Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.11.2023 14:45:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Полиграфический институт

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Полиграфического института
_____ /И.В. Нагорнова/
«16» февраля 2023 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Метрология и стандартизация

Направление подготовки/специальность

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Профиль/специализация

**Реверс-инжиниринг процессов и оборудования**

Квалификация
**бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

Проф. к.т.н.  /Е.С. Позняк/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой
**«**Технологии и управление качеством в полиграфическом и упаковочном производстве»
к. т. н.  /Ф.А. Доронин/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой
«Полиграфические системы»,
к.т.н., доцент  /М.В. Суслов/

## Содержание


| | | |
|---|---|---|
| 1. | Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине | 4 |
| 2. | Место дисциплины в структуре образовательной программы | 5 |
| 3. | Структура и содержание дисциплины | 5 |
| 3.1. | Виды учебной работы и трудоемкость | 5 |
| 3.2. | Тематический план изучения дисциплины | 6 |
| 3.3. | Содержание дисциплины | 7 |
| 3.4. | Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий | 10 |
| 3.5. | Тематика курсовых проектов (курсовых работ) | 11 |
| 4. | Учебно-методическое и информационное обеспечение | 11 |
| 4.1. | Нормативные документы и ГОСТы | 11 |
| 4.2. | Основная литература | 11 |
| 4.3. | Дополнительная литература | 11 |
| 4.4. | Электронные образовательные ресурсы | 11 |
| 4.5. | Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение | 12 |
| 4.6. | Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы | 12 |
| 5. | Материально-техническое обеспечение | 12 |
| 6. | Методические рекомендации | 12 |
| 6.1. | Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения | 13 |
| 6.2. | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 13 |
| 7. | Фонд оценочных средств | 14 |
| 7.1. | Методы контроля и оценивания результатов обучения | 14 |
| 7.2. | Шкала и критерии оценивания результатов обучения | 15 |
| 7.3. | Оценочные средства | 17 |

## 1. Перечень планируемых результатов изучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В рамках освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине Метрология и стандартизация:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-11 Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению | ИОПК-11.1 Применяет методы контроля состояния технологического оборудования<br>ИОПК-11.2 Использует автоматизированные системы для получения информации и её обработки<br>ИОПК-11.3 Выявляет причины нарушения работоспособности деталей и узлов технологического оборудования |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Метрология и стандартизация относится к дисциплинам обязательной части цикла Б.1 «Дисциплины (модули)»

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Метрология и стандартизация составляет 4 зачетные единицы.

**Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах) – очно-заочная форма обучения**

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 3 | - |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **72** | **72** | - |
| В том числе: | - | - | - |
| Лекции | 18 | 18 | - |
| Практические занятия (ПЗ) | 18 | 18 | - |
| Семинары (С) | - | - | - |
| Лабораторные работы (ЛР) | 36 | 36 | - |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **72** | **72** | - |
| В том числе: | - | - | - |
| Курсовой проект (работа) | - | - | - |
| Расчетно-графические работы | - | - | - |
| Реферат | - | - | - |
| Подготовка к практическим занятиям | 36 | 36 | - |
| Тестирование | - | - | - |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен | **36** | **36** | |
| Общая трудоемкость час / зач. ед. | **144/4** | **144/4** | - |

## 3. Содержание дисциплины

### 3.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий

| № п/п | Раздел/тема Дисциплины | Общая трудоёмкость *(в часах)* | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Контактная работа | | | Самостоятель-ная работа обучающихся |
| | | Всего | лекции | практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Раздел 1. Введение | 12 | 2 | 2 | | 4 |
| 2. | Раздел 2. Понятие об эталонах, поверочных схемах, обеспечении единства измерений | 12 | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 3. | Раздел 3. Основные методы и виды измерений | 12 | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 4. | Раздел 4**.** Средства измерений | 12 | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 5. | Раздел 5. Погрешности измерений | 12 | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 6. | Раздел 6. Изучение алгоритмов обработки результатов многократных измерений | 12 | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 7. | Раздел 7. Основы стандартизации | 12 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| 8. | Раздел 8. ФЗ «О техническом регулировании» в сфере метрологии, стандартизации и сертификации | 12 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| 9. | Раздел 9. Основы сертификации | 12 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| **Всего** | | **108** | **18** | **18** | **36** | **36** |
| **Экзамен** | | **-** | **-** | **-** | | **36** |
| **Итого** | | **108** | **18** | **18** | **36** | **72** |

**3.2. Содержание разделов дисциплины**

**Раздел 1 Введение**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль измерений в теории познания. Основные этапы развития метрологии. Основные понятия и термины метрологии. Структурные составляющие метрологии. Основные этапы развития метрологии. Основные международные организации по метрологии.

**Раздел 2 Понятие об эталонах, поверочных схемах, обеспечении единства измерений**

Воспроизведение единиц физических величин (ФВ) и единство измерений. Основные постулаты метрологии. Обеспечение единства измерений. Общие требования к результатам измерений.

**Раздел 3 Основные методы и виды измерений**

Основные методы измерений. Классификация измерений: равноточные/неравноточные; однократные/многократные; технические/ метрологические; статические/динамические. Классификация измерений по способу получения информации об измеряемой величине, уравнения измерений. Понятия об «измерении», «контроле», «испытании».

**Раздел 4 Средства измерений**

Средства измерений, меры, индикаторы. Понятие нормированных метрологических характеристик. Преобразователи измерительной информации, измерительные установки и измерительные системы. Классы точности средств измерений. Порядок работы со средствами измерений в РФ: системы поверки и калибровки средств измерений.

**Раздел 5 Погрешности измерений**

Понятие погрешности измерений. Нормирование погрешностей и формы их представления. Понятие о систематических, грубых погрешностях, характера их влияния на результат измерения. Основные способы обнаружения и исключения систематических и грубых погрешностей. Случайные погрешности и общая оценка погрешности измерений.

**Раздел 6 Изучение алгоритмов обработки результатов многократных измерений**

Изучение алгоритмов обработки многократных равноточных измерений в зависимости от числа измерений, характера распределения случайных погрешностей. Алгоритм обработки неравноточных измерений.

**Раздел 7 Основы стандартизации**

Стандартизация: история развития, цели, задачи. Документы, обращающиеся в сфере стандартизации. Основные категории и виды стандартов. Правила маркировки стандартов. Методы стандартизации. Математическая база параметрической стандартизации. Международные организации по стандартизации.

**Раздел 8 Закон «О техническом регулировании» в сфере метрологии, стандартизации и сертификации**

Цели и задачи технического регулирования. Назначение технического регламента и его структура. Формы принятия технических регламентов. Основные этапы подготовки проектов технических регламентов.

**Раздел 9 Введение в сертификацию**

Понятие о сертификации. Основные участники процедуры сертификации. Организация деятельности по сертификации в РФ. Системы сертификации в РФ. Схемы сертификации. Нормативно-методическое обеспечение деятельности в области сертификации.

**3.3. Практические занятия / лабораторные занятия**

Тема 1 Физические величины. Эталоны физических величин. Системы единиц физических величин. Кратные и дольные единицы.

Тема 2 Систематические погрешности: методы обнаружения и исключения.

Тема 3 Грубые погрешности: сетоды обнаружения и исключения. Классы точности средств измерений.

Тема 4 Изучение алгоритмов обработки многократных равноточных измерений выборок, не подчиняющихся закону нормального распределения.

Тема 5 Изучение алгоритмов обработки многократных равноточных измерений выборок, подчиняющихся закону нормального распределения.

Тема 6 Изучение алгоритмов обработки результатов косвенных измерений.

Тема 7 Изучение построения рядов предпочтительных чисел, построенных на базе геометрической прогрессии.

Тема 8 Изучение методв работы с предпочтительными числами, построенными на базе геометрической прогрессии.

Тема 9 Изучение схем сертификации и сфер их применения.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 4.1. Основная литература

1. Сергеев А.Г. Метрология и стандартизация: учебник */А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. – М.: Юрайт; ИД Юрайт, 2014. – 860 с.*
2. Анциферов С.С., Голубь Б.И. Общая теория измерений: учебное пособие / Под редакцией академика РАН Н.Н. Евтихиева. – М.: Горячая линия –Телеком, 2007. – 176 с.
3. Позняк Е.С., Рябов В.П. Метрология, стандартизация и сертификация: лабораторные работы. – М.: МГУП, 2013. - 103 с.
4. Рябов В.П., Позняк Е.С. Метрология и стандартизация: сборник задач. – М.: МГУП, 2013.- 63 с.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Сергеев А.Г. Метрология. – М.: Юрайт, ИД Юрай, 2011. – 486 с.
2. Ким К.К. Метрология, стандартизация, сертификация и измерительная техника: учебное пособие /К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. -СПб.: Питер, 2006. - 368 с.
3. Виноградова А.А., Ушаков И.Е. Законодательная метрология: учебное пособие/А.А. Виноградова, И.Е. Ушаков. – СПб.: Издатьедьство «Лань», 2018. – 92 с.
4. Афанасьев В.А., Лебедев В.А., Монахова В.П., Мышелов Е.П., Ножницкий Ю.А./Под ред. Е.П. Мышелова. – М.: КД «ЛИБРОКОМ», 2017. – 256 с.
5. Журнал «Стандарты и качество».
6. Журнал «Информационный бюллетень техэкперт».

### 5.3. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 10 Pro
2. Microsoft Office 2007
3. KasperskyAnti-Virus

### 4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
2. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
3. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
5. Электронная библиотека http://books.atheism.ru/philosophy/
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
7. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
8. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

## 5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.
2. Аудитория для проведения практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Актовый зал. Аудитория для лиц с ОВЗ.
4. Компьютерный класс, аудитория для самостоятельной работы и курсового проектирования. Библиотека, читальный зал.

## 6.Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 6.1 Методические рекомендации преподавателю

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей и специалистов-практиков, не имеющих опыта преподавательской работы.
Дисциплина «Метрология и стандартизация» формирует у обучающихся компетенции ОПК-4 и ОПК-7. В условиях конструирования образовательных систем на принципах компетентностного подхода произошло концептуальное изменение роли преподавателя, который, наряду с традиционной ролью носителя знаний, выполняет функцию организатора научно-поисковой работы обучающегося, консультанта в процедурах выбора, обработки и интерпретации информации, необходимой для практического действия и дальнейшего развития, что должно обязательно учитываться при проведении лекционных и практических занятий по дисциплине «Метрология и стандартизация».

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Метрология и стандартизация» осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Метрология и стандартизация» рассматривается в п.4.2 рабочей программы.

Методика определения итогового семестрового рейтинга обучающегося по дисциплине «Метрология и стандартизация» представлена в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

Примерные темы рефератов и варианты заданий для текущего контроля и перечень вопросов к зачету по дисциплине представлены в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Метрология и стандартизация», приведен в п.5 настоящей рабочей программы.

### 6.2. Методические указания обучающимся

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на практических занятиях, реферат, контрольные работы. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы обучающегося в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Проведение практических занятий по дисциплине «Метрология и стандартизация» осуществляется в следующих формах:

- опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе;
- анализ и обсуждение содержания практических по темам.

Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.7 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Метрология и стандартизация». Список основной и дополнительной литературы по дисциплине приведен в п.5 настоящей рабочей программы.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрология и стандартизация» проходит в форме зачета. Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Метрология и стандартизация» и критерии оценки ответа обучающегося на зачете для целей оценки достижения заявленных индикаторов сформированности компетенции приведены в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине независимо от результатов текущего контроля.

## 7. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции | Форма контроля | Этапы формирования (разделы дисциплины) |
|---|---|---|---|
| ОПК-11 Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению | ИОПК-11.1 Применяет методы контроля состояния технологического оборудования<br>ИОПК-11.2 Использует автоматизированные системы для получения информации и её обработки<br>ИОПК-11.3 Выявляет причины нарушения работоспособности деталей и узлов технологического оборудования | Промежуточный контроль: зачет<br>Текущий контроль: опрос на практических занятиях; контрольные работы | Темы 1-9 |

### 7.2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

#### 7.2.1 Критерии оценки ответа на экзамене

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной

дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**«5» (отлично):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

**«4» (хорошо):** обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

**«3» (удовлетворительно):** обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

**«2» (неудовлетворительно):** обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

### 7.2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях

**«5» (отлично):** выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

**«4» (хорошо):** выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

**«3» (удовлетворительно):** выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

**«2» (неудовлетворительно):** обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

### 8.2.3 Критерии оценки контрольных работ

Контрольная работа выполняется по вариантам и включает три задания. Контрольная работа оценивается в соответствии с процентом правильных ответов.

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Каждый вопрос контрольной работы оценивается по пятибалльной шкале. Итоговая оценка по контрольной работе выставляется, исходя из суммы баллов, полученных за три задания.

**«5» (пять баллов):** обучающийся демонстрирует: системное владение способами решения предлагаемых в контрольной работе задач, работу выполняет грамотно и полно, с необходимыми пояснениями.

**«4» (четыре балла):** обучающийся с небольшими неточностями демонстрирует: владение способами решения предлагаемых в контрольной работе задач, работу выполняет грамотно, с необходимыми пояснениями.

**«3» (три балла):** обучающийся не демонстрирует: системного владения способами решения предлагаемых в контрольной работе задач, на вопросы контрольной работы отвечает частично и с существенными ошибками, не дает необходимых пояснений.

**«2» (два балла):** обучающийся не владеет системным подходом к решению предлагаемых в контрольной работе задач,на вопросы контрольной работы отвечает частично и с грубыми ошибками, не дает необходимых пояснений.

**7.2.4. Критерии оценки результатов коллоквиума**

Коллоквиум выполняется по вариантам и включает три теоретических вопроса. Коллоквиум оценивается в соответствии с процентом правильных ответов.

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Каждый вопрос коллоквиума оценивается по пятибалльной шкале. Итоговая оценка выставляется исходя из суммы баллов, полученных за три вопроса.

**«5» (пять баллов):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания: на теоретические вопросы отвечает грамотно и полно, с необходимыми пояснениями.

**«4» (четыре балла):** обучающийся с небольшими неточностями демонстрирует системные теоретические знания: на теоретические вопросы отвечает грамотно и полно, без грубых ошибок и с необходимыми пояснениями

**«3» (три балла):** обучающийся не демонстрирует системных теоретические знаний: на теоретические вопросы отвечает частично и с существенными ошибками, не дает необходимых пояснений.

**«2» (два балла):** обучающийся не имеет системных теоретические знаний:. на теоретические вопросы отвечает частично и с грубыми ошибками, не дает необходимых пояснений.

**7.2.5. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций по дисциплине:**

| **Уровень сформированности компетенций** | **Пояснение** |
|---|---|
| Высокий | теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью;<br>все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены на высоком уровне;<br>компетенции сформированы |
| Средний | теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью;<br>все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями;<br>компетенции в целом сформированы |
| Удовлетворительный | теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены частично, но пробелы не носят существенного характера;<br>большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки;<br>компетенции сформированы частично |

| | |
|---|---|
| Неудовлетворительный | теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине не освоены;<br>большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнено, либо содержит грубые ошибки;<br>дополнительная самостоятельная работа над материалом не приводит к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий;<br>компетенции не сформированы |

**7.3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения**

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

**7.3.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях)**

**Раздел 1 Введение**

1. Цели и задачи метрологии.
2. Основные этапы развития метрологии.
3. Современное определение метрологии.
4. Структурные составляющие метрологии.
5. Взаимосвязь развития метрологии и научно-технического прогресса.
6. Основы организации деятельности в сфере метрологии.

**Раздел 2 Понятие об эталонах, поверочных схемах, обеспечении единства измерений**

1. Единицы физических величин и системы единиц.
2. Основные постулаты метрологии.
3. Понятие обеспечения единства измерений.

**Раздел 3 Основные методы и виды измерений**

1. Что такое метод измерений?
2. Основные методы измерений.
3. Общая классификация измерений.
4. Что собоц представляют равноточные/неравноточные; однократные/многократные; технические/ метрологические; статические/динамические измерения?
5. Каким образом классифицируются измерения по способу получения информации об измеряемой величине, уравнения измерений.
6. Понятия об «измерении», «контроле», «испытании».

**Раздел 4 Средства измерений**

1. Понятие средства измерений.
2. Что представляют собой меры, индикаторы?
3. Назовите основные нормированные метрологические характеристики средств измерений.
4. Преобразователи измерительной информации, измерительные установки и измерительные системы.
5. Классы точности средств измерений.
6. Системы поверки и калибровки средств измерений.
7. Виды поверок средств измерений.

8. Что собой представляют испытания на назначение типа?

**Раздел 5 Погрешности измерений**

1. Понятие погрешности измерений.
2. Нормирование погрешностей и формы их представления.
3. Понятие о систематических, грубых погрешностях, характера их влияния на результат измерения.
4. Основные способы обнаружения и исключения систематических погрешностей.
5. Основные способы обнаружения и исключения грубых погрешностей.

**Раздел 6 Изучение алгоритмов обработки результатов многократных измерений**

1. Общая форма итоговой записи результата обработки данных измерений.
2. Назовите основные алгоритмы обработки многократных равноточных измерений в зависимости от числа измерений.
3. Назовите основные алгоритмы обработки многократных равноточных измерений в зависимости от характера распределения случайных погрешностей.
4. Косвенные измерения: основные группы разновидностей косвенных измерений.
5. Алгоритм обработки косвенных измерений (формула алгебраической суммы).
6. Алгоритм обработки данных косвенных измерений приближенным методом.
7. Алгоритм метода обработки данных косвенных измерений по приведенной погрешности.
8. Алгоритм метода обработки данных косвенных измерений по абсолютной погрешности.
9. Алгоритм обработки неравноточных измерений.

**Раздел 7 Основы стандартизации**

1. Понятие о стандартизации. Определение стандартизации.
2. Цели, задачи стандартизации.
3. Объекты стандартизации.
4. Документы, обращающиеся в сфере стандартизации.
5. Основные категории стандартов.
6. Основные виды стандартов.
7. Правила маркировки стандартов.
8. Методы стандартизации.
9. Изучение методв работы с предпочтительными числами, построенными на базе геометрической прогрессии.
10. Математическая база параметрической стандартизации. Международные организации по стандартизации.
11. Правила разработки и утверждения стандартов.
12. Порядок пересмотра, актуализации или принятия решения об отмене стандартов.

**Раздел 8 Закон «О техническом регулировании» в сфере метрологии, стандартизации и сертификации**

1. Понятие о техническом регулировании.
2. Цели и задачи технического регулирования.
3. Назначение технического регламента.
4. Объекты технического регулирования.
5. Формы принятия технических регламентов.
6. Основные этапы подготовки проектов технических регламентов.

**Раздел 9 Введение в сертификацию**

1. Понятие о сертификации.
2. Цели и задачи сертификации.
3. Основные принципы сертификации.
4. Объекты сертификации.
5. Понятие об органах сертификации.
6. Понятие об испытательных лабораториях, их статусе.
7. Основные участники процедуры сертификации.
8. Чем подтверждается объективность результатов, получаемых при сертификации?
9. Организация деятельности по сертификации в РФ.
10. Системы сертификации в РФ.
11. Схемы сертификации, сферы их применения.
12. Нормативно-методическое обеспечение деятельности в области сертификации.

### 7.3.2. Контрольные работы

***Контрольная работа 1.*** Обнаружение и исключение систематических и грубых погрешностей.

***Примеры типовых задач:***

1. С целью выявления систематической составляющей погрешности измерений результаты прямых многократных равноточных измерений температуры разбиты на серии, как представлено в таблице.

| $X_1$ | $X_2$ |
|---|---|
| 120 | 122 |
| 123 | 126 |
| 117 | 121 |
| 128 | 132 |
| 134 | 137 |
| 125 | 127 |

Проверить результаты на наличие систематической погрешности.

2. Проверить результаты на наличие систематической погрешности, используя метод серий: 2,62; 2,76; 2,90; 2,58; 2,66; 2,78; 2,84; 2,78; 2,70; 2,58; 2,62; 2,78; 2,80; 2,84; 2,79.

3. Проверить результаты многократных равноточных измерений на наличие систематической погрешности, используя метод дисперсионного анализа: 8,3; 8,6; 8,8; 8,7; 8,2; 7,7; 8,7; 8,9; 9,2; 9,0; 8,6; 8,0; 9,0; 9,3; 9,5; 9,4; 9,0; 8,5.

4. Обработка результатов многократных (100 изм.) измерений физической величины дала следующие результаты: $\overline{X} = 4{,}3$; $\sigma_{\overline{X}} = 0{,}15$.

Определить, являются ли промахами значения 4,7 и 5,0?

5. Получена выборка из результатов измерения физической величины: 30,8; 30,6; 30,7; 30,7; 30,9; 30,8. Выяснить, не является ли промахом значение 30,9 при уровне значимости 0,05?

6. Получена выборка из результатов измерения физической величины: 5,08; 5,07; 5,09; 5,09; 5,09; 5,11. Выяснить, не является ли промахом значение 5,11?

***Контрольная работа 2***: Классы точности средств измерений и определение погрешностей измерений. Алгоритм обработки прямых многократных измерений. Определение погрешностей косвенных измерений.

***Примеры типовых задач:***

1. Измеритель индуктивности показал значение L=18,425 Генри. Класс точности измерителя (2,5). Запишите значение индуктивности.

2. Указатель отсчетного устройства ваттметра класса точности 0,03/0,01показал 0,45 кВт. Диапазон измерений прибора от 0 до 1,0 кВт. Чему равна измеряемая мощность?

3. Амперметр класса точности 1,5 показывает 8А. Предел измерения прибора – 10А. Записать результат измерений.

4. Стандартное среднеквадратическое отклонение $\sigma_{\bar{X}} = 0{,}25\%$. Определить вероятность того, что случайная погрешность измерения не выйдет за пределы доверительного интервала $\varepsilon = \pm 0{,}7\%$.

5. Измерение ширины рулона металлической фольги дали следующие результаты: 440,5; 440,6; 440,8; 440,5; 440,7; 440,8; 440,4; 440,2.Определить погрешность измерения (границы доверительного интервала) при доверительной вероятности 0,90.

6.Дана выборка результатов измерений, представленная в таблице.

| $x_i$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $n_i$ | 20 | 30 | 20 | 30 | 50 | 50 |

Определить вероятность того, что погрешность измерений не выйдет за пределы $\varepsilon = \pm 0{,}48$. (закон распределения вероятности значений величин не известен).

### 7.3.3 Текущий контроль (коллоквиум)

**Примерные вопросы коллоквиума**

1. Методы обнаружения и исключения систематических погрешностей.
2. Средства измерений (СИ). Метрологические характеристики средств измерений.
3. Испытания на назначение типа СИ.
4. Понятие классов точности средств измерений.
5. Основные принципы выбора СИ.
6. Динамические измерения: особенности выбора СИ.
7. Специфика выбора цифровых СИ.
8. Определение погрешностей косвенных измерений.
9. Система поверок СИ: область распространения, разновидности поверок.
10. Основные принципы технического регулирования.
11. Государственный контроль СИ.
12. Калибровка СИ. Российская система калибровки.
13. Поверка и калибровка СИ: общее и отличия. Области применения.
14. Понятие метрологического обеспечения.
15. Основные международные метрологические организации и их функции.
16. Законодательная и нормативная база стандартизации.
17. Основные цели и задачи стандартизации.
18. Категории и виды стандартов.
19. Основные цели и задачи Росстандарта.
20. Основные международные организации по стандартизации.
21. Основные головные НИИ по стандартизации, области их деятельности.
22. Основные функции технических комитетов Росстандарта, медународных организаций по стандартизации.

23. Цели и задачи служб по стандартизации на предприятиях.
24. Основные этапы разработки международных и отечественных стандартов.
25. Понятие о систематизации как методе стандартизации.
26. Суть кодирования информации. Категории классификаторов.
27. Унификация: цели, задачи. Понятие об уровне стандартизации и унификации.
28. Понятие симплификации и типизация: суть, цели, задачи.
29. Агрегатирование как метод стандартизации.
30. Суть опережающей стандартизации.
31. Структура технического регламента.
32. Формы принятия технических регламентов.
33. Математическая база параметрической стандартизации: ряды предпочтительных чисел, построенные на базе геометрической прогрессии.

### 7.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к экзамену)

1. Основные требования к системе ФВ. Примеры систем единиц ФВ.
2. Шкалы оценки качественных свойств: разновидности, определение, математические действия, примеры шкал.
3. Шкалы измерения количественных свойств: разновидности, определение, математические действия, примеры шкал.
4. Понятие о системных и внесистемных единицах ФВ. Виды внесистемных единиц, примеры.
5. Понятие об основных и производных единицах ФВ. Выражение производных единиц через основные единицы.
6. СИ - система единиц ФВ, ее основные единицы. Отличительные особенности данной системы.
7. Экспертный метод оценки качественных свойств ФВ, схема метода. Критерий согласованности результатов экспертных оценок.
8. Основные этапы развития метрологии в России и за рубежом до конца XVIII века.
9. Менделеевский период развития метрологии.
10. Основные метрологические организации РФ.
11. Понятие о ФВ. Классификация ФВ.
12. Понятие единицы ФВ. Основное уравнение измерений.
13. Понятие об эталонах ФВ. Классификация эталонов.
14. Понятие о передаче размера единицы ФВ рабочим эталонам. Государственные поверочные схемы – определение, назначение, содержание и система утверждения.
15. Понятие об измерении: определение, содержание. Необходимое условие измерений.
16. Общая классификация измерений.
17. Классификация измерений по способу получения данных об измеряемой ФВ. Уравнения соответствующих измерений.
18. Общее и отличия между косвенными, совокупными и совместными измерениями.
19. Понятие истинного и действительного значения ФВ.
20. Понятие о погрешностях измерений. Способы выражения погрешности измерений.
21. Понятие отсчета и принцип арифметического среднего.
22. Понятие об оценке рассеяния окончательного результата измерений и оценка рассеивания отдельных результатов измерений $x_i$ относительно среднего значения.
23. Взаимосвязь между погрешностью и числом измерений.
24. Погрешности подчиняющиеся нормальному распределению. Использование дифференциальной и интегральной функции вероятности в определении погрешности измерений.
25. Понятие о доверительном интервале и уровне значимости. Роль параметров $t_p$ и $p_t$ в определении погрешностей.

26. Доверительный интервал: неравенство Чебышева. Применение критерия.
27. Правило «трех сигм» в метрологии.
28. Семейство распределений Стьюдента в метрологии.
29. Понятие о систематических погрешностях. Общая классификация.
30. Выявление и исключение систематических погрешностей методом серий.
31. Выявление и исключение систематических погрешностей дисперсионным методом.
32. Основные методы выявления и исключения грубых погрешностей.
33. Средства измерений (СИ) – определение, классификация.
34. Метрологические характеристики (МХ) СИ. Основные нормированные МХ.
35. Погрешности средств измерений. Три способа нормирования основной погрешности СИ.
36. Понятие класса точности СИ. Способы назначения классов точности СИ.
37. Способы обозначения классов точности СИ.
38. Алгоритм обработки многократных прямых равноточных измерений.
39. Метод проверки нормального распределения погрешности измерений (критерий Пирсона).
40. Алгоритм обработки неравноточных измерений.
41. Косвенные измерения: определение погрешности измерений по относительной погрешности и посредством расчета дисперсии.
42. Метод коэффициентов как способ приближенного определения погрешностей косвенных измерений.
43. Динамические измерения. Основные способы определения результатов измерений.
44. Методы определения погрешностей динамических измерений.
45. Общая характеристика цифровых средств измерений.
46. Цифровое представление результатов измерений и связанные с ним погрешности цифровых СИ.
47. Закон РФ «О техническом регулировании» и задачи обеспечения единства измерений.
48. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии.
49. Функции государственного метрологического контроля (надзора).
50. Система испытаний и утверждения типа СИ.
51. Понятие о поверке СИ. Основные документы, регламентирующие поверочную деятельность. Классификация поверок СИ.
52. Понятие о калибровке СИ. Область применения. Российская система калибровки.
53. Международные организации по метрологии.
54. Понятие о стандартизации, ее сущности и содержании.
55. Закон РФ «О техническом регулировании». Основные задачи и цели технического регулирования.
56. Технический регламент: его структура (основные разделы).
57. Основные этапы разработки технических регламентов.
58. Формы утверждения технических регламентов.
59. Практическое применение технических регламентов: правовые основы и области деятельности.
60. Основные методы стандартизации: содержание и задачи отдельных методов (унификация, типизация, агрегатирование).
61. Математическая база параметрической стандартизации: ряды предпочтительных чисел, построенные на базе арифметической прогрессии. Примеры данных рядов.
62. Математическая база параметрической стандартизации: ряды предпочтительных чисел, построенные на базе геометрической прогрессии. Примеры данных рядов.
63. Ряды предпочтительных чисел R5, R10, R20, R40. Взаимосвязь предпочтительных чисел в данных рядах.
64. Ряды предпочтительных чисел R5, R10, R20, R40: логарифмическое правило.
65. Ряды предпочтительных чисел, построенные на базе геометрической прогрессии: правило перехода из одного десятичного интервала в другой.

66. Российские организации по стандартизации.
67. Международные организации по стандартизации.
68. Технические комитеты в системе стандартизации (международной и РФ).
69. Сертификация: содержание, задачи.
70. Основные принципы сертификации в РФ,
71. Основные формы информация о соответствии.
72. Составляющие процесса сертификации.
73. Органы по сертификации – аккредитация, виды работ, права и обязанности.
74. Испытательная лаборатория – общие требования.
75. Аккредитация испытательных лабораторий. Порядок проведения аккредитации.
76. Сущность обязательной сертификации. Порядок проведения.
77. Сущность добровольной сертификации. Порядок проведения.
78. Способы информирования о соответствии.
79. Знаки соответствия. Информация, содержащаяся в знаках соответствия.
80. Понятие о схемах сертификации, их структуре.
81. Деятельность ИСО в области сертификации.

***Примеры заданий итогового контроля:***

**БИЛЕТ № 1**

1. Основные алгоритмя обработки прямых многократных равноточных измерений.
2. Понятие о схемах сертификации, их структуре.
3. Получен ряд измерений массы: 12; 14; 16; 24; 26; 36 г. Проверьте, не является ли отсчет 36г промахом.

**БИЛЕТ № 2**

1. Классификация измерений по способу получения данных об измеряемой величине.
2. Технический регламент: назначение, объекты технического регулирования, формы принятия технических регламентов.
3. Получен ряд измерений скорости (м/с). Данные отсчетов представлены ниже. Определить погрешность измерений с доверительной вероятностью 0,9.

| $V_i$ | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
|---|---|---|---|---|---|
| $n_i$ | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

**БИЛЕТ № 3**

1. Три способа нормирования основной погрешности измерений.
2. Понятие о стандартизации, ее содержание и назначение.
3. Указатель СИ класса точности 1,5 показывает 10 А. Предел измерений – 30 А. Записать наиболее вероятный интервал измерений.

**БИЛЕТ № 4**

1. Способы обнаружения и исключения шрубых погрешностей.
2. Международные стандарты: правила применения в качестве национальных стандартов и основные правила индексации.
3. Предпочтительное число $a_n = 2500$ (ряд $R40$). Определить номер этого числа в рядах $R40$ и $R5$.

19