Гребнева Т.Н., Тесленко Е.В., Куликова Е.А. - Москва : Лань", 2015. - ISBN 978-5-8114-1832-9. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61361](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61361)
2. Управление качеством: Учебное пособие / В. Е. Магер. - Москва: Издательский Дом "ИНФРА-М", 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-16-004764-5. URL: <http://znanium.com/go.php?id=478407>
3. Метрология [Текст]: учебное пособие / Г.П. Богданов, В.Г. Исаев, О.А. Воейко, Ю.А. Клейменов. - Королев МО: МГОТУ, 2018. - 222 с. - ISBN 978-5-91730-757-2.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://www.gost.ru/>

<http://minpromtorg.gov.ru>

<http://www.100best.ru/>

<http://www.vniis.ru/>

<http://ria-stk.ru/>

<https://www.interstandart.ru>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) приведены в Приложении 2.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения: *MSOffice*.**

### **Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. [www.znanium.com](http://www.znanium.com)

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов;
- комплект записей лекций для дистанционного обучения.

### **Лабораторные и практические работы:**

- лаборатория кафедры управление качеством и стандартизации, оснащенная проектором, электронной доской, компьютерами с программным обеспечением, приведенным в п.10.

### **Прочее:**

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ»**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Профиль: Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| № п/п | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части)*  | Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части) | В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:  |   |  |
|-------|--------------------|---|---|---|---|--|
|       |                    |   |   | Трудовые действия   | Необходимые умения  | Необходимые знания   |
| 1     | ПК-3               | Способен осуществлять работы по управлению качеством процессов производства продукции и оказания услуг.                 | Темы 1-19   | Владеть основными методами квалитетного анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг). Проводить инспекционный контроль производства. | Уметь анализировать дефекты, в, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов. | Знать правила разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг. |
|       | ПК-4               | Способен проектировать и разрабатывать конструкторскую документацию на специальную и оснастку для контроля и испытаний. | Темы 1-19   | Владеть правилами разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки для контроля и испытаний.   | Уметь анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля и возможности их внедрения на предприятии.   | Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции  |
|       | ПК-5               | Способен разрабатывать и внедрять   | Темы 1-19   | Владеть навыками применения в расчетах  | Уметь анализировать потребности производ-   | Знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизи-   |

|  |  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|--|---|---|
|  |  | новые материалы, методы и средства технического контроля |  | знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. | ства в новых материалах, методах и средствах технического контроля. | зации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов. |
|--|--|--|--|--|---|---|

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Код компетенции      | Инструмент, оценивающий сформированность компетенции | Этапы и показатель оценивания компетенции  | Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания   |
|----------------------|--|--|---|
| ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 | Реферат  | <p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p> | <p>Проводится в письменной форме.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</li> <li>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</li> <li>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</li> <li>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> |
|                      | Доклад   | А) полностью   | Проводится в письменной   |

|  |                     |  |   |
|--|---------------------|--|---|
|  |                     | <p>сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>              | <p>и/или устной форме.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</li> <li>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</li> <li>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</li> <li>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> |
|  | Лабораторная работа | <p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформление в соответствии с требованиями (1 балл).</li> <li>2. Выбор методов измерений и вычислений (1 балл).</li> <li>3. Умение применять выбранные методы (1 балл).</li> <li>4. Анализ и выводы, отражающие суть изучаемого явления с указанием конкретных результатов (2 балла).</li> </ol> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p> <p>Оценка проставляется в электронный журнал.</p>   |
|  | Курсовая работа     | <p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul>   | <p>Проводится в письменной форме.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформление в соответствии с требованиями (1 балл).</li> <li>2. Соответствует методическим указаниям в части структуры (1 балл).</li> <li>3. Содержание курсовой работы соответствует заявленной тематике (1 балл).</li> <li>4. Поставленные цели и задачи достигнуты (1 балл).</li> <li>5. Качественный и количе-</li> </ol>  |

|  |                                  |   |   |
|--|----------------------------------|---|---|
|  |                                  | В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов   | ственный состав использованных источников (1 балл).<br>Максимальная оценка – 5 баллов.  |
|  | Контрольная работа в форме задач | А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов<br>Б) частично сформирована:<br>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;<br>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;<br>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов | Проводится в письменной форме.<br>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).<br>2. Умение применить выбранный метод (1 балл).<br>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчетах (1 балл).<br>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).<br>5. Задача не решена вообще (0 баллов).<br>Максимальная оценка – 5 баллов.<br>Оценка проставляется в электронный журнал. |

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1. Тематика докладов в презентационной форме:**

1. Цифровые вольтметры и амперметры.
2. Классификация средств измерений электрических величин.
3. Основные характеристики средств измерений электрических величин.
4. Шкалы и их типы.
5. Измерение параметров электрических цепей.
6. Приборы для измерения напряжения, ЭДС, тока и количества электричества.
7. Метрологические характеристики средств измерений.
8. Нормирование метрологических характеристик средств измерений.
9. Классы точности средств измерений.
10. Поверка средств измерений и калибровка средств измерений.

#### **3.2. Тематика реферата:**

1. Погрешности при измерениях.
2. Методы и способы поверки СИ. Поверочные схемы.
3. Акустические методы контроля качества продукции.

4. Основные характеристики и принцип действия приборов для анализа веществ, загрязняющих почву.
5. Оптико-физические измерения.
6. Осциллографические измерения параметров сигналов.
7. Методы и средства измерения электрических величин.
8. Методы и средства измерений неэлектрических величин.
9. Климатические испытания.

### 3.3. Контрольная работа

Контрольная работа является формой промежуточной аттестации студентов при изучении дисциплины и позволяет закрепить теоретический материал курса.

Контрольная работа должна выполняться студентом самостоятельно и раскрывать тему работы и содержать ответы на вопросы, предложенные студенту преподавателем.

Содержание контрольной работы определяется преподавателем, ведущим занятия в группе и содержит две задачи повышенной сложности.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4 и в электронном виде.

Контрольная работа должна содержать титульный лист с указанием порядкового номера работы, названия, данных студента и даты выполнения. Работа должна оформляться в следующем порядке:

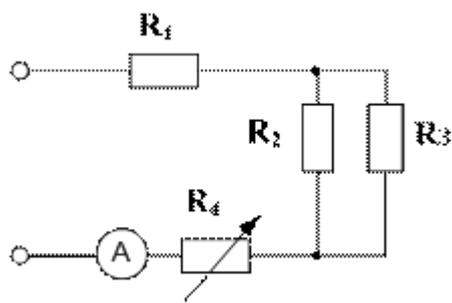
1. условие задачи;
2. решение задачи, содержащее все необходимые пояснения, схемы, расчеты, выводы;
3. ответ.

#### *Пример контрольной работы.*

##### *№1.*

Амперметр включен в неразветвленную часть электрической цепи, причем сопротивления резисторов  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = R_3 = 4 \text{ Ом}$ , полное сопротивление переменного резистора  $R_4 = 10 \text{ Ом}$ . ЭДС источника питания цепи  $15\text{В}$ , его внутреннее сопротивление  $R_{\text{в}} = 0,5 \text{ Ом}$ .

*Найти* показания амперметра в двух крайних положениях резистора и выбрать сопротивление  $R_A$  чтобы вносимая им погрешность измерения не превышала  $1 \%$ .



**№2.**

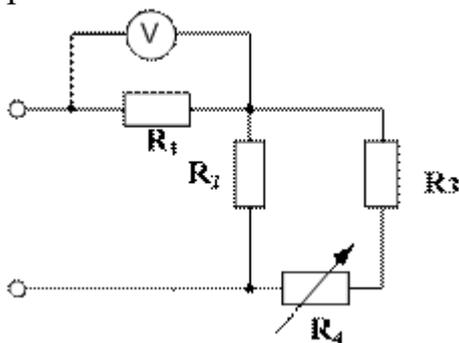
В сеть переменного тока через измерительный трансформатор тока 100/2,5 А и измерительный трансформатор напряжения 600/150 В включены амперметр, вольтметр и ваттметр, которые показали соответственно 100, 120 и 88 делений. Пределы измерения приборов следующие: амперметр – 3 А, вольтметр – 150 В, ваттметр – 2,5 А по току, 150 В – по напряжению. Все приборы класса точности  $\gamma = 0,5$  имеют максимальное число делений 150.

**Определить** полную потребляемую мощность, ее полное сопротивление и коэффициент мощности, наибольшую абсолютную и относительные погрешности измерения полного сопротивления, учитывая класс точности прибора.

**№3.**

Вольтметр подключен параллельно резистору  $R_1 = 1$  кОм, причем сопротивления резисторов  $R_2 = R_3 = 5$  кОм, а полное сопротивление переменного резистора  $R_4 = 10$  кОм. ЭДС источника питания цепи 110 В, его внутреннее сопротивление  $R_{вн} = 100$  Ом.

**Найти** показания вольтметра в двух крайних положениях резистора  $R_4$  и выбрать такое сопротивление  $R_V$ , чтобы вносимая им погрешность измерения не превышала 1 %.



**№4.**

Измерение падения напряжения на участке электрической цепи сопротивлением  $R=4$  Ом осуществляется вольтметром класса точности 0,5. Верхним пределом диапазона измерений равен 1,5 В. Стрелка вольтметра остановилась против цифры 0,95 В. Измерение выполняется в сухом отапливаемом помещении с температурой до 30°C при магнитном поле до 400 А/м. Сопротивление вольтметра  $R_V=1000$  Ом.

**Рассчитать** погрешности измерений.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Формой контроля знаний по дисциплине «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» являются две текущие аттестации в виде тестов

в каждом семестре обучения, промежуточные аттестации в виде зачета в 3 семестре и экзамена в 4 семестре в устной форме.

| Неделя текущего / промежуточного контроля                            | Вид оценочного средства | Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки | Содержание оценочного средства | Требования к выполнению  | Срок сдачи (неделя семестра)  | Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------|--|---|---|
| Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса | тестирование            | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5                                | 20 вопросов                    | Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру - 30 минут                          | Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры | Критерии оценки определяются процентным соотношением.<br>Не явка -0<br>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.<br>Хорошо - от 70%.<br>Отлично - от 90%.<br>Максимальная оценка – 5 баллов. |
| Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса | тестирование            | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5                                | 20 вопросов                    | Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут                           | Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры | Критерии оценки определяются процентным соотношением.<br>Не явка -0<br>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.<br>Хорошо - от 70%.<br>Отлично - от 90%.<br>Максимальная оценка – 5 баллов. |
| Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса | зачет                   | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5                                | 2 вопроса и задача             | зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 20 | Результаты предоставляются в день проведения зачета                 | Критерии оценки: <b>«Зачтено»:</b><br>знание основных понятий предмета;<br>умение использовать и применять полученные знания на практике;<br>работа на практических занятиях;                     |

|  |              |                      |             |  |   |  |
|--|--------------|----------------------|-------------|--|---|--|
|  |              |                      |             | минут.   |   | знание основных научных теорий, изучаемых предметов;<br>ответ на вопросы билета.<br><b>«Не зачтено»:</b><br>демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;<br>незнание основных понятий предмета;<br>неумение использовать и применять полученные знания на практике;<br>не работал на практических занятиях;<br>не отвечает на вопросы. |
| Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса | тестирование | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 | 20 вопросов | Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут | Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры | Критерии оценки определяются процентным соотношением.<br>Не явка -0<br>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.<br>Хорошо - от 70%.<br>Отлично – от 90%.<br>Максимальная оценка – 5 баллов.  |
| в соответствии с учебным планом                                      | тестирование | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 | 20 вопросов | Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут | Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры | Критерии оценки определяются процентным соотношением.<br>Не явка -0<br>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.<br>Хорошо - от 70%.<br>Отлично – от 90%.   |

|                                 |         |                      |                    |   |   |   |
|---------------------------------|---------|----------------------|--------------------|---|---|---|
|                                 |         |                      |                    |   |   | Максимальная оценка – 5 баллов.   |
| в соответствии с учебным планом | экзамен | ПК-3<br>ПК-4<br>ПК-5 | 2 вопроса и задача | Экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 20 минут. | Результаты предоставляются в день проведения экзамена | <p>Критерии оценки:</p> <p><b>«Отлично»:</b><br/> знание основных понятий предмета;<br/> умение использовать и применять полученные знания на практике;<br/> работа на практических занятиях;<br/> знание основных научных теорий, изучаемых предметов;<br/> ответ на вопросы билета.</p> <p><b>«Хорошо»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответы на вопросы билета</li> <li>• неправильно решено практическое задание</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b><br/> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;<br/> незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике;<br/> не работал на</p> |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  | <p>практических занятиях;<br/> <b>«Неудовлетворительно»:</b><br/> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;<br/> незнание основных понятий предмета;<br/> неумение использовать и применять полученные знания на практике;<br/> не работал на практических занятиях;<br/> не отвечает на вопросы.</p> |
|--|--|--|--|--|--|--|

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся».

#### 4.1. Тесты

1. Универсальные средства измерений служат

для определения действительных размеров;  
для определения годности деталей;  
для измерения предельных размеров.

2. Калибры – это

средство контроля;  
средство настройки;  
средство измерения.

3. В зависимости от полноты охвата проводят...

многоступенчатый контроль;  
непрерывный контроль;  
органолептический контроль.

4. Для какой основной единицы СИ отсутствует первичный эталон, которой ее воспроизводит?

метр,  
ампер,

килограмм,  
секунда,  
моль.

5. В какой системе единиц основными единицами являются килограмм, секунда, ампер? (выберите несколько вариантов ответа)

СГС,  
МКГСС,  
МТС,  
МКСА,  
СИ.

6. Можно ли учесть случайные погрешности при измерениях?

да;  
нет.

7. Относительная погрешность равна:

$\Delta/X_N$ .  
 $\Delta/X$ .  
 $\Delta/X_{\text{нор}}$ .  
 $X_N/X$ .  
 $X_N/X_{\text{нор}}$ .

Где  $\Delta$  - абсолютная погрешность.

$X_N$  – показание измерительного прибора.

$X$  – истинное значение измеряемой величины.

$X_{\text{нор}}$  – нормирующее значение.

8. Порядковая шкала – это ...

Шкала Кельвина;  
Шкала Цельсия;  
Шкала Мооса.

9. На вольтметре, имеющем предельное значение шкалы измерения 10 В, указан класс точности 0,05. Чему будет равна наибольшая возможная абсолютная погрешность прибора?

0,005 В;  
0,05%;  
0,05 В.

10. В цепи протекает ток 100 мА. Амперметр показывает 102 мА. Предел измерения 150 мА. Приведённая погрешность измерения равна ...

2 мА;  
2,0%;  
1,3%.

#### **4.2. Вопросы к зачету/экзамену.**

1. Метод измерения. Классификация методов измерений по организации сравнения измеряемой величины с единицей измерения. Методы непосредственной оценки
2. Классификация методов измерений по организации сравнения измеряемой величины с единицей измерения. Методы сравнения с мерой.
3. Метрологические характеристики средств измерений.
4. Классификация погрешностей средств измерений.
5. Показатели погрешностей средств измерений. Классы точности средств измерений. Их обозначение.
6. Выбор средств измерения.
7. Методика проведения измерений.
8. Обработка и представление результатов однократных измерений.
9. Понятие и сущность контроля. Система контроля качества продукции.
10. Объекты технического контроля
11. Виды технического контроля по стадиям производственного процесса и степени охвата продукции. Их характеристика.
12. Виды технического контроля по используемым средствам контроля и типу проверяемых параметров и признаков.
13. Организация технического контроля на предприятии.
14. Контроль деталей калибрами. Понятие и виды калибров.
15. Понятие, цели и задачи испытаний на разных этапах жизненного цикла продукции.
16. Виды испытаний на воздействие внешних факторов.
17. Виды испытаний по назначению или по цели проведения.
18. Виды испытаний по условиям и месту проведения.
19. Виды испытаний по принципу осуществления.
20. Виды испытаний по продолжительности воздействия и значениям воздействующих нагрузок
21. Способы проведения испытаний.
22. Подготовка и проведения испытаний
23. Программа испытаний: структура и содержание.
24. Методика испытаний: структура и содержание.
25. Основные виды отклонений формы плоских поверхностей. Средства для измерения отклонений формы плоских поверхностей.
26. Основные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей. Средства для измерения отклонений формы цилиндрических поверхностей.
27. Основные параметры метрических резьб. Комплексный и поэлементный контроль резьбовых изделий.
28. Методы взвешивания. Классификация применяемых весов.
29. Средства для измерения сил и моментов: общая характеристика и принципы действия.
30. Основные понятия и классификация приборов для измерения давления.

31. Жидкостные и деформационные (пружинные) манометры: общая характеристика и принцип действия.
32. Измерение расхода: основные понятия, методы и средства измерения расхода (по принципу действия).
33. Методы измерения температур в инженерном оборудовании. Измерение температуры термометрами.
34. Понятие твердости. Методы и средства измерения твердости металлов.
35. Разрушающие и неразрушающие методы технического контроля. Преимущества и недостатки.
36. Визуально-оптические методы контроля поверхностных дефектов.
37. Капиллярные методы контроля поверхностных дефектов.
38. Методы и средства контроля внутренних дефектов: общая характеристика.
39. Методы и средства контроля качества покрытий.
40. Методы и средства контроля толщины покрытий.
41. Статистический приемочный контроль качества продукции: основные понятия.
42. Оперативная характеристика.
43. Статистический приемочный контроль по количественному признаку.
44. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку.
45. Статистические методы контроля качества процесса: основные положения.
46. Механические испытания материалов.

#### 4.3. Задачи к зачету/экзамену.

1. Отсчет по шкале прибора с равномерной шкалой и с пределами измерений от  $0B$  до  $80B$  равен  $25B$ .

*Оценить* пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчёта для приборов следующих классов точности: а) 0,5; б) 0,5

2. При поверке амперметра с пределом измерений  $5 A$  в точках шкалы:  $1; 2; 3; 4; 5A$  получены следующие показания образцового прибора:  $0,95; 2,06; 3,05; 4,07A$ .

*Определить* абсолютные, относительные и приведенные погрешности в каждой точке шкалы и класс точности амперметра.

3. Микроамперметр на  $100 \text{ мкА}$  имеет шкалу в  $200$  делений.

*Определите* возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности  $1,0$ .

4. Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности  $1,0$  с диапазоном измерений от  $0B$  до  $300B$ , если при непосредственном сравнении его показаний с пока-

заниями образцового вольтметра были получены следующие данные:

|                         |      |       |       |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Рабочий вольтметр, В    | 60   | 120   | 180   | 240   | 300   |
| Образцовый вольтметр, В | 59,5 | 119,4 | 183,6 | 238,7 | 298,6 |

5. Манометр типа МТ-1 с диапазоном измерения от 0 кгс/см<sup>2</sup> до 100 кгс/см<sup>2</sup>, класс точности 1,5 используется для контроля постоянного давления 80 кгс/см<sup>2</sup>.

*Определите* абсолютную и относительную погрешности манометра.

6. При контроле метрологических параметров деформационных (пружинных) манометров со шкалой на 300 делений смещение стрелки от постукивания по корпусу прибора должно оцениваться с погрешностью, не превышающей 0,1 цены деления шкалы.

*Сопоставьте* эту погрешность отсчета с допустимой погрешностью для манометра класса 0,15.

7. Для измерения напряжения от 50В до 130В с относительной погрешностью, не превышающей 5%, был заказан вольтметр с верхним пределом измерения 150В и классом точности 1,0.

*Удовлетворяет* ли он поставленным условиям?

8. *Определите* по приведенной погрешности класс точности измерительного прибора при условии, что относительная погрешность измерения в середине шкалы не должна превышать 1 %.

9. Миллиамперметр рассчитан на ток 200 мА и имеет чувствительность 0,5 дел/мА.

*Определите* число делений шкалы, цену деления и измеренный ток, если указатель миллиамперметра отклонился на 30 делений?

10. Измерение производилось амперметрами класса точности 1,0 с номинальным током 5 А.

*Определите* относительную погрешность косвенного изменения тока  $I$ , если этот ток равен:

а) сумме токов  $I_1 = 4$  А и  $I_2 = 3$  А;

б) разности токов  $I_1 = 4$  А и  $I_2 = 3$  А.

11. Милливольтметр магнитоэлектрической системы класса точности 0,5 с пределами измерений 3; 1,5; 0,6; 0,3; 0,15 В имеет максимальное число делений 150.

*Определите* для каждого предела наибольшее и наименьшее значения измеряемых напряжений в точке, соответствующей 40 делениям

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ»**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Профиль: Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023

## 1. Общие положения

### Цель дисциплины:

- 1) изучение теоретико-методологических основ теории измерений;
- 2) изучение средств и методов измерений, испытаний и контроля качественных показателей технических систем и средств.
- 3) закрепление навыков обращения с приборами, оформления отчетных документов, изучения ГОСТов и других нормативных документов;
- 4) приобретение практического опыта поиска информации о параметрах и характеристиках типовых измерительных приборов, данных об организациях-разработчиках, поставщиках и производителей измерительных систем и средств;
- 5) изучение технологии и особенностей управления процессами испытаний, измерений и контроля в процессе промышленного производства;
- 6) развитие творческой самостоятельности студентов.

### Задачи дисциплины:

- 1) изучение методологии измерений, как основы получения данных о физических процессах и мире;
- 2) изучение принципов работы основных типов измерительных средств (приборов, устройств);
- 3) изучение основ организации измерений, испытаний и контроля в процессе промышленного производства;
- 4) изучение основных технических характеристик современных отечественных и зарубежных систем и средств измерений, испытаний и контроля;
- 5) изучение основных направлений развития методов, средств и систем измерений, испытаний и контроля на ближайшую перспективу;
- 6) изучение структуры и содержания отечественных и зарубежных руководящих документов по организации измерений, испытаний и контроля на промышленных предприятиях;
- 7) принципы и средства автоматизации проведения измерений, испытаний и контроля, в том числе с применением ПЭВМ и распределенных информационно-компьютерных сетей.

## 1. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Тема и содержание практического занятия: **Виды и методы измерений**

Классификация видов измерений по точности и количеству измерений, стабильности размера физической величины, использованию эталонов в ходе измерения, способу получения результата измерений, в зависимости от метрологического назначения. Характеристика видов измерения.

Метод непосредственной оценки. Методы сравнения с мерой (дифференциальный метод, нулевой метод, метод замещения, метод совпадений).

Сущность комплексного и дифференцированного методов измерений.

**Доклады:**

1. Понятие и виды органолептических методов измерения.
2. Органолептические методы измерений в управлении качеством.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 2.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Тема и содержание практического занятия: **Классификация средств измерений.**

Классификация средств измерений по назначению и конструктивному исполнению.

Понятие, виды и общая характеристика мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, измерительных установок и измерительных систем.

Классификация измерительных средств, используемых для линейных измерений в машиностроении.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 3.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое занятие по изучению средств измерений.

Тема и содержание практического занятия: **Средства измерений линейных величин**

Измерительные металлические линейки.

Назначение, виды и устройство штангенинструментов. Штангенинструменты с круговой шкалой и цифровым отсчетным устройством. Условные обозначения штангенинструментов.

Назначение, виды и устройство микрометрических инструментов.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 4.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое занятие по изучению средств измерений.

Тема и содержание практического занятия: **Рычажно-механические приборы для измерения линейных и диаметральных размеров**

Измерительные головки: назначение, виды, устройство и характеристики рычажно-механических приборов для измерения линейных и диаметральных размеров. Индикаторные стойки и штативы. Применение рычажно-механических приборов.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 5.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое занятие по изучению и применению средств измерений.

Тема и содержание практического занятия: **Меры длины и плоского угла.**

Назначение, типы и характеристики мер длины и плоского угла. Условные обозначения. Нормируемые параметры. Притираемость концевых мер. Выбор мер блока заданного размера.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 6.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Тема и содержание практического занятия: **Погрешности средств измерений**

Классификация погрешностей средств измерений (в зависимости от условий проведения, по форме выражения (представления) погрешности, по характеру проявления погрешности, в зависимости от характера изменения измеряемой величины). Характеристика видов погрешности.

Выражение погрешности в различных формах.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 7.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Подготовка к измерениям. Методика выполнения измерений**

Анализ постановки измерительной задачи. Создание условий для измерений. Выбор средств измерений. Выбор метода измерений. Выбор числа измерений. Подготовку оператора.

Содержание методики выполнения измерений.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 8.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Тема и содержание практического занятия: **Измерительные преобразователи.**

Физические явления, используемые при создании преобразующих элементов. Ёмкостные преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Электромагнитные преобразователи. Электромагнитный преобразователь. Электромеханические и магнитомеханические преобразователи Ионизационные преобразователи. Фотоэлектрические преобразователи. Резистивные

преобразователи. Преобразователи на основе эффектов Холла и Виганда. Термоэлектрические преобразователи. Ультразвуковые, радиоволновые и оптические датчики.

Доклады: Измерение электрических величин.

Гостированные обозначения типов электроизмерительных приборов.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### Практическое занятие 9.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое занятие по изучению средств измерений электрических величин.

Тема и содержание практического занятия: Допуски формы поверхности тел вращения. Определение годности деталей с отклонением формы поверхности. Решение задач.

#### Задачи

1. Назначьте допуск круглости на диаметр, указанный ниже в таблице по вариантам, начертите эскиз вала и проставьте условное обозначение с указанием допуска. Замените условное обозначение записью в технических требованиях к чертежу.

|         |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| Вариант | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Диаметр | 12e7 | 15f8 | 18H8 | 20k6 | 25m7 | 12e7 |

|         |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| Вариант | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| Диаметр | 28n8 | 30H7 | 36e8 | 40h7 | 45F8 | 28n8 |

2. Назначьте допуск профиля продольного сечения на диаметр, указанный ниже в таблице по вариантам, начертите эскиз вала и проставьте условное обозначение с указанием допуска. Замените условное обозначение записью в технических требованиях к чертежу.

|         |       |       |       |       |       |      |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Вариант | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    |
| Диаметр | 010H7 | 015m7 | 020H9 | 025n8 | 030F8 | 12g7 |

|         |       |       |      |       |       |      |
|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| Вариант | 7     | 8     | 9    | 10    | 11    | 12   |
| Диаметр | 018G7 | 020H6 | 06m6 | 030G8 | 046H9 | 50e7 |

3. Начертите в масштабе круглограмму, определите годность детали по круглости, охарактеризуйте форму поверхности

|         |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|---|---|---|---|---|---|

| Допуск на<br>круглость Δ,<br>мкм | 10   | 12   | 5  | 16   | 25   | 30   |
|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Размеры,<br>мм                   | 18,005;<br>18,01;<br>18,003;<br>17,99;<br>18,002;<br>18,004. | 14,055;<br>14,061;<br>14,058;<br>14,053;<br>14,059;<br>14,060. | 12,007;<br>12,004;<br>12,001;<br>12,002;<br>12,003;<br>12,006. | 48,01;<br>47,99;<br>47,96;<br>48,00;<br>48,01.<br>48,00. | 65,306;<br>65,315;<br>65,311;<br>65,304;<br>65,305;<br>65,312. | 120,02;<br>120,00;<br>120,015;<br>120,02;<br>120,025;<br>120,00. |

4. По заданному допуску профиля продольного сечения и результатам измерений отклонений размера определите годность детали. Начертите в масштабе схему формы продольного сечения.

| Вариант  | 1                     | 2                        | 3                       | 4                      | 5                          | 6                            |
|--|-----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Отклонения раз-<br>мера, мкм                               | 2; +1; 0; -<br>1; -2. | +14;+6; -8;<br>-1; + 10. | - 5; +1; +6;<br>+4; -8. | +8; +4; +1;<br>-3; -7. | +26; + 18;<br>+11; +8; +1. | +12; +8; -10;<br>+2; +6;-12. |
| Допуск допуск<br>профиля продоль-<br>ного сечения ,<br>мкм | 5                     | 8                        | 12                      | 16                     | 20                         | 25                           |

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

#### Практическое занятие 10.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное изучение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Измерение параметров резьбы.**

Основные параметры метрических резьб. Поэлементный контроль резьбы. Комплексный контроль резьбовых изделий.

Продолжительность занятия – 2/- ч.

#### Практическое занятие 11.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное изучение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Методы и средства измерения масс, сил и моментов**

Средства для измерения сил и моментов. Общие сведения о динамометрах. Конструкции динамометров.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

#### Практическое занятие 12.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное изучение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Методы и средства измерения шероховатостей поверхности и качества покрытий**

Параметры для оценки шероховатости. Способы оценки шероховатости. Определение шероховатости визуальным способом. Оптические средства измерения шероховатости. Щуповые приборы для измерения шероховатости.

Методы и средства измерения толщины плёнок и покрытий. Определения толщины непрозрачных покрытий. Определения толщины прозрачных лаковых покрытий. Методы определения твердости покрытий. Методы определения параметров шероховатости лакокрасочных покрытий.

Обобщенный сравнительный анализ методов и средств измерения шероховатостей поверхности и качества покрытий

### **Практическое занятие 13.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное изучение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Методы и средства измерения твердости**

Статические методы определения твердости. Динамические методы определения твердости. Методы по Шору. Метод Польди. Иные методы определения твердости.

Обобщенный сравнительный анализ методов измерения твердости.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 14.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное изучение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Методы и средства измерения температуры.**

Измерение температур: общие сведения. Температурные шкалы. Классификация средств измерений температуры. Манометрические термометры. Жидкостные манометрические термометры. Конденсационные манометрические термометры. Дилатометрические и биметаллические термометры. Термоэлектрический метод измерения температур.

Обобщенный сравнительный анализ методов измерения температуры.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 15.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное изучение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Контроль деталей калибрами.**

Классификация калибров. Допуски калибров для контроля гладких Контроль калибрами цилиндрических деталей

Продолжительность занятия– 2/- ч.

#### **Практическое занятие 16.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое обсуждение.

Тема и содержание практического занятия: **Неразрушающие методы технического контроля.**

Визуально-оптические методы неразрушающего контроля. Капиллярные методы неразрушающего контроля. Тепловые методы неразрушающего контроля. Электромагнитные методы неразрушающего контроля.

**Доклады:**

1. Радиационные методы неразрушающего контроля.
2. Ультразвуковые методы неразрушающего контроля
3. Другие методы неразрушающего контроля

Продолжительность занятия – 2/- ч.

#### **Практическое занятие 17.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое обсуждение.

Тема и содержание практического занятия: **Виды, методы и средства испытаний.**

**Вопросы для обсуждения**

1. Испытания; общие сведения о современных испытаниях и их отличия от современного контроля.
2. Основные виды испытаний и их характеристика.
3. Способы проведения испытаний.
4. Особенности испытаний на функционирование, на безопасность и на надежность, структурная схема испытаний.
5. Применяемое оборудование, его классификация, основные параметры, возможная конструктивная реализация, разработка программы и методик испытаний, автоматизация испытаний.

**Доклад:** Климатические испытания

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

#### **Практическое занятие 18.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое обсуждение.

Тема и содержание практического занятия: **Механические испытания материалов и изделий.**

Вопросы для обсуждения.

1. Характеристика механических воздействующих факторов. Колебания, удар, постоянное ускорение, механическое давление, сила (момент).
2. Испытания на растяжение, сжатие, кручение..

3. Испытания на ударные воздействия.
4. Испытания на воздействие вибраций.
5. Испытания на воздействие линейных ускорений.
6. Оборудование для создания механических воздействий.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 19.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: групповое обсуждение.

Тема и содержание практического занятия: **Испытания на надежность**  
Нормативные документы по испытаниям продукции на надёжность. Количественная мера надёжности технических объектов и сложных систем. Виды и цели испытаний на надёжность. Методы испытания на надёжность.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

## **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Цель и задачи выполнения лабораторных работ:

- закрепление материала лекций по устройству и характеристикам средств и методов измерений, испытаний и контроля показателей технических систем и средств;
- выработка умений и навыков применения методов и средств измерений, испытаний и контроля.

Методика выполнения лабораторных работ определяется моделью соответствующей задачи, решаемой студентом на занятии по заданию преподавателя.

Средства выполнения лабораторных работ: программное обеспечение SoftWare, нормативные документы по метрологии, стандартизации и оценке соответствия, средства измерений.

Этапы выполнения лабораторных работ

1. Постановка задачи лабораторной работы.
2. Ознакомление студента с содержанием и объемом лабораторной работы.
3. Порядок выполнения лабораторной работы.
4. Регистрация результатов и оформление отчета о лабораторной работе.
5. Заключительная часть лабораторной работы. Выводы.

Тематика лабораторных работ и задания к ним.

### **Лабораторная работа 1.**

**Тема: Метрологические характеристики средств измерений**

**Цель:** Закрепить знания и получить навыки определения метрологических характеристик и погрешностей средства измерения.

Продолжительность занятия – 2/2.

**Задание:**

1. Повторить материал лекции «Средства измерений и их характеристики» (вопросы 2-4).
2. Ответить на контрольные вопросы:
  - 1) Метрологические характеристики средств измерений.
  - 2) Что такое абсолютная, относительная и приведенная погрешности средств измерений? Как они определяются?
  - 3) Что понимается под классом точности средств измерений.
  - 4) Как обозначаются классы точности измерительных приборов?
3. Определить недостающие в таблице параметры, определить показания прибора и найти погрешности измерений для своих вариантов (минимум 3 варианта: с тремя формами представления класса точности). Варианты выбираются студентом самостоятельно.

| Вариант | 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 |
|---------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------|------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|---|--|
| 1       | Амперметр            | 50                   | 5А                       |              |                  | 37                           |                              | (1,5)          |   |  |
| 2       | Манометр             | 100                  | 0,4 Па                   |              |                  | 60                           |                              | 1,0            |   |  |
| 3       | Уровнемер            | 60                   |                          | 0,1 м        |                  | 52                           |                              |                | 0,006 м   |  |
| 4       | Тахометр             | 100                  | 300 1/с                  |              |                  | 56                           |                              | (0,5)          |   |  |
| 5       | Вольтметр            | 60                   |                          |              | 2                | 26                           |                              |                | 0,45 В  |  |
| 6       | Манометр             | 200                  | 10 Па                    |              |                  | 150                          |                              | 0,4            |   |  |
| 7       | Амперметр            |                      | 3 А                      |              | 10               |                              | 2 А                          | 0,03/0,02      |   |  |
| 8       | Вольтметр            |                      | 250 В                    |              | 0,2              |                              | 220 В                        | (1,5)          |   |  |
| 9       | Манометр             | 40                   | 1,6 кПа                  |              |                  | 36                           |                              |                | 40 Па   |  |
| 10      | Вольтметр            | 150                  |                          | 0,1 В        |                  | 48                           |                              | 0,05/0,02      |   |  |
| 11      | Термометр            | 100                  | 100 °С                   |              |                  | 62                           |                              | 0,2            |   |  |
| 12      | Тахометр             | 100                  |                          |              | 0,5              | 30                           |                              |                | 2 1/с   |  |
| 13      | Ваттметр             | 150                  |                          | 0,1 кВт      |                  |                              | 3,8 кВт                      | (0,5)          |   |  |
| 14      | Расходомер           |                      | 2 кг/с                   |              | 10               |                              | 0,8 кг/с                     | 1              |   |  |
| 15      | Напоромер            |                      | 2 кПа                    | 10 Па        |                  |                              | 0,8 кПа                      | 4              |   |  |
| 16      | Амперметр            |                      | 20 А                     | 0,1 А        |                  |                              | 15 А                         |                | 0,05 А  |  |
| 17      | Плотномер            | 50                   | 5 кг/м <sup>3</sup>      |              |                  | 23                           |                              |                | 0,01 кг/м <sup>3</sup>                                |  |
| 18      | Термометр            |                      | 400 К                    | 2 К          |                  | 130                          |                              |                | 0,04 К  |  |
| 19      | Тягомер              |                      | 20 кПа                   | 0,2 кПа      |                  |                              | 17 кПа                       | 0,5            |   |  |
| 20      | Термометр            |                      | 350 °С                   |              | 0,2              |                              | 250 °С                       | 1,5            |   |  |

**Лабораторная работа 2.**

**Тема: Измерение линейных и диаметральнх размеров**

## штангенциркулем

**Цель работы:** закрепить теоретические знания по устройству штангенциркулей, освоить методику проведения измерений штангенциркулем типовой детали.

Продолжительность занятия – 4/1.

**Используемые средства измерений и объекты:**

- 1) штангенциркули (с нониусом, стрелочный, цифровой);
- 2) измеряемая деталь.

**Задание:**

1. Изучить порядок проведения измерений.
2. Определить основные параметры используемых в работе измерительных инструментов и занести их в таблицу.

| Параметр Измерительный инструмент | Цена деления нониуса, мм | Цена деления основной шкалы, мм | Диапазон показаний, мм | Диапазон измерений (наружн., внутр.), мм |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Штангенциркуль с нониусом         |                          |                                 |                        |  |
| Штангенциркуль стрелочный         |                          |                                 |                        |  |
| Штангенциркуль цифровой           |                          |                                 |                        |  |

3. Проверить исправность используемого измерительного инструмента.

4. Проверить установку на нуль штангенциркуля (если он сбит, оценить систематическую погрешность). Если погрешность больше допустимой погрешности средства измерения (0,1 или 0,05 мм), то ввести поправку на окончательный результат измерения.

5. Для выданной преподавателем детали составить эскиз.

6. Измерить линейные размеры, обозначенные на эскизе, штангенциркулем.

7. Определить погрешность каждого измеряемого размера. За номинальный размер  $X$  принять ближайшее целое число.

8. Результаты измерений и расчётов свести в таблицу.

9. Оформить отчёт по лабораторной работе.

## Лабораторная работа 3.

**Тема: Измерение линейных и диаметральных размеров микрометром**

**Цель работы:** освоить правила измерения геометрических размеров с использованием микрометра и изучить алгоритм расчёта погрешности при измерениях.

**Используемые объекты и средства измерений:**

- 1) микрометр гладкий;
- 2) измеряемые объекты.

Продолжительность занятия – 2/1.

### ***Задание и порядок его выполнения***

1. Изучить порядок проведения измерений с использованием микрометра.
2. Проверить нулевые показания микрометра, при необходимости выполнить его настройку.
3. Подготовить таблицу для 10 измерений для каждой измеряемой детали.

| Микрометр             | № измерения      | $X_i$ , мм | $\Delta X_i$ , мм |
|-----------------------|------------------|------------|-------------------|
| (данные о микрометре) | 1                |            |                   |
|                       | 2                |            |                   |
|                       | 3                |            |                   |
|                       | 4                |            |                   |
|                       | 5                |            |                   |
|                       | 6                |            |                   |
|                       | 7                |            |                   |
|                       | .....            |            |                   |
|                       | Среднее значение |            |                   |

2. Проверить установку нуля микрометра (если настройки прибора сбиты, то необходимо определить его систематическую погрешность, если она больше 0,01 мм, то следует ввести поправку на окончательный результат).

3. Занести в таблицу тип микрометра и его рабочие (технические) характеристики (диапазон измерений, шаг микрометрического винта, класс точности прибора, предел допускаемой погрешности).

4. Провести измерение длины исследуемой детали 10 раз. Результаты измерений занести в таблицу.

5. Провести оценку погрешностей, полученных при измерениях проволоки.

### **Лабораторная работа 4.**

#### ***Тема: Погрешности и классы точности средств измерений***

**Цель работы.** Изучить алгоритм расчёта абсолютной, относительной и приведенной погрешностей в зависимости от класса точности прибора, а также определить возможность использования измерительного средства для проведения измерений.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

#### ***Задания и порядок выполнения работы.***

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Выбрать расчетное задание. Номер задания соответствует номеру студента в списке группы.
2. Провести расчеты согласно предложенному алгоритму.
3. На основании выполненных расчетов сформулировать вывод.

### Задание 1.

Отсчет по шкале прибора с равномерной шкалой и с пределами измерений от  $0В$  до  $80В$  равен  $25В$ .

Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчёта для приборов следующих классов точности: а)  $0,02/0,01$ ; б)  $0,5$ ; в) 0,5

При поверке амперметра с пределом измерений  $5 А$  в точках шкалы:  $1$ ;  $2$ ;  $3$ ;  $4$ ; и  $5А$  получены следующие показания образцового прибора:  $0,95$ ;  $2,06$ ;  $3,05$ ; и  $4,07А$ .

Определить абсолютные, относительные и приведенные погрешности в каждой точке шкалы и класс точности амперметра.

### Задание 2.

Микроамперметр на  $100 мкА$  имеет шкалу в  $200$  делений.

Определите возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности  $1,0$ .

Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности  $1,0$  с диапазоном измерений от  $0В$  до  $300В$ , если при непосредственном сравнении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие данные:

|                         |      |       |       |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Рабочий вольтметр, В    | 60   | 120   | 180   | 240   | 300   |
| Образцовый вольтметр, В | 59,5 | 119,4 | 183,6 | 238,7 | 298,6 |

### Задание 3.

При поверке амперметра с пределом измерений  $5 А$  в точках шкалы:  $1$ ;  $2$ ;  $3$ ;  $4$ ; и  $5А$  получены следующие показания образцового прибора:  $0,95$ ;  $2,06$ ;  $3,05$ ; и  $4,07А$ .

Определить абсолютные, относительные и приведенные погрешности в каждой точке шкалы и класс точности амперметра.

Манометр типа МТ-1 с диапазоном измерения от  $0 кгс/см^2$  до  $100 кгс/см^2$ , класс точности  $1,5$  используется для контроля постоянного давления  $80 кгс/см^2$ .

Определить абсолютную и относительную погрешности манометра.

### Задание 4.

При контроле метрологических параметров деформационных (пружинных) манометров со шкалой на  $300$  делений смещение стрелки от постукивания по корпусу прибора должно оцениваться с погрешностью, не превышающей  $0,1$  цены деления шкалы.

Сопоставьте эту погрешность отсчета с допустимой погрешностью для манометра класса  $0,15$ .

Для измерения напряжения от  $50В$  до  $130В$  с относительной погрешностью, не превышающей  $5\%$ , был заказан вольтметр с верхним пределом измерения  $150В$  и классом точности  $1,0$ .

Удовлетворяет ли он поставленным условиям?

### Задание 5.

*Определите* по приведенной погрешности класс точности измерительного прибора при условии, что относительная погрешность измерения в середине шкалы не должна превышать 1 %.

Вольтметр типа Д566/107, класса точности 0,2, имеет диапазон измерений от 0В до 50В.

*Определить* допускаемую абсолютную и относительную погрешности, если стрелка вольтметра остановилась на делении шкалы против цифры 20В

**Задание 6.**

Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности 1,0 с диапазоном измерений от 0В до 300В, если при непосредственном сравнении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие данные:

|                         |      |       |       |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Рабочий вольтметр, В    | 60   | 120   | 180   | 240   | 300   |
| Образцовый вольтметр, В | 60,5 | 119,7 | 183,5 | 238,7 | 298,8 |

В цепь с током 15А включены три амперметра со следующими параметрами: класса точности 1,0 со шкалой на 40А; класса точности 1,5 на 30А и класса точности 2,5 на 20А.

*Определить*, какой из амперметров обеспечит большую точности измерения тока в цепи

**Задание 7.**

Класс точности приборов Б и В одинаков, а верхний предел измерения прибора Б больше.

В каком соотношении будут находиться максимальные значения абсолютных погрешностей измерений:  $\Delta_{max Б}$  и  $\Delta_{max В}$ ?

Класс точности характеризовать приведенной погрешностью.

Для измерения напряжения от 80В до 120В с относительной погрешностью, не превышающей 4 %, был заказан вольтметр, имеющий класс точности 0,5 и верхний предел измерений 150В.

*Удовлетворяет* ли он поставленным условиям?

**Задание 8.**

По приведенной погрешности определить класс точности миллиамперметра, который необходим для измерения тока от 0,1мА до 0,5мА (относительная погрешность измерения не должна превышать 1%).

Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности 1,5 с диапазоном измерений от 0В до 250В, если при непосредственном сличении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие результаты:

|                         |      |       |       |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Рабочий вольтметр, В    | 50   | 100   | 150   | 200   | 250   |
| Образцовый вольтметр, В | 49,8 | 101,8 | 152,9 | 203,2 | 249,1 |

При этом известно, что образцовый вольтметр имеет систематическую погрешность  $0,6B$  на всем диапазоне измерений.

### Задание 9.

При поверке дистанционного парогазового термометра класса точности 2,5 с пределом измерений  $100^{\circ}\text{C}$  были получены следующие показания образцовых ртутных термометров в оцифрованных точках поверяемого.

|  |    |    |    |    |     |
|--|----|----|----|----|-----|
| Поверяемые точки, $^{\circ}\text{C}$   | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| При повышении $t$ , $^{\circ}\text{C}$ | 21 | 40 | 59 | 76 | 98  |
| При понижении $t$ , $^{\circ}\text{C}$ | 22 | 41 | 60 | 77 | 98  |

Оцените годность прибора; в случае брака укажите точку, из-за которой принято данное решение.

Отсчет по шкале прибора с равномерной шкалой и с пределами измерений от  $0B$  до  $100B$  равен  $25B$ .

Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчёта для приборов следующих классов точности: а)  $0,02/0,01$ ; б)  $0,5$ ; в) 0,5

### Задание 10.

Класс точности весов  $0,2$ .

Определите допускаемую относительную погрешности этих весов в начале (1 деление) и в середине шкалы, если весы рассчитаны на 100 делений.

По приведенной погрешности определить класс точности миллиамперметра, который необходим для измерения тока от  $0,1\text{mA}$  до  $1,0\text{mA}$  (относительная погрешность измерения не должна превышать  $1\%$ ).

### Задание 11.

При поверке амперметра с пределом измерений  $5\text{A}$  в точках шкалы: 1; 2; 3; 4; и  $5\text{A}$  получены следующие показания образцового прибора:  $0,97$ ;  $2,04$ ;  $3,09$ ; и  $4,10\text{A}$ .

Определить абсолютные, относительные и приведенные погрешности в каждой точке шкалы и класс точности амперметра.

Для измерения напряжения от  $50\text{B}$  до  $220\text{B}$  с относительной погрешностью, не превышающей  $5\%$ , был заказан вольтметр с верхним пределом измерения  $250\text{B}$  и классом точности  $1,0$ .

Удовлетворяет ли он поставленным условиям?

## Лабораторная работа 5.

**Тема: Оценка погрешности прямых однократных измерения**

**Цель занятия:** приобретение студентами навыков проведения прямых однократных измерений и оценивания погрешностей результата измерений.

**Используемые объекты и средства измерений:**

- 1) измерительные инструменты: штангенциркуль, микрометр;
- 2) измеряемые детали;
- 3) компьютер;
- 4) Р 50.2.038-2004. Рекомендации по метрологии. Измерения прямые

однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.

Продолжительность занятия – 2/- ч.

### **Задание**

1. Произвести 3 измерения линейного размера детали, выданной преподавателем. Средства измерений: штангенциркуль и (или) микрометр.

2. Найти действительное значение измеряемой величины как среднее арифметическое результатов измерений.

3. Из документации на измерительный прибор определить основную и дополнительные абсолютной погрешности средства измерения, цену деления шкалы.

4. Величину методической погрешности (аддитивной поправки) и СКО SX при P=0,95 взять для своего варианта из следующей таблицы.

| Вариант  | 1     | 2    | 3     | 4    | 5    | 6     | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   | 13   | 14    |
|--|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| $S, \text{мм}$                                   | 0,1   | 0,15 | 0,06  | 0,08 | 0,05 | 0,1   | 0,15 | 0,06 | 0,08  | 0,05 | 0,15 | 0,06 | 0,08 | 0,05  |
| Методическая погрешность $ \Theta_M , \text{мм}$ | -0,05 | 0,05 | 0,025 | 0,05 | 0,01 | -0,05 | 0,2  | 0,06 | -0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,1  | 0,025 |

5. Произвести оценку погрешности и записать результат измерений.

### **Лабораторная работа 6.**

**Тема: Выбор средств для измерения линейных размеров**

**Цель работы.** Закрепить теоретические знания по выбору средств для измерения линейных размеров. Освоить правила выбора средств измерений с использованием нормативных документов.

**Используемые средства и нормативные документы:**

- 1) компьютерный класс с выходом в интернет;
- 2) ГОСТ 8.051-81 ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм;
- 3) РД 50-98-86. Методические указания. Выбор универсальных средств измерения линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051-81).

Продолжительность занятия – 2/- ч.

### **Задание.**

В соответствии с вариантом задания:

а) по таблице ГОСТ 8.051-81 в зависимости от качества и номинального размера детали определить величину предельной погрешности измерения;

б) в зависимости от измеряемой детали и требуемой точности измерения выбрать метод измерения (метод непосредственного измерения или метод сравнения с мерой) и тип средств измерения (накладные или станковые средства измерения наружных размеров, средства измерения внутренних

размеров, средства измерения глубин и уступов);

с) по табл. V-IX методических указаний РД 50-98-86 в зависимости выбранного типа средства измерения, качества и номинального размера детали и предельной погрешности измерения определить возможные варианты конкретных измерительных средств и способы их использования (они обозначаются номерами и буквами из таблиц I на II методических указаний);

д) пользуясь таблицами I на II методических указаний описать возможные варианты конкретных измерительных средств и способы их использования;

е) сделать обоснованный выбор одного из вариантов измерительных средств и способов его использования;

а) по результатам работы составить отчет.

### Лабораторная работа 7.

#### Тема: Выбор измерительных средств для определения отклонений формы поверхностей

**Цель работы:** закрепить теоретические знания по выбору средств измерения для контроля отклонения формы, освоить правила выбора средств измерений с использованием нормативных документов.

**Используемые средства и нормативные документы:**

1) компьютерный класс с выходом в интернет;  
2) ГОСТ 10905-86 Плиты поверочные и разметочные. Технические условия;

3) ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия (с Изменениями N 2, 3, 4, 5, 6);

4) ГОСТ 3749-77 Угольники поверочные 90°. Технические условия;

5) ГОСТ 8026-92 Линейки поверочные с широкой рабочей поверхностью.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

**Задание.**

Выбрать средство измерений (измерительную головку, а также необходимые дополнительные средства) минимально допустимой точности для контроля отклонения поверхности от перпендикулярности и от параллельности по вариантам, приведенным в таблице.

| Вариант | Длина поверхности H, мм | Допуск перпендикулярности, мкм | Вариант | Высота H, мм | Длина поверхности L, мм | Допуск параллельности, мкм |
|---------|-------------------------|--------------------------------|---------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| 1       | 90                      | 50                             | 1       | 25           | 50                      | 40                         |
| 2       | 100                     | 80                             | 2       | 35           | 60                      | 50                         |
| 3       | 120                     | 60                             | 3       | 50           | 100                     | 60                         |
| 4       | 150                     | 100                            | 4       | 70           | 120                     | 80                         |
| 5       | 160                     | 160                            | 5       | 120          | 300                     | 100                        |

|    |     |     |    |     |     |     |
|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| 6  | 200 | 120 | 6  | 160 | 200 | 160 |
| 7  | 140 | 40  | 7  | 200 | 400 | 120 |
| 8  | 60  | 60  | 8  | 220 | 450 | 80  |
| 9  | 100 | 160 | 9  | 250 | 500 | 200 |
| 10 | 160 | 200 | 10 | 300 | 600 | 250 |
| 11 | 90  | 60  | 11 | 25  | 60  | 40  |
| 12 | 100 | 100 | 12 | 35  | 80  | 50  |
| 13 | 120 | 80  | 13 | 50  | 120 | 60  |
| 14 | 150 | 80  | 14 | 70  | 140 | 80  |
| 15 | 160 | 180 | 15 | 120 | 350 | 100 |
| 16 | 200 | 120 | 16 | 160 | 220 | 160 |
| 17 | 140 | 60  | 17 | 200 | 420 | 120 |
| 18 | 60  | 80  | 18 | 220 | 480 | 80  |
| 19 | 100 | 180 | 19 | 250 | 540 | 200 |
| 20 | 160 | 210 | 20 | 300 | 640 | 250 |

### Лабораторная работа 8.

**Тема: Выбор измерительных средств для определения отклонения вала от круглости**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания по выбору средств измерения для контроля отклонения формы, освоить правила выбора средств измерений с использованием нормативных документов.

**Используемые средства и нормативные документы:**

- 1) компьютерный класс с выходом в интернет;
- 2) ГОСТ 10905-86 Плиты поверочные и разметочные. Технические условия;
- 3) ГОСТ 5641-82 Призмы поверочные и разметочные;
- 4) ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия (с Изменениями N 2, 3, 4, 5, 6);

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

**Задание.**

Выбрать средство измерений (измерительную головку, а также необходимые дополнительные средства: поверочную плиту, призму, штатив минимально допустимой точности для контроля отклонения вала от круглости по вариантам, приведенным в таблице. Вариант определяется номером студента в журнале группы.

| Вариант | Диаметр, мм | Допуск круглости ΔA, мкм | Число граней |
|---------|-------------|--------------------------|--------------|
| 1       | 20          | 25                       | 3            |
| 2       | 24          | 40                       | 5            |
| 3       | 40          | 50                       | 9            |

|    |     |     |   |
|----|-----|-----|---|
| 4  | 60  | 100 | 8 |
| 5  | 80  | 160 | 3 |
| 6  | 100 | 60  | 5 |
| 7  | 150 | 80  | 7 |
| 8  | 180 | 120 | 9 |
| 9  | 200 | 200 | 8 |
| 10 | 20  | 35  | 3 |
| 11 | 24  | 50  | 5 |
| 13 | 30  | 60  | 7 |

### Лабораторная работа 9.

#### Тема: Измерение и контроль параметров резьбы дифференциальным методом

*Цель работы:* приобретение студентами навыков проведения измерений и контроля параметров резьбы дифференциальным методом.

*Используемые объекты и инструменты:*

- 1) гладкий микрометр;
- 2) резьбомер, линейка;
- 3) резьбовой болт;
- 4) комплект проволочек;
- 5) ГОСТ 16093-2004 (ИСО 965-1:1998, ИСО 965-3:1998) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором;

- 6) ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные параметры.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

#### **Задание.**

Произвести контроль изделия (болта) Для этого определить значения наружного и среднего диаметров резьбы и сделать вывод о его пригодности.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### Лабораторная работа 10.

#### Тема: Контроль линейных и угловых размеров детали универсальными измерительными инструментами

*Цель работы* – освоить методику проведения измерений средствами, широко используемыми в условиях производства и с их помощью провести контроль линейных и угловых размеров типовой детали.

*Используемые средства измерений и объекты:*

1. Штангенциркули (с нониусом, стрелочный, цифровой);
2. Измеряемая деталь.
3. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.

Продолжительность занятия – 2/- ч.

**Задание и порядок выполнения.**

1. Для выданной преподавателем детали составить эскиз. Обозначить буквами А, В, С и т.д. сопрягаемые размеры детали.

2. Измерить линейные размеры, обозначенные на эскизе штангенциркулем и микрометром.

3. Определить погрешность каждой измеряемой величины. За номинальный размер X принять ближайшее целое число.

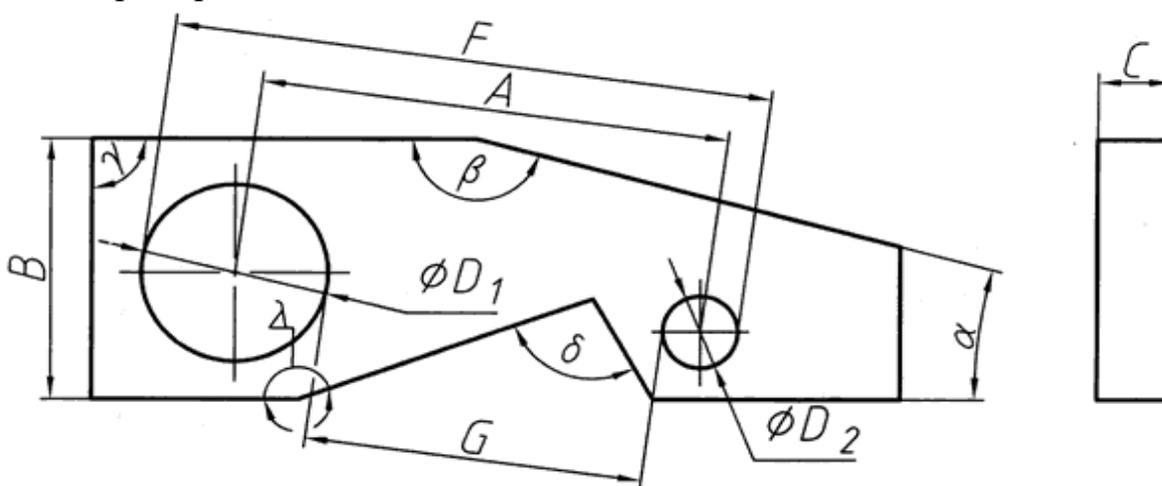
4. Определить допуск (IT) каждого размера по ГОСТ, исходя из заданного качества точности и значения X.

5. Результаты измерений и расчетов свести в таблицу.

6. Сделать вывод о годности детали по данному размеру. Результаты занести в таблицу.

7. Оформить отчет по лабораторной работе.

Пример эскиза детали.



Пример таблицы

| Размер | Результат измерения (Xд), мм  | Номинальный размер (X), мм (ближайшее целое число) | Погрешность размера $\Delta X = X_d - X$ , мкм | Допуск (IT) размера, мкм | Вывод по результатам контроля (годен, брак) |
|--------|-------------------------------|--|--|--------------------------|---|
| B      |                               |  |  |                          |   |
| C      |                               |  |  |                          |   |
| D1     |                               |  |  |                          |   |
| D2     |                               |  |  |                          |   |
| F      |                               |  |  |                          |   |
| G      |                               |  |  |                          |   |
| A      | $A' = F - (D_1 + D_2) / 2 =$  |  |  |                          |   |
|        | $A'' = G + (D_1 + D_2) / 2 =$ |  |  |                          |   |

### Лабораторная работа 11.

**Тема: Статистический приемочный контроль качества продукции по количественному признаку**

**Цель работы:** изучение методики и получение практических навыков проведения статистического приёмочного контроля качества продукции по количественному признаку в соответствии с нормативной документацией.

**Используемые средства и нормативные документы:**

- 1) компьютерный класс с выходом в интернет;
- 2) ГОСТ Р 50779.53-98 Статистические методы. Приемочный контроль качества по количественному признаку для нормального закона распределения.
- 3) Лабораторный практикум.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

**Задание.**

1. Изучить методику проведения статистического приемочного контроля качества поставщика в соответствии с ГОСТ Р 50779.53-98.
2. Внутрифирменный статистический приемочный контроль поставщика.

Диаметр отверстия имеет номинальное значение  $\varnothing 60$ . Для диаметра отверстия установлены наименьшее ( $a = 59,980$  мм) и наибольшее ( $b = 60,010$  мм) предельные значения. Характеристика поставщика: отсутствует сертификат на систему менеджмента качества, но имеется сертификат на продукцию, продукция поставляется длительное время удовлетворительного качества. На отдельных этапах производства внедрены методы статистического управления технологическими процессами.

Поставка характеризуется следующими параметрами:

- нормативный уровень несоответствий  $NQL$  (устанавливается преподавателем индивидуально);
- среднее значение показателя качества принять равным номинальному значению контролируемого параметра;
- значения контролируемого параметра распределены по нормальному закону со стандартным отклонением  $\sigma$  (устанавливается индивидуально).

В результате измерений значений диаметров отверстия получены следующие значения (выбираются из нежеприведённых значений в соответствии с объёмом полученной выборки  $n$ ):

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 59,987 | 60,000 | 59,993 |
| 59,993 | 60,003 | 60,001 |
| 59,992 | 69,985 | 59,984 |
| 60,002 | 59,999 | 59,997 |
| 59,996 | 59,997 | 60,982 |

Принять решение о приёмке контролируемой партии.

#### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

| № п/п | Наименование блока (раздела) дисциплины | Виды СРС |
|-------|---|----------|
|-------|---|----------|

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | <p>Введение. Основные понятия и определения. Области и виды измерений.</p> <p>Виды и методы измерений.</p>  | <p>Самостоятельное изучение разделов тем.</p> <p>Подготовка рефератов. Примерная тематика: История создания и развития приборов для высокоточных линейных измерений.</p> <p>Понятие и виды органолептических методов измерения.</p> <p>Органолептические методы измерений в управлении качеством.</p>   |
| 2 | <p>Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.</p> <p>Средства измерений линейных величин</p> <p>Погрешности и классы точности средств измерений</p> | <p>Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к лабораторным занятиям.</p> <p>Подготовка рефератов. Примерная тематика: Погрешности при измерениях.</p> <p>История создания и развития приборов для высокоточных линейных измерений.</p> <p>Сущность комплексного и дифференцированного методов измерений</p>  |
| 3 | <p>Подготовка к измерениям. Методика выполнения измерений</p>   | <p>Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.</p>  |
| 4 | <p>Измерительные преобразователи</p> <p>Измерение электрических величин</p>   | <p>Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.</p> <p>Подготовка рефератов. Примерная тематика: Физические явления, используемые при создании преобразующих элементов.</p> <p>Преобразователи на основе эффектов Холла и Виганда.</p> <p>Термоэлектрические преобразователи.</p> <p>Ультразвуковые, радиоволновые и оптические датчики.</p> |
| 5 | <p>Методы и средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей</p>   | <p>Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.</p> <p>Подготовка рефератов. Примерная тематика: Схемы измерения отклонений формы поверхностей. Схемы измерения расположения поверхностей.</p>   |
| 6 | <p>Измерение углов и конусов. Измерение параметров резьбы</p> <p>Методы и средства измерения масс, сил и моментов</p>   | <p>Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Подготовка рефератов. Примерная тематика: Комплексный контроль резьбовых изделий.</p> <p>Общие сведения о динамометрах. Конструкции динамометров.</p>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 7 | Методы и средства измерения шероховатостей поверхности и качества покрытий<br>Методы и средства измерения твердости<br>Измерения давления и температуры | Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим занятиям.<br>Подготовка рефератов. Примерная тематика:<br>Динамические методы определения твердости.<br>Температурные шкалы. Конденсационные манометрические термометры. Термоэлектрический метод измерения температур. |
| 8 | Контроль изделий машиностроения<br>Методы технического контроля качества  | Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.<br>Подготовка рефератов. Примерная тематика:<br>Радиационные методы неразрушающего контроля.<br>Ультразвуковые методы неразрушающего контроля<br>Другие методы неразрушающего контроля         |
| 9 | Виды, методы и средства испытаний<br>Механические испытания материалов и изделий<br>Испытания на надежность   | Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка рефератов. Примерная тематика:<br>Основные виды испытаний и их характеристика.<br>Особенности испытаний на функционирование, на безопасность и на надежность, структурная схема испытаний.         |

## **5. Указания по проведению контрольных и курсовых работ для обучающихся очной, заочной формы обучения**

### **5.1. Требования к структуре**

Структура контрольной и курсовой работ должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### **5.2. Требования к содержанию (основной части)**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению**

Объём контрольной работы – 10 страниц формата А 4, курсовой – 25-30 страниц текста, напечатанного с одной стороны листа (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

#### ***Примерные темы курсовой работы***

1. Сравнительный анализ современных методов и средств неразрушающего контроля и перспективы их развития.

2. Метрологическая надежность средств измерения и методы её оценки.

3. Методы и средства защиты окружающей среды от воздействия электромагнитных полей и разработка предложений по их совершенствованию.

4. Организация метрологического контроля на примере конкретной организации.

5. Анализ современных методов управления качеством окружающей природной среды и разработка предложений по их совершенствованию.

6. Анализ современных методов прогнозирования загрязнения окружающей среды и их достоверность.

7. Анализ существующих критериев оценки состояния природных сред и разработка предложений по их совершенствованию.

8. Анализ требований нормативной документации на методы испытаний и правил отбора проб на примере конкретного вида продукции.

9. Анализ требований нормативной документации, определяющей номенклатуру показателей качества на примере конкретного вида продукции и разработка рекомендаций по ее совершенствованию.

10. Значение и применяемость органолептических методов оценки показателей качества на примере конкретного вида продукции (например, электронные товары, автомобили, косметика, кондитерские изделия, алкогольные напитки и т.п.).

### **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### **Основная литература:**

1. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Минск : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" : ООО

"Новое знание", 2019. - 273 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 9785160067698.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=988250>

2. Исаев, В.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля / В.Г. Исаев, О.А. Воейко, В.М. Юров ; Технологический университет. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 67 с. : ISBN 978-5-4499-0168-2 URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560895>
3. Ларин, А. Н. Управление качеством на производстве и транспорте : учебное пособие / А.Н. Ларин, И.В. Ларина. - Москва|Берлин : Директ-Медиа, 2019. - 166 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-4475-9984-3. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499413>

#### **Дополнительная литература:**

1. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум / В. Н. Кайнова; Кайнова В.Н., Гребнева Т.Н., Тесленко Е.В., Куликова Е.А. - Москва : Лань", 2015. - ISBN 978-5-8114-1832-9.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61361](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61361)
2. Управление качеством: Учебное пособие / В. Е. Магер. - Москва: Издательский Дом "ИНФРА-М", 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-16-004764-5.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=478407>
3. Метрология [Текст]: учебное пособие / Г.П. Богданов, В.Г. Исаев, О.А. Воейко, Ю.А. Клейменов. - Королев МО: МГОТУ, 2018. - 222 с. - ISBN 978-5-91730-757-2.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / Аристов Александр Иванович [и др.]. - Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2014. - 256 с. - ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. - ISBN 978-5-16-004750-8.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=424613>

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.gost.ru/>
2. <http://minpromtorg.gov.ru>
3. <http://www.100best.ru/>
4. <http://www.vniis.ru/>
5. <http://ria-stk.ru/>
6. <https://www.interstandart.ru>

**7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения: *MSOffice*.**

**Информационные справочные системы:**

1. *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*
2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. [www.znanium.com](http://www.znanium.com)