**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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

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: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 10 | 10 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 44 | 44 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 64 | 64 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е. |

Зачет: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 26048

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) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

к.т.н., 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. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

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

Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ) _____ С. Г. Михальченко

Согласована на портале № 26048

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

углубленное обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

Достижение указанной цели способствует формированию компетенций:

ОПК-1- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

ПК-3 - готовность 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-4 - способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение принципов работы и устройства современных средств измерения, их применение в экспериментальных исследованиях, а также изучение принципов работы, характеристик и устройства современных первичных измерительных преобразователей (датчиков).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Измерительная техника и датчики» (Б1.В.ОД.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Робототехника, Электромагнитная совместимость электронных устройств, Электронные средства сбора, обработки и отображения информации.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

– ПК-3 готовностью 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-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные методы измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия средств измерений (СИ), характеристики СИ; физические принципы работы, характеристики и конструктивные особенности датчиков, их применение.

– **уметь** обоснованно выбирать и применять методы и средства решения измерительных проблем в своей предметной области; автоматизировать эксперименты на основе информационно-измерительных комплексов; проводить экспериментальные исследования, анализировать, обрабатывать и представлять результаты измерений.

– **владеть** методологией и навыками измерений в реальном времени, навыками применения современных методов и средств измерений (СИ), оценивания технических характеристик датчиков и СИ, погрешностей измерений.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 44 | 44 |

Согласована на портале № 26048

| | | |
|---|---|---|
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 10 | 10 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 64 | 64 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | 10 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 48 | 48 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | 6 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость, ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

## 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 | Прак. зан., | Лаб. раб., | Сам. раб., | Всего (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | | | | |
| 1 Общие принципы построения СИ | 4 | 1 | 0 | 4 | 9 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| 2 Измерение физических величин. | 10 | 6 | 12 | 38 | 66 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | 2 | 2 | 4 | 20 | 28 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| 4 Автоматизация измерений. | 2 | 1 | 0 | 2 | 5 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| Итого за семестр | 18 | 10 | 16 | 64 | 108 | |
| Итого | 18 | 10 | 16 | 64 | 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 |
|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | |
| 1 Общие принципы построения 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 | ОПК-1, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Измерение физических величин. | Современные методы измерения напряжения, силы тока, частоты, временных интервалов, фазового сдвига сигналов. Цифровые вольтметры, | 10 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |

Согласована на портале № 26048

| | | | |
|---|---|---|---|
| | частотомеры и фазометры - структурные схемы, основные соотношения, погрешности измерений. Измерение параметров цепей. Особенности современных цифровых измерителей параметров цепей. Панорамные измерители АЧХ. Современные цифровые анализаторы спектра, Их принцип действия, технические характеристики. Цифровое осциллографирование. Достоинства и недостатки. | | |
| | Итого | 10 | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики: реостатные, тензочувствительные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические, Холла. Интеллектуальные датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | 2 | ОПК-1, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 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 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

**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 |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Научно-исследовательская работа (рассред.) | + | + | + | + |
| 2 Робототехника | + | + | + | + |
| 3 Электромагнитная совместимость электронных устройств | | + | + | + |
| 4 Электронные средства сбора, обработки и отображения информации | + | + | + | + |

Согласована на портале № 26048

### 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. | Практ. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат |
| ПК-3 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат |
| ПК-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат |

## 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 | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | |
| 2 Измерение физических величин. | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов | 4 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| | Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием | 4 | |
| | Измерение сопротивлений на постоянном токе | 4 | |
| | Итого | 12 | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков). | 4 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 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 | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | |
| 1 Общие принципы построения СИ | Правила суммирования погрешностей. | 1 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 26048

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Измерение физических величин. | Погрешности СИ. Расчет погрешностей по паспортным данным приборов. Обработка результатов прямых однократных измерений. Контрольная работа КР1 на тему "Погрешности СИ". | 1 | ПК-3, ПК-4, ОПК-1 |
| | Обработка результатов многократных равноточных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Контрольная работа КР2 на тему "Обработка многократных равноточных измерений". | 2 | |
| | Измерение спектра сигналов. Контрольная работа КР3 на тему "Обработка косвенных измерений". | 2 | |
| | Осциллографические измерения. Цифровые запоминающие осциллографы. | 1 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Параметрические и генераторные датчики. Интеллектуальные датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами | 2 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Автоматизация измерений. | Автоматизация измерений | 1 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 10 | |

## 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, | Формируемые комп | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | | |
| 1 Общие принципы построения СИ | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 | Зачет, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Измерение физических величин. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 | Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 24 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 38 | | |

Согласована на портале № 26048

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 | Зачет, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Автоматизация измерений. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2 | ОПК-1, ПК-3, ПК-4 | Зачет, Тест |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| Итого | | 64 | | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | | |
| Зачет | | | 20 | 20 |
| Контрольная работа | 10 | 5 | | 15 |
| Опрос на занятиях | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Отчет по лабораторной работе | 8 | 8 | 16 | 32 |
| Реферат | | | 20 | 20 |
| Тест | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 19 | 14 | 67 | 100 |
| Нарастающим итогом | 19 | 33 | 100 | 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 |

Согласована на портале № 26048

### 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. 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. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. - М.: Радио и связь, Горячая линия - Телеком, 2006. - 96 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

### 12.2. 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. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)
3. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю.Шишмарев. – М.: Академия, 2010. – 384с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)
4. 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.)
5. В.Ф.Отчалко, Ю.В.Сваровский, В.Е.Эрастов. Метрология и технические измерения: Учеб. Пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2007. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. - Томск: ТМЦДО, 2010.-52с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Отчалко, В. Ф. Измерительная техника и датчики: УМП по практическим занятиям магистров — Томск: ТУСУР, 2016. — 28 с. Дата обращения 08.05.2018г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6625, дата обращения: 16.05.2018.
3. Отчалко, В. Ф. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам магистров — Томск: ТУСУР, 2016. — 77 с. Дата обращения 08.05.2018г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6629, дата обращения: 16.05.2018.
4. Отчалко, В. Ф. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по выполнению самостоятельной работы для магистров — Томск: ТУСУР, 2016 - 9 с. Дата

Согласована на портале № 26048

обращения 08.05.2018г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6626, дата обращения: 16.05.2018.

### 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. http://www.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.);

Согласована на портале № 26048

- 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.

**13.1.4. 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

Согласована на портале № 26048

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:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1).Что такое рабочие средства измерений

СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора

СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ

СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ

2). 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 величиной операции, необходимые для получения результата

результат измерения получают при специальной программной обработке дискретных выборок измеряемой величины

3). Как работают цифровые измерители различных физических величин , использующие метод время-импульсного преобразования

измеряемая величина преобразуется в частоту счетных импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени

измеряемая величина преобразуется в интервал времени, интервал заполняется высокостабильными счетными импульсами, число которых подсчитывается

измеряемая величина преобразуется в длительность импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени

4). Принцип действия цифрового частотомера

подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени

выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряебмого сигнала

подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени

5). 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

Согласована на портале № 26048

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

устройством управления

цифровым отсчетным устройством

аналого-цифровым преобразователем

устройством сравнения

7). 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

8). 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

9). 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

10). 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

11). Чему равна абсолютная погрешность дискретности цифрового измерительного прибора с разрешающей способностью ΔXкв

ΔXкв

ΔXкв/√6

ΔXкв/√12

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.

300 Ом; 5,5 Ом

300 Ом; 7,0 Ом

300 Ом; 6,3 Ом

13). Если предстоит измерить напряжение 220 В с погрешностью не превышающей ±1 %, то для этой цели необходимо взять вольтметр с пределом шкалы 300 В и класса точности

1,0/0,5

1,5

0,6

14). При измерении напряжения милливольтметром основная погрешность измерения

Согласована на портале № 26048

составила 4 мВ, а дополнительная температурная погрешность не превышает 0,75 от основной. Определить максимальную полную (эксплуатационную) абсолютную погрешность измерения

5,0 мВ
7.0 мВ
6,95 мВ
4,75

15). 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

16). Выходной величиной трансформаторных датчиков является

индуктивность выходной обмотки
напряжение, снимаемое с выходной обмотки
величина реакции якоря

17). Естественной входной величиной тензодатчика является

температура
влажность
деформация

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

усилитель
АЦП
неравновесный мост

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

усилитель
АЦП
микропроцессор
цифровой индикатор

20). Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)

предназначены для автоматического распознавания различных объектов и явлений
предназначены для решения определенного круга задач автоматизации измерений
предназначены для создания виртуальных измерительных приборов

**14.1.2. Темы опросов на занятиях**

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.

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. Панорамные измерители АЧХ.

Современные цифровые анализаторы спектра, Их принцип действия, технические характеристики.

Согласована на портале № 26048

Цифровое осциллографирование. Достоинства и недостатки.

Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики: реостатные, тензочувстви- тельные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические, Холла. Интеллектуальные датчики.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами.

Микропроцессорные СИ. Измерительно-информационные системы (ИИС): измерительные системы, системы автоматического контроля, системы технической диагностики, системы идентификации, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК), компьютерно-измерительные системы.

**14.1.3. Зачёт**

Вопросы на зачет:

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.

11 Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.

12 Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.

13 Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы.

14 Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока (измерение несинусоидальных напряжений).

15 Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием (с применением ЛИН).

16 Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.

17 Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).

18 Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.

19 Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа.

20 Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.

21 Цифровые запоминающие осциллографы.

22 Цифровые частотомеры.

23 Цифровые фазометры с время- импульсным преобразованием.

24 Цифровые измерители параметров цепей (с время-импульсным преобразованием, с преобразованием параметра в напряжение).

25 Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.

26 Анализаторы спектра последовательного действия.

27 Вычислительные анализаторы спектра (дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье).

28 Компьютерно-измерительные системы (виртуальные приборы).

29 Информационно-измерительные системы (системы автоматического контроля, технической диагностики, идентификации, измерительные системы).

30 Измерение неэлектрических физических величин электрическими методами. Дифференциальные и логометрические схемы включения датчиков.

31 Основные характеристики датчиков (передаточная функция, чувствительность, гистерезис, мертвая зона, динамические характеристики и др.).

32 Параметрические датчики – реостатные, тензочувствительные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного

Согласована на портале № 26048

решения.

33 Параметрические датчики – терморезистивные, электролитические. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

34 Параметрические датчики – индуктивные, трансформаторные, емкостные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

35 Параметрические датчики – фотоэлектрические, ионизационные, детекторы теплового излучения. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

36 Генераторные датчики – термоэлектрические, индукционные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

37 Генераторные датчики – пьезоэлектрические, гальванические. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

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

### 14.1.4. Темы рефератов

Датчики заданного вида (принцип действия, характеристики, конструкция, возможные области применения).

Датчики для измерения заданной ФВ (типы датчиков, их характеристики, особенности применения, конструкция, достоинства и недостатки).

Интеллектуальные датчики заданных фирм (несколько примеров датчиков различного назначения с указанием технических характеристик, областей и особенностей применения).

Система датчиков для обеспечения работоспособности заданного объекта (виды датчиков, решаемые в системе задачи, характеристики, взаимодействие ).

### 14.1.5. Темы контрольных работ

Погрешности СИ. Обработка результатов однократных прямых измерений

Обработка результатов многократных равноточных измерений

Обработка результатов косвенных измерений

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.

Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием

Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков).

Измерение сопротивлений на постоянном токе.

14.1.7. Темы самостоятельной работы

1). Классификация СИ. Метрологические характеристики СИ.
2). Обработка результатов прямых однократных, многократных равноточных и косвенных измерений.
3). Правила суммирования погрешностей.
4). Правила представления результата измерений.
5). Цифровые запоминающие осциллографы.
6). Анализаторы спектра.
7). Электромеханические приборы.
8). Измерители RLC.
9). Основные физические принципы работы датчиков.
10). Интеллектуальные датчики.
11). Измерение неэлектрических величин электрическими методами.
12). Обзор мировых производителей датчиков.

Согласована на портале № 26048

13). Информационно-измерительные системы.

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

Согласована на портале № 26048

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.