**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____Рулевский В.М.
«18» _____02_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ДАТЧИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 8 | 8 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 4 | 4 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 6 | 6 | часов |
| Самостоятельная работа | 66 | 66 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | часов |
| | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет | 1 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 64576

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Углубленное обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов работы и устройства современных средств измерения,.
2. Применение современных средств измерительной техники в экспериментальных исследованиях.
3. Изучение принципов работы, характеристик и устройства современных первичных измерительных преобразователей (датчиков).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.
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** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 64576

| | | |
|---|---|---|
| ПК-5. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени | ПК-5.1. Знает принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение | Знает основы планирования и проведения измерительного эксперимента. Знает принципы работы, устройство , основные технические и метрологические характеристики автоматических информационно-измерительных систем различного назначения. |
| | ПК-5.2. Умеет применять принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационноизмерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение | Выбирает принципы, методы, конфигурацию применяемой информационно-измерительной системы для оптимального решения поставленной экспериментальной задачи. |
| | ПК-5.3. Владеет навыками измерений в реальном времени | Проводит измерения различных физических величин в реальном времени с использованием современных измерительных приборов и информационно-измерительных комплексов. Обрабатывает результаты измерений в полном соответствии с метрологическими правилами. |
| ПК-6. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | ПК-6.1. Знает современные средства и методы организации и проведения экспериментальных исследований | 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 . |
| | ПК-6.2. Умеет организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов | Выбирает требуемые средства измерения для эффективного решения поставленной задачи. Измеряет параметры и характеристики используемого оборудования, исследуемых сигналов с применением современных измерительных приборов и автоматических информационно-измерительных систем |
| | ПК-6.3. Владеет навыками применения современных средств и методов организации и проведения экспериментальных исследований | Проводит технические измерения в области профессиональной деятельности, использует правила и методы обработки результатов однократных прямых, многократных и косвенных измерений и оценки погрешности измерений. Метрологически правильно представляет результаты измерений. |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,**

Согласована на портале № 64576

**выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 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 |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 42 | 42 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 8 | 8 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 66 | 66 |
| Подготовка к зачету | 25 | 25 |
| Подготовка к контрольной работе | 1 | 1 |
| Подготовка к тестированию | 13 | 13 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | 4 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| Написание реферата | 15 | 15 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 3 | 3 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | | | |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | 4 | 5 | - | 5 | 14 | ПК-6 |
| 2 Измерение электрических физических величин | 8 | 2 | 12 | 28 | 50 | ПК-5, ПК-6 |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | 4 | 1 | 4 | 31 | 40 | ПК-5, ПК-6 |
| 4 Автоматизация измерений. | 2 | - | - | 2 | 4 | ПК-5, ПК-6 |
| Итого за семестр | 18 | 8 | 16 | 66 | 108 | |
| Итого | 18 | 8 | 16 | 66 | 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 64576

| 1 семестр | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | Общие сведения о средствах измерений (СИ). Аналоговые и цифровые приборы. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования. Классификация АЦП. Основные характеристики СИ. Погрешности СИ. | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Измерение электрических физических величин | Современные методы измерения напряжения, силы тока, частоты, временных интервалов, фазового сдвига сигналов. Цифровые вольтметры, частотомеры и фазометры - структурные схемы, основные соотношения, погрешности измерений. Измерение параметров цепей. Особенности современных цифровых измерителей параметров цепей. Современные анализаторы спектра. Их принцип действия, технические характеристики. Аналоговое и цифровое осциллографирование. Достоинства и недостатки | 8 | ПК-5, ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики, генераторные датчики, датчики с преобразованием измеряемой величины во временной интервал. Интеллектуальные датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | 4 | ПК-5, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Автоматизация измерений. | Микропроцессорные СИ. Измерительно-информационные системы (ИИС): измерительные системы, системы автоматического контроля, системы технической диагностики, системы идентификации, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК), компьютерно-измерительные системы. | 2 | ПК-5, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 64576

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | Погрешности СИ. Расчет погрешностей по паспортным данным приборов. Обработка результатов прямых однократных измерений. Контрольная работа КР1 на тему "Погрешности СИ" | 2 | ПК-6 |
| | Обработка результатов многократных равноточных измерений. Контрольная работа КР2 на тему "Обработка многократных равноточных измерений" | 2 | ПК-6 |
| | Обработка результатов косвенных измерений. Контрольная работа КР3 "Обработка результатов косвенных измерений. | 1 | ПК-6 |
| | Итого | 5 | |
| 2 Измерение электрических физических величин | Осциллографические измерения. Цифровые запоминающие осциллографы. | 1 | ПК-6 |
| | Измерение спектра сигналов. | 1 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Параметрические и генераторные датчики. Интеллектуальные датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами | 1 | ПК-6 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 2 Измерение электрических физических величин | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов | 4 | ПК-6 |
| | Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием | 4 | ПК-6 |
| | Измерение сопротивлений на постоянном токе | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 12 | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков). | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 64576

| | | |
|---|---|---|
| Итого за семестр | 16 | |
| Итого | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | Подготовка к зачету | 2 | ПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-6 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Измерение электрических физических величин | Подготовка к зачету | 14 | ПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 3 | ПК-6 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-6 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПК-6 | Лабораторная работа |
| | Итого | 28 | | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Подготовка к зачету | 8 | ПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ПК-6 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Написание реферата | 15 | ПК-5, ПК-6 | Реферат |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-6 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-6 | Лабораторная работа |
| | Итого | 31 | | |
| 4 Автоматизация измерений. | Подготовка к зачету | 1 | ПК-5, ПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-5, ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 66 | | |
| Итого | | 66 | | |

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

Согласована на портале № 64576

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. | |
| ПК-5 | + | | + | + | Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Реферат, Тестирование |
| ПК-6 | + | + | + | + | Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Реферат, Тестирование |

## 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

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 17 | 17 |
| Защита отчета по лабораторной работе | 0 | 1 | 3 | 4 |
| Контрольная работа | 8 | 16 | 0 | 24 |
| Лабораторная работа | 0 | 16 | 16 | 32 |
| Реферат | 0 | 0 | 18 | 18 |
| Тестирование | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Итого максимум за период | 8 | 33 | 59 | 100 |
| Нарастающим итогом | 8 | 41 | 100 | 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) |
|---|---|---|

Согласована на портале № 64576

| | | |
|---|---|---|
| 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. Нефедов В.И., Хахин В.И., Битюков В.К. и др. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов - М.: Высшая школа, 2006. - 525 с . (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).

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

3. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов/ В.Ю. Шишмарев. - 3-е изд., перераб. и доп.- Москва: Издательство Юрайт, 2022 - 377 с.- (Высшее образование). ISBN 978-5-534-12536-8. - Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [ сайт] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495502.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 1999. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.).

2. Отчалко В.Ф., Сидоров Ю.К., Эрастов В.Е. Измерительная техника и датчики: учебное методическое пособие - Томск: ТМЦДО, 2004. - 158с.:ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 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. - 103 с. - (Высшее образование).- ISBN 978-5-534-08498-6. Текст: электронный// Образовательная платформа Юрайт [сайт] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492152.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. УМП Лабораторные работы по дисциплинам метрологического профиля [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://new.kcup.tusur.ru/library/izmeritelnaja-tehnika-i-datchiki-dlja-studentov-napravlenij-podgotovki-110404-i-270404.

2. УМП Практика по ИТиД 2018 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://new.kcup.tusur.ru/library/izmeritelnaja-tehnika-i-datchiki-dlja-studentov-napravlenij-podgotovki-110404-i-270404.

3. УМП Самостоятельная работа ИТиД 2018 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://new.kcup.tusur.ru/library/izmeritelnaja-tehnika-i-datchiki-dlja-studentov-napravlenij-podgotovki-110404-i-270404.

#### 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;

Согласована на портале № 64576

– 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.

## 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.

### 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;

Согласована на портале № 64576

- 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 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

Согласована на портале № 64576

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | ПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Измерение электрических физических величин | ПК-5, ПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | ПК-5, ПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Реферат | Примерный перечень тем для рефератов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Автоматизация измерений. | ПК-5, ПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по 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 |

Согласована на портале № 64576

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое рабочие средства измерений:
   а) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора;
   б) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;
   в) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ .
2. 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

Согласована на портале № 64576

измеряемой величиной операции, необходимые для получения результата;
в) результат измерения получают при специальной программной обработке дискретных выборок измеряемой величины.

3. 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.
4. Принцип действия цифрового частотомера:
а) подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени;
б) выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряе6мого сигнала;
в) подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени.
5. . Условие баланса четырехплечего моста для измерения параметров цепей (RLC):
а) произведения смежных плеч моста равны между собой;
б) суммы смежных плеч моста равны между собой;
в) суммы противоположных плеч моста равны между собой;
г) произведения противоположных плеч моста равны между собой.
6. 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.
7. . 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.
8. 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.
9. 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.
10. . 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) 2,5 пФ.
11. . Чему равна абсолютная погрешность дискретности цифрового измерительного прибора с разрешающей способностью ΔXкв:
а) ΔXкв;
б) ΔXкв/√6;
в) ΔXкв/√12;

Согласована на портале № 64576

г) $\Delta X_{кв}/\sqrt{16}$.

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) 300 Ом, 7,5 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) 2,0.
14. . При измерении напряжения милливольтметром основная погрешность измерения составила 4 мВ, а дополнительная температурная погрешность не превышает 0,75 от основной. Определить максимальную полную (эксплуатационную) абсолютную погрешность измерения:
    а) 5,0 мВ;
    б) 7.0 мВ;
    в) 7.5 мВ;
    г) 4,75 мВ.
15. Естественными входными величинами емкостного датчика являются:
    а) относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками;
    б) относительная магнитная проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками ;
    в) относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, материал, форма обкладок, расстояние между обкладками.
16. Выходной величиной трансформаторных датчиков является:
    а) индуктивность выходной обмотки;
    б) напряжение, снимаемое с выходной обмотки;
    в) величина реакции якоря.
17. . Естественной входной величиной тензодатчика является:
    а) температура;
    б) влажность;
    в) деформация;
    г) сила.
18. Измерительной цепью, то есть цепью , преобразующей выходную величину параметрического датчика в электрический сигнал, является:
19. а) усилитель;
    б) АЦП;
    в) неравновесный мост;
    г) счетчик импульсов.
20. Блок в структурной схеме интеллектуального датчика, определяющий его сущность, называется:
    а) усилитель;
    б) АЦП;
    в) микропроцессор;
    г) цифровой индикатор.
21. Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК):
    а) предназначены для автоматического распознавания различных объектов и явлений;
    б) предназначены для решения определенного круга задач автоматизации измерений;
    в) предназначены для создания виртуальных измерительных приборов.
    г) предназначены для диагностики крупных систем.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

Согласована на портале № 64576

1. Классификация средств измерений. Их метрологические характеристики.
2. Причины возникновения погрешностей. Классификация погрешностей.
3. Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ.
4. Обработка результатов прямых однократных измерений.
5. Определение результата и погрешности косвенных измерений.
6. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
7. Правила суммирования погрешностей (неисключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности).
8. Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Сигналы измерительной информации.
9. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
10. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
11. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы.
12. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока (измерение несинусоидальных напряжений).
13. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием (с применением ЛИН).
14. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.
15. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).
16. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.
17. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа.
18. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.
19. Цифровые запоминающие осциллографы.
20. Цифровые частотомеры.
21. Цифровые фазометры с время- импульсным преобразованием.
22. Цифровые измерители параметров цепей (с время-импульсным преобразованием, с преобразованием параметра в напряжение).
23. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.
24. Анализаторы спектра последовательного действия.
25. Вычислительные анализаторы спектра (дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье).
26. Компьютерно-измерительные системы (виртуальные приборы).
27. Информационно-измерительные системы (системы автоматического контроля, технической диагностики, идентификации, измерительные системы).
28. Измерение неэлектрических физических величин электрическими методами. Дифференциальные и логометрические схемы включения датчиков.
29. Основные характеристики датчиков (передаточная функция, чувствительность, гистерезис, мертвая зона, динамические характеристики и др.).
30. Параметрические датчики – реостатные, тензочувствительные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
31. Параметрические датчики – терморезистивные, электролитические. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
32. Параметрические датчики – индуктивные, трансформаторные, емкостные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
33. Параметрические датчики – фотоэлектрические, ионизационные, детекторы теплового излучения. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
34. Генераторные датчики – термоэлектрические, индукционные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
35. Генераторные датчики – пьезоэлектрические, гальванические. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

Согласована на портале № 64576

36. Ультразвуковые и вихретоковые датчики. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

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

1. Погрешности СИ.
2. Обработка результатов однократных прямых измерений.
3. Обработка результатов многократных равноточных измерений.
4. Обработка результатов косвенных измерений
5. Правила суммирования погрешностей.

### 9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Осциллографические методы измерения параметров сигнала.
2. Принцип действия вольтметра с время-импульсным преобразованием.
3. Суть метода вольтметра-амперметра при измерении параметров электрических цепей.
4. Принцип действия и устройство тензорезисторов.
5. Определение погрешностей измерений по паспортным данным приборов.

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов
2. Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием
3. Измерение сопротивлений на постоянном токе
4. Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков).

### 9.1.6. Примерный перечень тем для рефератов

1. Датчики заданного вида (принцип действия, характеристики, конструкция, возможные области применения).
2. Датчики для измерения заданной ФВ (типы датчиков, их характеристики, особенности применения, конструкция, достоинства и недостатки)
3. Интеллектуальные датчики заданных фирм (несколько примеров датчиков различного назначения с указанием технических характеристик, областей и особенностей применения).
4. Система датчиков для обеспечения работоспособности заданного объекта (виды датчиков, решаемые в системе задачи, характеристики, взаимодействие ).
5. Цифровые запоминающие осциллографы (принцип действия, примеры реальных приборов с их техническими характеристиками).
6. Векторные анализаторы цепей (принцип действия, примеры реальных приборов с их техническими характеристиками).

## 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.

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

Согласована на портале № 64576

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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;

– 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;

Согласована на портале № 64576

– 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 № 64576

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 5 от «17» 12 2021 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |
| 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 № 64576