**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Метрология и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **05.03.06 Экология и природопользование**
Направленность (профиль) / специализация: **Экологическая безопасность природопользования**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 20 | 20 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 26105

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «15» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Старший преподаватель каф. КСУП _____ М. С. Сахаров

Заведующий обеспечивающей каф. КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Эксперты:

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) _____ В. М. Зюзьков

Доцент кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) _____ Н. Н. Несмелова

Согласована на портале № 26105

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с умением проводить технические измерения физических величин, анализировать результаты технических измерений, использовать полученные знания для успешной деятельности на производстве.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение теоретических основ метрологии, положений теории погрешностей, современных методов и средств измерения физических величин, способов обработки результатов измерений, изучение системы обеспечения единства измерений и основ стандартизации и сертификации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология и технические измерения» (Б1.Б.19) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Приборы и датчики экологического контроля, Статистическая обработка данных, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Учебно-исследовательская работа студентов, Экспериментальные исследования и статистистическая обработка результатов (ГПО-3).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы метрологии и технических измерений при разработке и производстве электронных средств.

– **уметь** проводить технические измерения физических величин

– **владеть** навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов, методами обработки результатов и оценки погрешности измерений.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| Лекции | 36 | 36 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные работы | 20 | 20 |
| Самостоятельная работа (всего) | 36 | 36 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | 10 |
| Проработка лекционного материала | 13 | 13 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 13 | 13 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

Согласована на портале № 26105

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | 6 | 2 | 0 | 4 | 12 | ОК-7 |
| 2 Обработка результатов измерений. | 6 | 8 | 0 | 4 | 18 | ОК-7 |
| 3 Основы метрологического обеспечения. | 4 | 1 | 4 | 6 | 15 | ОК-7 |
| 4 Основы стандартизации и сертификации. | 2 | 1 | 0 | 4 | 7 | ОК-7 |
| 5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | 18 | 4 | 16 | 18 | 56 | ОК-7 |
| Итого за семестр | 36 | 16 | 20 | 36 | 108 | |
| Итого | 36 | 16 | 20 | 36 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 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 тео-рии погрешностей. Классификация погрешностей. Правила суммирования погрешностей. Правила представления ре-зультата измерения. | 6 | ОК-7 |
| | Итого | 6 | |
| 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. | 6 | ОК-7 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 26105

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Основы метрологического обеспечения. | Основные понятия и задачи метрологического обеспечения. 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 | ОК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Основы стандартизации и сертификации. | Основные положения закона РФ «О техническом регулировании». Основные понятия стандартизации. Принципы и цели стандартизации. Национальная и международная стандартизация. Нормативные документы по стандартизации. Сертификация. Цели, принципы и формы подтверждения соответствия. Системы сертификации. Схемы сертификации. | 2 | ОК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения 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. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы. | 18 | ОК-7 |
| | Итого | 18 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Математика | + | + | + | + | + |
| 2 Приборы и датчики экологического контроля | + | + | + | + | + |
| 3 Статистическая обработка данных | + | + | + | | |
| 4 Физика | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Учебно-исследовательская работа студентов | + | + | + | + | + |
| 2 Экспериментальные исследования и ста- | + | + | + | + | + |

Согласована на портале № 26105

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| тистистическая обработка результатов (ГПО-3) | | | | | |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОК-7 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 3 Основы метрологического обеспечения. | Поверка средств измерений | 4 | ОК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. | 4 | ОК-7 |
| | Измерение параметров электрических цепей резонансными методами. | 4 | |
| | Измерение сопротивлений на постоянном токе. | 4 | |
| | Исследование вольтметра с время-импульсным преобразованием | 4 | |
| | Итого | 16 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 26105

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | Методы измерений. Методические систематические погрешности. Введение поправок. | 2 | ОК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Правила суммирования погрешностей. Погрешности средств измерений. Обработка результатов прямых однократных измерений.Случайные погрешности. Обработка результатов многократных равноточных измерений.Обработка результатов косвенных измерений. | 8 | ОК-7 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Основы метрологического обеспечения. | Сферы ГРОЕИ, формы ГРОЕИ. Государственный метрологический надзор. | 1 | ОК-7 |
| | Итого | 1 | |
| 4 Основы стандартизации и сертификации. | Основы стандартизации и подтверждения соответствия. | 1 | ОК-7 |
| | Итого | 1 | |
| 5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Цифровые измерительные приборы.Цифровые запоминающие осциллографы, анализаторы спектра. | 4 | ОК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОК-7 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Подготовка к практическим занятиям, семина- | 2 | ОК-7 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, |

Согласована на портале № 26105

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | рам | | | Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 3 Основы метрологического обеспечения. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОК-7 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Основы стандартизации и сертификации. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОК-7 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5 | ОК-7 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 5 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 72 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 26105

| 5 семестр | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Контрольная работа | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 15 | 25 |
| Итого максимум за период | 15 | 25 | 30 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 15 | 40 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | 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) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Метрология и радиоизмерения : Учебник для вузов / В. И. Нефедов [и др.] ; ред. : В. И. Нефедов. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 2006. - 525 с. (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. Метрология и радиоизмерения : Учебное пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - М. : Academia, 2005. - 296[8] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 294. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

Согласована на портале № 26105

### 12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. – Томск: ТМЦДО, 1999-178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 58 экз.)
2. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин (измерительные преобразователи) – Л.: Электроатомиздат, 1983.-320 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
3. Измерение электрических и неэлектрических величин/ Под ред. Н.Н.Евтихиева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. -349 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)
4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие/ К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. – СПБ.: Питер, 2006. – 368 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине ИТиД . – Томск: 2012. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-standartizacija-i-sertifikacija-fet, дата обращения: 15.05.2018.

#### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Образовательный портал университета (http://lib/tusur.ru, http://edu/tusur.ru), электронные информационно-справочные ресурсы кафедры КСУП

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

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

Согласована на портале № 26105

- 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.

Программное обеспечение не требуется.

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория метрологии и измерительной техники
учебная аудитория для проведения занятий практического 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;

Согласована на портале № 26105

- 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.

Программное обеспечение не требуется.

### 13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами 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 зрениями** 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.

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

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

Согласована на портале № 26105

### 14.1.1. Тестовые задания

1. Метод измерения, при котором измеряемая физическая величина дополняется до известного значения, называется: 1. дифференциальный метод; 2. метод непосредственной оценки; 3. нулевой метод; 4. метод дополнения

2. Какое из перечисленных средств измерения не относится к элементарным: 1. измерительный прибор; 2. датчик; 3. набор мер; 4. средство сравнения

3. Амперметр имеет класс точности 0,5. Чему равна относительная погрешность измерений в середине шкалы: 1. 0,5%; 2. 2%; 3. 1%; 4. 4%

4. Погрешность средства измерения называется мультипликативной, если она: 1.пропорциональна измеряемой величине; 2. не зависит от измеряемой величины ; 3. уменьшается с увеличением значения измеряемой физической величины; 4. состоит из нескольких составляющих

5. Во сколько раз изменится относительная погрешность измерений прибора с мультипликативной погрешностью, если значение измеряемой физической величины увеличить в два раза: 1. 2; 2. 0,5; 3. не изменится; 4. 4

6. Неучтенные остатки систематических погрешностей принято считать случайными величинами, закон распределения которых является: 1. нормальным; 2. равномерным; 3. треугольным; 4. экспоненциальным

7. Какая из оценок случайной величины не относится к точечным: 1. математическое ожидание; 2. доверительная вероятность; 3. среднеквадратическая погрешность; 4. дисперсия

8. Дополнительная погрешность средства измерения определяется: 1. особенностями конструкции; 2. значением измеряемой физической величины; 3. квалификацией оператора; 4. условиями эксплуатации

9. Распределение Стьюдента необходимо применять для обработки результатов многократных измерения при числе экспериментальных данных менее: 1. 100; 2. 50; 3. 20; 4. 5

10. Результатом многократных измерений является: 1. среднее значение и его доверительный интервал с указанием доверительной вероятности и количества измерений; 2. среднее значение с указанием количества измерений; 3. среднее значение и погрешность; 4. все перечисленные варианты

11. Чему равны относительные коэффициенты влияния тока и напряжения при измерении мощности согласно формуле P=UI: 1. 0.5; 2. 0.707; 3. 2; 4. 1

12. Какая математическая операция по сравнению с другими приводит к значительному увеличению погрешности косвенных измерений по сравнению с погрешностями исходных измеренных физических величин: 1. сложение; 2. умножение; 3. вычитание; 4. деление

13. Измерения физической величины, результат которых определяется путем прямых измерений других физических величин, связанных с измеряемой известной функциональной зависимостью, называются: 1. прямые; 2. косвенные; 3. совокупные; 4. совместные

14. Случайные погрешности суммируются путем: 1. алгебраического сложения границ доверительных интервалов; 2. геометрического сложения границ доверительных интервалов; 3. алгебраического сложения среднеквадратических погрешностей; 4. геометрического сложения среднеквадратических погрешностей;

15. Основной задачей метрологического обеспечения является: 1. надзор за состоянием средств измерений; 2. обеспечение единства измерений; 3. обеспечение сохранности эталонов физических величин; 4. разработка новых методов измерения

16. Аттестация средства измерения производится в случае, если: 1 .предполагается использование средства измерения в условиях, не предусмотренных в паспорте средства измерения; 2. есть подозрения в неисправности средства измерения; 3. средство измерения не подлежит обязательному государственному надзору; 4. средство измерения прибыло по импорту

17. Эталон физической величины, предназначенный для работы в особых условиях, называется: 1. государственным; 2. первичным; 3. вторичным; 4. специальным

18. Какой тип АЦП обеспечивает наибольшую скорость измерения: 1. последовательный; 2. с время-импульсным преобразованием; 3. последовательно-параллельный; 4. параллельный

19. Коэффициентом амплитуды переменного напряжения называют отношение: 1. среднеквадратического значения к средневыпрямленному; 2. амплитудного значения к средневыпрямленному; 3. амплитудного значения к среднему; 4. амплитудного значения к среднеквадратическому

Согласована на портале № 26105

20. Погрешность цифровых средств измерения является: 1. аддитивной; 2. мультипликативной; 3. комплексной; 4. все варианты неверные

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Классификация видов измерений.
2. Методы измерений физических величин.
3. Классификация средств измерений (СИ). Характеристики СИ.
4. Классификация погрешностей.
5. Систематические погрешности, обнаружение, методы исключения.
6. Случайные погрешности. Законы распределения, точечные оценки.
7. Оценки числовых характеристик случайных погрешностей. Определение границ доверительного интервала случайных погрешностей.
8. Погрешности средств измерений, их нормирование. Классы точности СИ.
9. Результат и погрешности косвенных измерений.
10. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
11. Правила суммирования погрешностей (неисключенные остатки системати-ческих погрешностей, случайные погрешности и их сочетание).
12. Правила округления погрешности и записи результата измерения. Формы пред-ставления результатов измерений с учетом погрешностей.
13. Обеспечение единства и точности измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений».
14. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).
15. Понятие метрологического обеспечения (МО). Правовые, организационные, на-учные и технические основы МО.
16. Виды и содержание работ по МО. Функции федерального агентства по метроло-гии, стандартизации и сертификации (Росстандарта).
17. Государственный метрологический контроль.
18. Аттестация, поверка и калибровка средств измерения.
19. Эталоны и поверочные схемы
20. Цели и принципы стандартизации.
21. Виды и методы стандартизации.
22. Категории и виды стандартов
23. Технические и организационные основы, цели и задачи сертификации.
24. Виды сертификации. Особенности сертификации сложных технических систем.
25. Схемы сертификации
26. Электро-механические приборы непосредственного отсчета. Общие черты, преимущества и недостатки
27. Виды измеряемых напряжений. Их взаимосвязь.
28. Компенсатор постоянного тока.
29. Электронные аналоговые вольтметры. Общие схемы, преимущества и недостатки.
30. Детектор амплитудного значения с параллельным включением диода (с закрытым входом).
31. Интегральный детектор амплитудного значения.
32. Детектор среднеквадратического значения.
33. Детектор средневыпрямленного значения. Термоэлектрическое преобразование среднеквадратического значения.
34. Общие сведения о цифровых вольтметрах – типовые структуры, преимущества и недостатки, типовой класс точности.
35. Цифровой вольтметр поразрядного уравновешивания
36. Цифровой вольтметр с время-импульсным преобразованием
37. Цифровой вольтметр с двойным интегрированием
38. Цифро-аналоговый преобразователь
39. Аналогово-цифровой преобразователь последовательного действия
40. Аналогово-цифровой преобразователь параллельного действия
41. Аналогово-цифровой преобразователь комбинированного действия

Согласована на портале № 26105

42. Измерение тока.

43. Общие сведения об осциллографах – классификация, типовые метрологические ха-рактеристики, применение.

44. Структура универсального осциллографа.

45. Скоростные и стробоскопические осциллографы.

46. Цифровые и комбинированные осциллографы.

47. Приборы дискретного счета. Основные метрологические характеристики. Области применения.

48. Измерение активных сопротивлений косвенным методом.

49. Измерение активных сопротивлений мостовым методом.

50. Измерение реактивных параметров резонансным методом.

51. Измерение реактивных параметров методом дискретного счета.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

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.

Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов многократных равноточных измерений.

Основные понятия и задачи метрологического обеспечения. 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.

Основные положения закона РФ «О техническом регулировании». Основные понятия стандартизации. Принципы и цели стандартизации. Национальная и международная стандартизация. Нормативные документы по стандартизации. Сертификация. Цели, принципы и формы подтверждения соответствия. Системы сертификации. Схемы сертификации.

Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Методы и сред-ства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осциллографические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы.

### 14.1.4. Темы контрольных работ

1). Погрешности средств измерений.

2). Случайные погрешности

3). Обработка результатов многократных равноточных измерений.

4). Обработка косвенных измерений.

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.

Измерение параметров электрических цепей резонансными методами.

Измерение сопротивлений на постоянном токе.

Исследование вольтметра с время-импульсным преобразованием

Поверка средств измерений

## 14.2. 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 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|

Согласована на портале № 26105

| | | |
|---|---|---|
| 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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;
- 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 № 26105