**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МЕТРОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Антенные системы и сверхвысокочастотные устройства**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 36 | 36 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 38 | 38 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 4 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80168

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины «Метрология и технические измерения» (МиТИ) является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение теоретических основ метрологии, положений теории погрешностей.
2. Изучение современных методов и средств измерения физических величин.
3. Изучение способов обработки результатов измерений.
4. Изучение системы обеспечения единства измерений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль укрупненной группы специальностей и направлений (general hard skills – GHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.02.04.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 80168

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-4. Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных | ОПК-4.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных | Знает оптимальные методы и средства измерения электрических физических величин (напряжения, силы тока, мощности, спектра сигналов, параметров электрических цепей). Знает теоретические и законодательные основы метрологии, правила и приемы обработки результатов измерений и их представления . |
| | ОПК-4.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований | Выбирает требуемые средства измерения для эффективного решения поставленной задачи. Измеряет параметры и характеристики радиотехнических сигналов, используемого оборудования с применением современных измерительных приборов и автоматических информационно-измерительных систем. |
| | ОПК-4.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных | Проводит технические измерения в радиоэлектронных системах и комплексах , использует правила и методы обработки результатов однократных прямых, многократных и косвенных измерений и оценки погрешности измерений. Метрологически правильно представляет результаты измерений. |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 70 | 70 |
| Лекционные занятия | 36 | 36 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 38 | 38 |
| Подготовка к тестированию | 16 | 16 |
| Подготовка к контрольной работе | 6 | 6 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | 16 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 80168

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | 8 | 6 | - | 3 | 17 | ОПК-4 |
| 2 Обработка результатов измерений. | 4 | 6 | - | 9 | 19 | ОПК-4 |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | 20 | 4 | 12 | 20 | 56 | ОПК-4 |
| 4 Обеспечение единства измерений. | 4 | 2 | 4 | 6 | 16 | ОПК-4 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 16 | 38 | 108 | |
| Итого | 36 | 18 | 16 | 38 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения | 8 | ОПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов многократных равноточных измерений | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 80168

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения, обобщенные структурные схемы цифровых СИ. Методы и средства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осциллографические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Анализ спектра сигналов. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы. | 20 | ОПК-4 |
| | Итого | 20 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. | Основные понятия и задачи метрологического обеспечения (МО). Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размера всем средствам измерений. Эталоны, виды эталонов. Поверка и калибровка СИ. Поверочные схемы и методики поверки. Государственный метрологический надзор | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 36 | |
| | Итого | 36 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи | 2 | ОПК-4 |
| | Случайные погрешности. Нормальный закон распределения погрешностей. Доверительный интервал погрешности | 2 | ОПК-4 |
| | Правила суммирования погрешностей. Правила представления результатов измерения. | 2 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 80168

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Обработка результатов измерений. | Обработка результатов прямых однократных измерений. Погрешности СИ. Контрольная работа КР1 на тему "Обработка результатов прямых однократных измерений" | 2 | ОПК-4 |
| | Обработка результатов многократных равноточных измерений. Контрольная работа КР2 на тему "Обработка результатов многократных равноточных измерений" | 2 | ОПК-4 |
| | Обработка результатов косвенных измерений. Контрольная работа КР3 на тему "Обработка результатов косвенных измерений" | 2 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Мостовые и резонансные методы измерения параметров цепей. | 2 | ОПК-4 |
| | Цифровые измерительные приборы. Осциллографические измерения параметров сигналов. | 2 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. | Система передачи размера единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны. Поверка и калибровка СИ. | 2 | ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. | 4 | ОПК-4 |
| | Измерение реактивных параметров электрических цепей резонансными методами | 4 | ОПК-4 |
| | Измерение разности фаз. | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. | Поверка средств измерений. | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 80168

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | Подготовка к тестированию | 3 | ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Подготовка к контрольной работе | 6 | ОПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Обеспечение единства измерений. | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 38 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 74 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 80168

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| Контрольная работа | 8 | 16 | 0 | 24 |
| Лабораторная работа | 0 | 10 | 30 | 40 |
| Тестирование | 0 | 0 | 6 | 6 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 8 | 26 | 36 | 100 |
| Нарастающим итогом | 8 | 34 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов/ В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К. Битюков и др.; Ред. В.И. Нефёдов. – М.: Высшая школа, 2006. – 525 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. – 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.).

3. Волегов А.С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин: учебное пособие для вузов/А.С.Волегов, Д.С.Незнахин, Е.А.Степанова .- Москва: Издательство Юрайт.2022. - 103с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492152.

### 7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 80168

1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102122832.
2. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / Под ред. профессора В.П. Дьяконова. - М.:ДМК Пресс, 2012. - 688с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Метрология и технические измерения. Методические указания по выполнению практических, лабораторных работ и самостоятельной работы для студентов[инженерно-технических направлений подготовки. [Электронный ресурс] /В.Ф.Отчалко. - Томск: ТУСУР, 2024. - 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10829.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

2. ЭБС "Юрайт": виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России https://urait.ru.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 208 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 80168

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория метрологии и измерительной техники: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Осциллограф аналоговый фирмы INSTEK (4 шт.);
- Осциллограф цифровой INSTEK;
- Генератор сигналов типа Г3 (2 шт.);
- Генератор сигналов типа Г5 (5 шт.);
- Частотомер цифровой Ч3-34;
- Милливольтметр В3-38 (2 шт.);
- Измеритель добротности Е9-4;
- Измеритель добротности Е4-4;
- Измеритель Е12-1(А);
- Измеритель Е12-1;
- Частотомер Ч3-44 (4 шт.);
- Измеритель RLC (2 шт.);
- Измеритель Е7-21;
- Амперметр-вольтметр-омметр АВО-5М (3 шт.);
- Мост Р329 (2 шт.);
- Вольтметр серии М (6 шт.);
- Источник питания постоянного тока (5 шт.);
- Источник питания постоянного тока программируемый (2 шт.);
- Магазин сопротивлений (3 шт.);
- Гальванометр;
- Вольтметр Ф-204/1 (в макете, 2 шт.);
- Фазометр серии Ф2 (4 шт.);
- Генератор-частотомер АНР-1001;
- Потенциометр ПП-63 (3 шт.);
- Делитель напряжения ДН-1;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Согласована на портале № 80168

осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | ОПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Обработка результатов измерений. | ОПК-4 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Обеспечение единства измерений. | ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по

Согласована на портале № 80168

дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

Согласована на портале № 80168

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое средство измерений:
   а) техническое средство , предназначенное для измерений;
   б) электронное техническое средство;
   в) техническое средство или комплекс технических средств для обработки измерительной информации.
2. Методом измерения называется:
   а) совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей;
   б) совокупность приемов использования при измерении физического явления, на котором основано измерение;
   в) совокупность действий по обеспечению взаимодействия средства измерения с объектом;
   г) совокупность действий по достижению требуемой точности измерений.
3. Систематическая погрешность, это:
   а) погрешность, которая остается неизменной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях;
   б) погрешность, величина которой существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями эксперимента;
   в) погрешность измерения, когда измеряемая величина не изменяется во времени;
   г) погрешность, которая не зависит от измеряемой величины.
4. Основная погрешность СИ, это:
   а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации;
   б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;
   в) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;
   г) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.
5. Случайная погрешность, это:
   а) погрешность, которая зависит от значения (размера) измеряемой величины;
   б) погрешность, которая при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях может изменяться по величине и по знаку;
   в) погрешность измерения обусловленная изменением измеряемой величины во времени;
   г) погрешность, которая остается неизменной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях.
6. Дополнительная погрешность СИ, это:
   а) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;
   б) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы;
   в) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;
   г) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации.
7. Мультипликативная погрешность это:
   а) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;
   б) погрешность СИ, возникающая из-за неправильной установки прибора;
   в) погрешность , зависящая от значения измеряемой величины;
   г) погрешность , не зависящая от значения измеряемой величины .
8. При измерении напряжения милливольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 100 мВ показал 50 мВ. Определить погрешность измерения:
   а) 0,5 мВ;
   б) 1,0 мВ;
   в) 2,0 мВ;
   г)2,5 мВ.
9. При измерении емкости измеритель RLC класса точности 2,0/0,5 с пределом измерения 160 пФ показал 80 пФ. Определить погрешность измерения:
   а) 4 пФ;
   б) 1,6 пФ;
   в) 2 пФ;
   г) 3 пФ.

Согласована на портале № 80168

10. Чему равна абсолютная погрешность дискретности цифрового измерительного прибора с разрешающей способностью ΔXкв:
    а) ΔXкв;
    б) ΔXкв/√6 ;
    в) ΔXкв/√12;
    г) ΔXкв/2.
11. При измерении разности фаз сигналов фазометр с пределом шкалы 180º показал 135º. Из паспортных данных прибора известно, что основная погрешность составляет ±1 % от предела шкалы ± 1º. Определить погрешность измерения:
    а) 1,8º;
    б) 2,8º;
    в) 2,35º;
    г) 2,5.
12. При косвенном измерении сопротивления в соответствии с законом Ома R=U/I получено U= (30±0,4) В, I=(0,1±0,001) А. Определить результат и максимальную погрешность измерения:
    а) 300 Ом; 5,5 Ом;
    б) 300 Ом; 7,0 Ом;
    в) 300 Ом; 6,3 Ом;
    г) 300Ом; 4,3 Ом.
13. Если предстоит измерить напряжение 220 В с погрешностью не превышающей ±1 %, то для этой цели необходимо взять вольтметр с пределом шкалы 300 В и класса точности:
    а) 1,0/0,5;
    б) 1,5;
    в) 0,6;
    г) 1,0.
14. В чем суть работы средств измерения, построенных по методу уравновешивающего преобразования:
    а) производится сравнение измеряемой величины с известной образцовой величиной, создаваемой цепью обратной связи прибора;
    б) последовательная линейка измерительных преобразователей выполняет над измеряемой величиной операции, необходимые для получения результата;
    в) результат измерения получают при специальной программной обработке дискретных выборок измеряемой величины .
15. Как работают цифровые измерители различных физических величин , использующие метод время-импульсного преобразования:
    а) измеряемая величина преобразуется в частоту счетных импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени;
    б) измеряемая величина преобразуется в интервал времени, интервал заполняется высокостабильными счетными импульсами, число которых подсчитывается;
    в) измеряемая величина преобразуется в длительность импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени.
16. Блок в структурной схеме цифрового измерительного прибора (ЦИП), определяющий его сущность называется:
    а) устройством управления;
    б) цифровым отсчетным устройством;
    в) аналого-цифровым преобразователем;
    г) устройством сравнения.
17. Рефлектометр:
    а) определяет характеристики джиттера сигнала в системах связи ;
    б) определяет расстояние до неоднородностей и вид неоднородностей в кабельных системах связи;
    в) определяет характеристики модуляции сигналов в радиоэфирных системах связи;
    г) определяет величину трафика в системах связи.
18. Принцип действия цифрового частотомера:
    а) подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени;

Согласована на портале № 80168

б) выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряемого сигнала;

в) подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени.

19. Поверка рабочих СИ, это:

а)совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям;

б) совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик СИ;

в) совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ требованиям технических регламентов;

г) совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ требованиям закона РФ "Об обеспечении единства измерений".

20. В сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ) могут применяться:

а) только СИ , прошедшие поверку;

б) только СИ, прошедшие калибровку;

в) СИ, прошедшие или поверку, или калибровку;

г) СИ, прошедшие процедуру утверждения типа.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
2. Классификация методов измерения ФВ. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
3. Классификация средств измерений. Их характеристики.
4. Классификация погрешностей.
5. Систематические погрешности. Методы обнаружения, методы исключения.
6. Случайные погрешности. Законы распределения, точечные оценки.
7. Статистические оценки случайных погрешностей. Определение доверительного интервала погрешностей.
8. Правила суммирования погрешностей (неисключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности).
9. Погрешности средств измерения (СИ), виды их нормирования. Обработка результатов прямых однократных измерений.
10. Определение результата и погрешности косвенных измерений.
11. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
12. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
13. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
14. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы. Виды детекторов.
15. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока.
16. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием.
17. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.
18. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).
19. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.
20. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные характеристики осциллографа.
21. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.
22. Цифровые запоминающие осциллографы. Стробоскопические осциллографы.
23. Цифровые частотомеры. Измерение временных интервалов.
24. Цифровые фазометры с время- импульсным преобразованием.
25. Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности. Области применения.
26. Цифровые измерители параметров цепей (с предварительным преобразованием параметра в напряжение, с время-импульсным преобразованием, с применением метода амперметра-вольтметра).
27. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.

Согласована на портале № 80168

28. Измерение мощности сигналов (в том числе на СВЧ).
29. Анализ спектра сигналов (последовательный, параллельный анализ, вычислительные анализаторы спектра).
30. Автоматизация измерений: микропроцессорные СИ, информационно-измерительные системы.
31. Метрологическое обеспечение измерений (МО). Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Состав, задачи, полномочия служб.
32. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Сферы деятельности, в которых применяется государственное регулирование обеспечения единства измерений (ГРОЕИ).
33. Формы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Их краткая характеристика.
34. Система передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны, поверочные схемы.
35. Поверка и калибровка СИ

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Погрешности средств измерений, основные и дополнительные, их нормирование.
   Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей от величины измеряемой цифровым измерителем емкости для прибора с пределом шкалы 100 пФ , в паспортных данных которого указано, что основная погрешность измерения не превышает ±1% ±1 емр. Количество расчетных точек графиков 4 и более.
2. Обработка результатов прямых однократных измерений.
   Имеются два цифровых амперметра. Первый с пределом шкалы 100 мА и погрешностью Проверено в генераторе 16 ±1% ±1 емр (единица младшего разряда кода). Второй – с пределом шкалы 100 мА и классом точности 2,0. Какие токи в диапазоне (0 – 100) мА лучше измерять первым амперметром, а какие – вторым ?
3. Правила суммирования погрешностей.
   Определить полную погрешность измерения напряжения, если известно, что измерения проводились при температуре 50°С, вольтметром с пределом шкалы 100 В, классом точности 2.0. Показания вольтметра 92,54 В. . Из техдокументации прибора известно, что нормальная температура (20 +- 4)оС. Дополнительная температурная погрешность прибора не превышает половины основной при изменении температуры на каждые 20°С. Записать результат измерения.
4. Обработка результатов многократных равноточных измерений.
   При многократных измерениях силы тока получены следующие результаты: 20; 20.2; 20.4; 19.6; 19.8; 20; 19.8; 20.2; 18.0; 20 мА. Записать результат измерения при доверительной вероятности РД =0.95.
5. Обработка результатов косвенных измерений.
   Измеряемое косвенным методом напряжение определяется выражением U=I * R1 * R2 /R3 В результате прямых измерений цифровым омметром с пределом шкалы 1000 Ом и погрешностью ±1% ± 1 емр получено, что R1 = 100 Ом; R2 = 1000 Ом; R3 = 200 Ом. . Амперметр класса точности 0.5 с пределом измерения 30 мА, показал 20 мА. Определить результат и абсолютную погрешность измерения напряжения. Записать результат измерения.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
2. Измерение реактивных параметров электрических цепей резонансными методами
3. Измерение разности фаз.
4. Поверка средств измерений.

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Согласована на портале № 80168

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 80168

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 80168

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 4 от «29» 11 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | В.Ф. Отчалко | Разработано, 2893fadc-8d13-49b1-bf5a-b7d6d72f2478 |

Согласована на портале № 80168