**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: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 26 | 26 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 60 | 60 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 20 | 20 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 48 | 48 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | 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: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 26608

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от «29» 5 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. КСУП _____ В. Ф. Отчалко

Заведующий обеспечивающей каф. КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

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

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 26608

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

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

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами дисциплины является изучение теоретических основ метрологии, положений теории погрешностей, современных методов и средств измерения физических величин, способов обработки результатов измерений, изучение системы обеспечения единства измерений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология и технические измерения» (Б1.Б.16) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Теоретические основы электротехники, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Безопасность жизнедеятельности, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** : основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, приемы обработки и представления экспериментальных данных.

– **уметь** применять методы и средства измерения физических величин, учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности

– **владеть** навыками инструментальных измерений, приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных.

## 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) | 60 | 60 |
| Лекции | 26 | 26 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Из них в интерактивной форме | 20 | 20 |
| Самостоятельная работа (всего) | 48 | 48 |
| Подготовка к контрольным работам | 5 | 5 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 7 | 7 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической | 11 | 11 |

Согласована на портале № 26608

| | | |
|---|---|---|
| части курса | | |
| 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 |

## 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 | ра к. за | б. ра б., | м. ра б., | в (б ез | ре уе м ые ко м |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | 6 | 2 | 0 | 4 | 12 | ОПК-5, ОПК-7 |
| 2 Обработка результатов измерений | 4 | 8 | 0 | 9 | 21 | ОПК-5, ОПК-7 |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | 14 | 6 | 12 | 25 | 57 | ОПК-5, ОПК-7 |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | 2 | 2 | 4 | 10 | 18 | ОПК-5, ОПК-7 |
| Итого за семестр | 26 | 18 | 16 | 48 | 108 | |
| Итого | 26 | 18 | 16 | 48 | 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 | ое мк ос | м ые ко |
|---|---|---|---|
| 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 теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности. | 6 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Обработка результатов измерений | Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения | 4 | ОПК-5, ОПК-7 |

Согласована на портале № 26608

| | | | |
|---|---|---|---|
| | опытных данных. Критерий Пирсона. Обработка результатов косвенных измерений. | | |
| | Итого | 4 | |
| 3 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. Датчики. Измерение неэлектрических величин. Автоматизация измерений. Микропроцессорные приборы, информационно-измерительные системы (ИИС). | 14 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Итого | 14 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Понятие метрологического обеспечения (МО). Понятие «единство измерений». Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Обязательные требования к измерениям, средствам измерений, методикам выполнения измерений, единицам ФВ. Формы ГРОЕИ. 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. | 2 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 26 | |

**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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Математика | + | + | | |
| 2 Теоретические основы электротехники | | | + | |
| 3 Физика | | | + | |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Безопасность жизнедеятельности | + | + | + | + |
| 2 Преддипломная практика | + | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 26608

представлено в таблице 5.4.

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

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Практ. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест |
| ОПК-7 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

| Методы | Интерактивные практические занятия, ч | Интерактивные лабораторные занятия, ч | Интерактивные лекции, ч | Всего, ч |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| Выступление в роли обучающего | 6 | | | 6 |
| Решение ситуационных задач | | | 8 | 8 |
| Работа в команде | | 6 | | 6 |
| Итого за семестр: | 6 | 6 | 8 | 20 |
| Итого | 6 | 6 | 8 | 20 |

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (в часах) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. | 4 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Измерение реактивных параметров электрических цепей | 4 | |
| | Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков) | 4 | |
| | Итого | 12 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Поверка средств измерений | 4 | ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

Согласована на портале № 26608

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, академические часы | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Основы метрологии. Погрешности измерений. | Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи. Контрольная работа (0,5 час) | 2 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Обработка результатов измерений | Случайные погрешности. Правила суммирования погрешностей. | 2 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Обработка результатов прямых однократных измерений. Погрешности СИ. Контрольная работа (0,5 час). | 2 | |
| | Обработка результатов многократных равноточных измерений. Контрольная работа (0,5 час). | 2 | |
| | Обработка результатов косвенных измерений. Контрольная работа (0,5 час). | 2 | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Цифровые измерители. Измерение напряжений. Измерение параметров цепей. (интерактивное занятие 1 час) | 2 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Осциллографические измерения. Цифровые запоминающие осциллографы. Датчики. (интерактивное занятие 2 час). | 2 | |
| | Датчики. Измерение неэлектрических величин (интерактивное занятие 2 час). | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы 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 (интерактивное занятие 1 час). Контрольная работа на тему "Обеспечение единства измерений". (1 час) | 2 | ОПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 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, академические часы | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Основы метрологии. | Подготовка к | 1 | ОПК-5, | Контрольная работа, |

Согласована на портале № 26608

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Погрешности измерений. | практическим занятиям, семинарам | | ОПК-7 | Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Обработка результатов измерений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-5, ОПК-7 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 3 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 3 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5, ОПК-7 | Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 9 | | |
| | Итого | 25 | | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-7, ОПК-5 | Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, |
| | Самостоятельное | 5 | | |

Согласована на портале № 26608

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | изучение тем (вопросов) теоретической части курса | | | Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 84 | | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | | | 3 | 3 |
| Контрольная работа | 12 | 12 | 6 | 30 |
| Отчет по лабораторной работе | | 8 | 24 | 32 |
| Тест | | | 5 | 5 |
| Итого максимум за период | 12 | 20 | 38 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 12 | 32 | 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.

Согласована на портале № 26608

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

2. 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.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2005. – 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 340 экз.)

2. Дж. Фрайден. Современные датчики: Справочник. – Москва: Техносфера, 2006. – 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. Дата обращения 3.05.2018г [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182748/, дата обращения: 05.06.2018.

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Метрология и технические измерения: Учебно-методический комплект МиТИ для направлений 28.03.01 и 11.03.04 ФЭТ/ Отчалко В.Ф. - Томск, 2018г. Учебное методическое пособие Практика МиТИ ФЭТ. Дата обращения 3.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/metrologija-i-tehnicheskie-izmerenija-1, дата обращения: 05.06.2018.

2. Метрология и технические измерения: Учебно-методический комплект МиТИ для направления 28.03.01 и 11.03.04 ФЭТ/ Отчалко В.Ф. - Томск, 2018г. Учебно-методическое пособие Лаб.работы по дисциплинам метрологического профиля. Дата обращения 3.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/metrologija-i-tehnicheskie-izmerenija-1, дата обращения: 05.06.2018.

3. Метрология и технические измерения: Учебно-методический комплект МиТИ для направления 28.03.01 и 11.03.04 ФЭТ/ Отчалко В.Ф. - Томск, 2018г. Учебное методическое пособие Самостоятельная работа МиТИ ФЭТ [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/metrologija-i-tehnicheskie-izmerenija-1, дата обращения: 05.06.2018.

#### 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.

Согласована на портале № 26608

**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. new.kcup.tusur.ru
2. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

## 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

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:

- 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, 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;

Согласована на портале № 26608

- 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.

**13.1.4. 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.

Согласована на портале № 26608

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:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1). Методом измерения называется

совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей

совокупность приемов использования при измерении физического явления, на котором основано измерение

совокупность действий по обеспечению взаимодействия средства измерения с объектом

совокупность действий оператора при выполнении измерений

2). Что такое средство измерений

техническое средство , предназначенное для измерений

электронное техническое средство

техническое средство или комплекс технических средств для обработки измерительной информации

механическое техническое средство

3). Основная погрешность СИ, это

погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации

погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации

погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени

погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы

4). Систематическая погрешность, это

погрешность, которая остается неизменной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях

погрешность, величина которой существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями эксперимента

погрешность измерения, когда измеряемая величина не изменяется во времени

погрешность, которая не зависит от измеряемой величины

5). Дополнительная погрешность СИ, это

погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени

погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы

погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации

погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации

6). ). Случайная погрешность, это

погрешность, которая зависит от значения (размера) измеряемой величины

погрешность, которая при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях может изменяться по величине и по знаку

погрешность измерения обусловленная изменением измеряемой величины во времени

погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы

7). В чем суть работы средств измерения, построенных по методу уравновешивающего преобразования:

производится сравнение измеряемой величины с известной образцовой величиной, создаваемой цепью обратной связи прибора

последовательная линейка измерительных преобразователей выполняет над измеряемой

Согласована на портале № 26608

величиной операции, необходимые для получения результата

результат измерения получают при специальной программной обработке дискретных выборок измеряемой величины

результат измерения получают преобразованием Фурье от входного сигнала средства измерения

8). Принцип действия цифрового частотомера

подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени

выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники спектра измеряемого сигнала

подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени

сравнение частоты измеряемого сигнала с частотой сигнала образцового генератора

9). Блок в структурной схеме цифрового измерительного прибора (ЦИП), определяющий его сущность называется

устройством управления

цифровым отсчетным устройством

аналого-цифровым преобразователем

устройством сравнения

10). Условие баланса четырехплечего моста для измерения параметров цепей (RLC):

произведения смежных плеч моста равны между собой

суммы смежных плеч моста равны между собой

суммы противоположных плеч моста равны между собой

произведения противоположных плеч моста равны между собой

11). При измерении напряжения милливольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 100 мВ показал 50 мВ. Определить погрешность измерения.

0,5 мВ

1,0 мВ

2,0 мВ

1,5 мВ

12). При измерении емкости измеритель RLC класса точности 2,0/0,5 с пределом измерения 160 пФ показал 80 пФ. Определить погрешность измерения.

4 пФ

1,6 пФ

2 пФ

3 пФ

13). При измерении частоты четырехразрядный цифровой частотомер показал 750.5 кГц. Из паспортных данных прибора известно, что основная погрешность составляет ± 0,1 % ± 1 единица младщего разряда (е.м.р.). Определить погрешность измерения.

0,76 кГц

1,1 кГц

1,0 кГц

1,52 кГц

14). 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.

300 Ом; 5,5 Ом

300 Ом; 7,0 Ом

300 Ом; 6,3 Ом

300 Ом; 7,5 Ом

15).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

1,0/0,5

1,5

0,6

Согласована на портале № 26608

1,4

16). При измерении с помощью пьезоэектрического датчика переменных усилий, давлений, параметров вибраций применяется

обратный пьезоэффект

прямой пьезоэффект

поперечный пьезоэффект

прямой пироэффект

17). Естественными входными величинами емкостного датчика являются:

относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками

относительная магнитная проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками

относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, материал, форма обкладок, расстояние между обкладками

относительная магнитная проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, материал и форма обкладок

18). Измерительной цепью, то есть цепью , преобразующей выходную величину параметрического датчика в электрический сигнал, является

усилитель

АЦП

неравновесный мост

равновесный мост

19). Блок в структурной схеме интеллектуального датчика, определяющий его сущность, называется

усилитель

АЦП

микропроцессор

цифровой индикатор

20). Поверка рабочих СИ, это:

совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям

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

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

совокупность операций, выполняемых с целью определения исправности или неисправности СИ

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

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), их нормирование. Классы точности СИ и другие формы нормирования погрешностей.
10. Обработка результатов прямых однократных измерений.
11. Определение результата и погрешности косвенных измерений.

Согласована на портале № 26608

12. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения случайной величины. Критерий Пирсона.

13. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.

14. Обобщённая структурная схема измерительного прибора с время-импульсным преобразованием.

15. Обобщённая структурная схема измерительного прибора с частотно-импульсным преобразованием

16. Обобщённая структурная схема измерительного прибора с уравновешивающим преобразованием.

17. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.

18. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы. Виды детекторов.

19. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием.

20. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.

21. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).

22. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.

23. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные характеристики осциллографа.

24. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.

25. Цифровые запоминающие осциллографы.

26. Цифровые частотомеры. Измерение временных интервалов.

27. Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности. Области применения.

28. Цифровые измерители параметров цепей с применением метода амперметра-вольтметра.

29. Цифровые измерители параметров цепей с предварительным преобразованием параметра в напряжение.

30. Цифровые измерители параметров цепей с время-импульсным преобразованием.

31. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.

32. Измерение спектра сигнала

33. Измерение неэлектрических величин электрическими методами

34. Параметрические датчики. Виды, достоинства, недостатки, области применения.

35. Генераторные датчики. Виды, характеристики, достоинства, недостатки, области применения.

36. Интеллектуальные датчики.

37. Автоматизация измерений: микропроцессорные СИ, информационно-измерительные системы.

38. Метрологическое обеспечение измерений (МО). Основы МО. Метрологические службы. Состав, задачи, полномочия служб.

39. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Сферы деятельности, в которых применяется государственное регулирование обеспечения единства измерений (ГРОЕИ).

40. Формы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Их краткая характеристика.

41. Система передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны, поверочные схемы.

42. Поверка и калибровка СИ.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

1). Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи.

2). Погрешности средств измерения.

3). Обработка результатов многократных равноточных измерений.

4). Обработка результатов косвенных измерений.

5). Обеспечение единства измерений.

Согласована на портале № 26608

### 14.1.4. Темы докладов

1. Цифровые запоминающие осциллографы.
2. Цифровые измерители параметров цепей.
3. Параметрические датчики,
4. Генераторные датчики.
5. Измерения неэлектрических величин электрическими методами.
6. Основные положения закона "Об обеспечении единства измерений
7. Система передачи размера единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны.
8. Поверка и калибровка СИ.

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.

Измерение реактивных параметров электрических цепей

Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков)

Поверка средств измерений

14.1.6. Темы самостоятельной работы

1). Обеспечение единства измерений (сферы ГРОЕИ, формы ГРОЕИ; обязательные требования к измерениям, СИ, эталонам, единицам ФВ; метрологические службы; основы метрологического обеспечения измерений)

2). Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размеров рабочим средствам измерения; эталоны; поверочные схемы; поверка и калибровка СИ

3).Единицы ФВ. Международная система единиц (система СИ).

4).Автоматизация измерений.

5).Электромеханические измерительные приборы.

6). Параметрические датчики

7). Генераторные датчики

8).Измерительные цепи датчиков

9). Интеллектуальные датчики

10).Измерение неэлектрических величин электрическими методами

11) Основные физические принципы работы датчиков (в том числе механических, оптических, ультразвуковых, локаторных, вихретоковых, магнитострикционных и т.д.)

### 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

Согласована на портале № 26608

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 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 № 26608