**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

# Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 36 | 36 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 180 | 180 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| | | 6.0 | 6.0 | З.Е. |

Экзамен: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 29277

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «25» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного 21.11.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ П. Н. Дробот

Заведующий обеспечивающей каф. УИ _____ Г. Н. Нариманова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФИТ _____ Г. Н. Нариманова

Заведующий выпускающей каф. УИ _____ Г. Н. Нариманова

Эксперты:

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ М. Е. Антипин

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ И. М. Насртдинов

Согласована на портале № 29277

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

обучение студентов основам метрологического обеспечения современной робототехники

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение современных методов и средств организации измерительного эксперимента на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем, а также принципов работы, характеристик, устройства современных первичных измерительных преобразователей (датчиков) с целью выработки умений и навыков их использования в профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Управление робототехническими комплексами и системами.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-5 способностью разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;

– ПК-11 готовностью разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы, способностью участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные методы измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия и характеристики средств измерения, правила выбора методов и средств измерений, физические принципы работы и конструктивные особенности датчиков, их применение.

– **уметь** анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности ставить задачу и разрабатывать пути ее решения, выбирать оптимальное (рациональное) решение из множества возможных вариантов; обоснованно выбирать и применять датчики и средства измерения, обрабатывать и представлять результаты измерений

– **владеть** методами анализа характеристик новых и традиционных датчиков; навыками оценивания технических характеристик систем измерений и погрешностей измерений, навыками организации измерительного эксперимента

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа (всего) | 108 | 108 |

Согласована на портале № 29277

| | | |
|---|---|---|
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 52 | 52 |
| Проработка лекционного материала | 22 | 22 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 34 | 34 |
| Всего (без экзамена) | 180 | 180 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 216 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 6.0 |

## 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., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | | | |
| 1 Введение. Виды измерительных преобразователей | 4 | 4 | 8 | 26 | 42 | ПК-11, ПК-5 |
| 2 Основы метрологии. Погрешности измерений | 4 | 4 | 4 | 18 | 30 | ПК-11, ПК-5 |
| 3 Аппроксимация методом наименьших квадратов | 2 | 2 | 10 | 20 | 34 | ПК-11, ПК-5 |
| 4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин | 4 | 4 | 10 | 24 | 42 | ПК-11, ПК-5 |
| 5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами | 4 | 4 | 4 | 20 | 32 | ПК-11, ПК-5 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 36 | 108 | 180 | |
| Итого | 18 | 18 | 36 | 108 | 180 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение. Виды измерительных преобразователей | Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика ма- | 4 | ПК-11, ПК-5 |

Согласована на портале № 29277

| | | | |
|---|---|---|---|
| | териала дисциплины и его структура. | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Основы метрологии. Погрешности измерений | Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Понятия измерения, испытания и контроля. Классификации видов измерений, методов измерений. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Аппроксимация методом наименьших квадратов | Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. коэффициент линейной корреляции. | 2 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин | Общие сведения о средствах измерений (СИ). Классификация средств измерения (СИ). Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования. Классификация цифровых измерительных устройств(ЦИУ). Основные характеристики СИ. Погрешности СИ. Методы и средства измерения электрических физических вели- чин (ФВ) – напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, параметров цепей, анализ спектра сигналов, цифровое осциллографирование. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 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. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

Согласована на портале № 29277

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Научно-исследовательская работа (рассред.) | + | + | + | + | + |
| 2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | | | + | + | + |
| 3 Преддипломная практика | + | + | + | + | + |
| 4 Управление робототехническими комплексами и системами | + | | | + | + |

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-11 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение. Виды | Программные пакеты анализа данных и | 4 | ПК-11, ПК-5 |

Согласована на портале № 29277

| | | | |
|---|---|---|---|
| измерительных преобразователей | построения графиков совместных измерений исследуемых зависимостей двух величин, изучение возможностей и интерфейса, сравнительное сопоставление пакетов Grapher (Golden Software), Origin (Origin Lab) и их бесплатных аналогов Advanced Grapher, GnuPlot, Extrema, Graph, RLPlot и других. | | |
| | Компьютерное моделирование измерения нелинейной зависимости двух величин на примере вольт-амперной характеристики полупроводникового диода. Определение в качестве искомой физической величины удельного сопротивления диода на участке закона Ома и оценка ее погрешности и надежности (доверительной вероятности). Определение параметров зависимости двух измеряемых физических величин на примере силы тока и напряжения вольт-амперной характеристики диода и погрешности этих параметров. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 2 Основы метрологии. Погрешности измерений | Компьютерное моделирование: применение виртуальных измерительных приборов для проведения измерений, исследования электрических сигналов. Датчики температуры. Оптические датчики. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Аппроксимация методом наименьших квадратов | Компьютерное исследование: а) приведение нелинейной функции к линейному виду через преобразование координат; б) выделение линейных участков и их линейная аппроксимация; в) определение параметров линейной зависимости и переход к параметрам нелинейной зависимости. | 10 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 10 | |
| 4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин | Компьютерное моделирование: применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. Датчики температуры. Оптические датчики | 6 | ПК-11, ПК-5 |
| | Приборы для определения перемещения. Датчики ускорения, вибрации и удара. | 4 | |
| | Итого | 10 | |
| 5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами | Датчики изображения. Датчики скорости, расхода и уровня жидкости и газов. Датчики влажности. Датчики с частотным выходом магнитного поля, температуры, линейного перемещения, углового перемещения. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 29277

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 36 | |

## 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, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение. Виды измерительных преобразователей | Основные понятия. Определения и основные характеристики. Назначение и области применения датчиков. Технические характеристики. Конструктивно-технические особенности датчиков. Активные, пассивные и комбинированные датчики. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Основы метрологии. Погрешности измерений | Метрологические характеристики. Погрешности и чувствительность датчиков. Быстродействие. Градуировка датчиков | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Аппроксимация методом наименьших квадратов | Параметры линейной зависимости, их практическое определение и вычисление их погрешностей: 1) из графика; 2) компьютерная обработка по алгоритмам метода наименьших квадратов. | 2 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин | Формирование сигналов пассивных датчиков. Потенциометрические схемы с резистивными, индуктивными и емкостными датчиками. Мостовые схемы. Измерение сопротивлений мостом Уитсона. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами | Датчики ускорения, вибрации и удара. Основные положения. Принцип действия сейсмических датчиков скорости и ускорения. Пьезоэлектрические и пьезорезистивные акселерометры. Принцип действия и метрологические характеристики. Факторы, влияющие на показания. Акселерометры, основанные на измерении перемещения. | 4 | ПК-11, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 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, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 29277

| 2 семестр | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Введение. Виды измерительных преобразователей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-11, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 26 | | |
| 2 Основы метрологии. Погрешности измерений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-11, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 3 Аппроксимация методом наименьших квадратов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-11, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-11, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 24 | | |
| 5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-11, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 20 | | |

Согласована на портале № 29277

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 108 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 144 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

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 |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 6 | 2 | 6 | 14 |
| Контрольная работа | 4 | 2 | 8 | 14 |
| Опрос на занятиях | 5 | 4 | 5 | 14 |
| Отчет по лабораторной работе | 6 | 2 | 6 | 14 |
| Тест | 4 | 6 | 4 | 14 |
| Итого максимум за период | 25 | 16 | 29 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 25 | 41 | 70 | 100 |

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

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |

Согласована на портале № 29277

| | | |
|---|---|---|
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Перемитина Т. О. - 2016. 150 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6715 (дата обращения: 25.06.2018).
2. Основы научных исследований и патентоведение [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Озеркин Д. В., Алексеев В. П. - 2012. 171 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1283 (дата обращения: 25.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебник для вузов / К. П. Латышен-ко. - М. : Академия, 2012. - 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. Интеллектуальные средства измерений [Текст]: учебник для вузов / Г. Г. Раннев. - М. : Академия, 2011. - 272 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
3. Теория ошибок и обработка результатов измерений: учебное пособие / П. Н. Дробот; Мини-стерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет сис-тем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2011. – 83 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и к самостоятельной работе / П. Н. Дробот - 2018. 54 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8913 (дата обращения: 25.06.2018).
2. Измерительная техника и датчики [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Отчалко В. Ф. - 2016. 78 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6629 (дата обращения: 25.06.2018).

#### 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.

**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.datsys.ru/ - журнал "Датчики и системы"
2. http://www.parc-centre.spb.ru/firms3.htm - Список ресурсов, посвященных измерительной технике
3. https://www.vniims.ru/activities/redakcionno-izdatelskaya-deyatelnost/izmer/ - Журнал «Из-

Согласована на портале № 29277

мерительная техника»

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

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

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

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Celeron;
- Компьютер WS3 (5 шт.);
- Компьютер WS2 (2 шт.);
- Доска маркерная;
- Проектор LG RD-JT50;
- Экран проекторный;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro (2 шт.);
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Проигрыватель DVD Yamaha S661;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

Лаборатория управления проектами

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 414 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер WS2 (6 шт.);

Согласована на портале № 29277

- Компьютер WS3 (2 шт);
- Компьютер Celeron (3 шт.);
- Компьютер Intel Core 2 DUO;
- Проектор Nec;
- Экран проекторный Projecta;
- Стенд передвижной с доской магнитной;
- Акустическая система + (2колонки) KEF-Q35;
- Кондиционер настенного типа Panasonic CS/CU-A12C;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

**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;
- 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.

Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных

Согласована на портале № 29277

консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Celeron;
- Компьютер WS3 (5 шт.);
- Компьютер WS2 (2 шт.);
- Доска маркерная;
- Проектор LG RD-JT50;
- Экран проекторный;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro (2 шт.);
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Проигрыватель DVD Yamaha S661;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

Лаборатория управления проектами

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 414 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер WS2 (6 шт.);
- Компьютер WS3 (2 шт);
- Компьютер Celeron (3 шт.);
- Компьютер Intel Core 2 DUO;
- Проектор Nec;
- Экран проекторный Projecta;
- Стенд передвижной с доской магнитной;
- Акустическая система + (2колонки) KEF-Q35;
- Кондиционер настенного типа Panasonic CS/CU-A12C;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

**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.;

Согласована на портале № 29277

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

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

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

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

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

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

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

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Для исследования аналитической (математической) связи двух различных физических величин применяются ... [1) совместные измерения; 2) однократные измерения; 3) многократные измерения; 4) единичные измерения]

2. Степень, до которой набор точек (x1, y1), ..., (xN, yN) подтверждает линейную зависимость между x и y, измеряется... [1)коэффициентом надежности; 2) коэффициентом сингулярности ; 3) коэффициентом неопределенности; 4) коэффициентом линейной корреляции]

3. Коэффициент, учитывающий ограниченность количества измерений при анализе многократных измерений одной величины называется... [1) коэффициент Стьюдента ; 2) коэффициент умножения; 3) коэффициент Вилкоксона; 4) коэффициент нелинейности]

4. Для установления вида и аналитической формы нелинейной взаимосвязи двух различных физических величин, полученной в эксперименте, применяют ... [1) интегрирование экспериментальной зависимости; 2) линеаризацию экспериментальной зависимости; 3) дифференцирование экспериментальной зависимости; 4) декомпозицию экспериментальной зависимости]

5. Наилучшей оценкой истинного значения X многократно измеренной величины

Согласована на портале № 29277

является ...[1) наибольшее значение из выборки; 2) величина дисперсии; 3) несмещенное отклонение; 4) выборочное среднее значение]

6. Абсолютная погрешность указывает численно для истинного значения ... [1)доверительные границы ; 2) надежность измерения; 3) систематическую ошибку; 4) вероятность оценки]

7. Измерения двух различных физических переменных, которые проводятся для исследования математической связи этих двух переменных, называются …..[ 1) несмещенными; 2) косвенными; 3) прямыми; 4) совместными]

8. Адекватный статистический метод обработки результатов совместных измерений – это метод …….. [1) секущих; 2) Рунге – Кутта; 3) Госсета; 4) наименьших квадратов]

9. Когда измеряемая величина определяется сразу непосредственно по показаниям измерительного прибора, измерения называются …….[1)непрямыми; 2) косвенными; 3) традиционными; 4) прямыми]

10. Если измеряемая величина вычисляется из результатов прямых измерений других величин, которые связаны с измеряемой величиной определенной функциональной зависимостью, то это ….[1)совместные измерения ; 2) несовместные измерения; 3) единичные измерения; 4) косвенные измерения]

11. Достаточно точное определение искомой физической величины и оценка ее погрешности решается путем проведения ……. [1) единичных измерений искомой физической величины; 2) совместных измерений физической величины и ее погрешности; 3) многократных измерений погрешности физической величины; 4) многократных измерений искомой физической величины и статистической обработкой этих измерений]

12. при большом числе измерений случайные погрешности одинаковой величины, но разного знака встречаются …….. [1) не часто; 2) крайне редко; 3) неравномерно; 4) одинаково часто]

13. большие по абсолютной величине погрешности встречаются …….[1) очень редко; 2) очень часто; 3) также, как и малые; 4) реже, чем малые]

14. Если N – количество многократных измерений физической величины, то в пределе распределение дискретных измерений стремится к …….. [1) бесконечности; 2) неизменному виду; 3) насыщению; 4) непрерывной кривой, которая называется предельным распределением]

15. Значение x, к которому мы приближаемся по мере осуществления все большего числа измерений, выполняемых все более тщательно, можно считать …… [ 1) предельным значением величины x; 2) непредельным значением величины x; 3) оценочным значением величины x; 4) истинным значением величины x]

16. Если результаты измерения величины x подвержены только случайным ошибкам, то их предельное распределение есть …… [1)функция Чебышева; 2) полином Лагранжа; 3) дельта – функция; 4) функция Гаусса]

17. Что такое средство измерений [1) техническое средство , предназначенное для измерений ; 2) электронное техническое средство; 3) техническое средство для обработки измерительной информации ; 4) комплекс технических средств для обработки измерительной информации]

18. Для конечного набора N измерений разумно считать наилучшей оценкой Хнаил истинного значения X …….[ 1) (N–1) – ое значение; 2) наибольшее значение; 3) среднее значение ; 4) наименьшее значение ]

19. При малых количествах измерений N предельное нормальное распределение следует заменить на …….. [1) распределение Боинга; 2)распределение Стьюдента ; 3) распределение Бернулли; 4) распределение Максвелла]

20. Методом измерения называется [1)совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей; 2) совокупность приемов использования при измерении физического явления, на котором основано измерение; 3) Совокупность действий по обеспечению взаимодействия средства измерения с объектом; 4) Совокупность манипуляций при коммутации измерительных приборов ]

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1.Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и сово¬купные.

2. Классификация методов измерения ФВ. Метод непосредственной оценки и ме¬тод сравнения с мерой.

3. Суть понятий: измерение, испытание, контроль

Согласована на портале № 29277

4. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности.

5. Правила суммирования погрешностей (неисключенные остатки систематических погрешностей и случайные погрешности)..

6. Доверительный интервал погрешности.

7. Классификация средств измерений (СИ).

8. Метрологические характеристики СИ.

9. Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ.

10. Обработка результатов прямых однократных измерений.

11. Определение результата и погрешности косвенных измерений.

12. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.

13. Правила представления результатов измерений.

14. Сигналы измерительной информации.

15. Классификация датчиков.

16. Основные технические и метрологические характеристики датчиков.

17. Реостатные датчики. Принцип действия, конструкция, характеристики, применения.

18. Тензочувствительные датчики.

19. Термочувствительные датчики.

20. Индуктивные датчики

21. Емкостные датчики.

22. Ионизационные датчики.

23. Фотоэлектрические датчики.

24. Термоэлектрические датчики.

25. Индукционные датчики.

26. Пьезоэлектрические датчики.

27. Датчики Холла.

28. Химические датчики.

29. Оптоэлектронные датчики.

30. Интеллектуальные датчики.

31. Измерение перемещений и уровней.

32. Измерение давления.

33. Измерение вибраций.

34. Датчики температуры с частотным выходом

35. Датчики магнитного поля с частотным выходом

36. Датчики линейного перемещения с частотным выходом.

37. Датчики углового перемещения с частотным выходом.

38. Измерительные цепи датчиков. Их сравнительная характеристика.

39. Обзор наиболее известных мировых производителей датчиков.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

1) Способы линеаризации экспериментальных зависимостей. Определение параметров линейной зависимости и их погрешностей. 2) Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений. 3) Прямое преобразование физических величин в частоту выходного сигнала в датчиках с частотным выходом, основанных на закономерностях физических эффектов (осциллисторный эффект, рекомбинационная неустойчивость, доменная неустойчивость и другие)

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура.

Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Понятия измерения, испытания и контроля. Классификации видов измерений, методов измерений. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений.

Согласована на портале № 29277

Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. коэффициент линейной корреляции.

Общие сведения о средствах измерений (СИ). Классификация средств измерения (СИ). Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования. Классификация цифровых измерительных устройств(ЦИУ). Основные характеристики СИ. Погрешности СИ. Методы и средства измерения электрических физических вели- чин (ФВ) – напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, параметров цепей, анализ спектра сигналов, цифровое осциллографирование.

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.

### 14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Компьютерные технологии в обработке результатов измерений. Разработка мето-дики эксперимента. Систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результатов измере-ний. Линейная аппроксимация и коэффициент корреляции. Современные проблемы измерения электрических и неэлектрических физических величин. Измерение не-электрических величин электрическими методами. Датчики различных физических величин с частотным выходом

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Программные пакеты анализа данных и построения графиков совместных измерений исследуемых зависимостей двух величин, изучение возможностей и интерфейса, сравнительное сопоставление пакетов Grapher (Golden Software), Origin (Origin Lab) и их бесплатных аналогов Advanced Grapher, GnuPlot, Extrema, Graph, RLPlot и других.

Компьютерное моделирование измерения нелинейной зависимости двух величин на примере вольт-амперной характеристики полупроводникового диода. Определение в качестве искомой физической величины удельного сопротивления диода на участке закона Ома и оценка ее погрешности и надежности (доверительной вероятности). Определение параметров зависимости двух измеряемых физических величин на примере силы тока и напряжения вольт-амперной характеристики диода и погрешности этих параметров.

Компьютерное моделирование: применение виртуальных измерительных приборов для проведения измерений, исследования электрических сигналов. Датчики температуры. Оптические датчики.

Компьютерное исследование: а) приведение нелинейной функции к линейному виду через преобразование координат; б) выделение линейных участков и их линейная аппроксимация; в) определение параметров линейной зависимости и переход к параметрам нелинейной зависимости.

Компьютерное моделирование: применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. Датчики температуры. Оптические датчики

Приборы для определения перемещения. Датчики ускорения, вибрации и удара.

Датчики изображения. Датчики скорости, расхода и уровня жидкости и газов. Датчики влажности. Датчики с частотным выходом магнитного поля, температуры, линейного перемещения, углового перемещения.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

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

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

Согласована на портале № 29277

| | | |
|---|---|---|
| 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 № 29277