МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**УТВЕРЖДАЮ**
**Директор Департамента образования**
_____ **П.Е. Троян**
«17» 02 2016г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ»

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы** Магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

**Направление(я) подготовки (специальность)** 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
(номер.уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

**Профиль(и)** "Управление разработками робототехнических комплексов"
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

**Форма обучения** очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Факультет** ФИТ (Факультет инновационных технологий)
(сокращенное и полное наименование факультета)

**Кафедра** УИ (Управления инновациями)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

**Курс** 1 **Семестр** 2

**Учебный план набора 2015 года и последующих лет.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | | 18 | | | | | | | 18 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | | 36 | | | | | | | 36 | часов |
| 3. | Практические занятия | | 18 | | | | | | | 18 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | | | | | | | | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | | 72 | | | | | | | 72 | часов |
| 6. | Из них в интерактивной форме | | 20 | | | | | | | 20 | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | | 108 | | | | | | | 108 | часов |
| 8. | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7) | | 180 | | | | | | | 180 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | | 36 | | | | | | | 36 | часов |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | | 216 | | | | | | | 216 | часов |
| 11. | (в зачетных единицах) | | 6 | | | | | | | 6 | ЗЕТ |

**Зачет** _____ **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

**Экзамен** 2 **семестр**

**Томск 2016 (год)**

Согласована на портале № 1466

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 7 от « 8 » 9 2015 г.

## Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» (уровень магистратуры) Приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 N 1491(Зарегистрировано в Минюсте России 16.12.2014 N 35187)

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 08 » сентября 2015 г., протокол № 7.

Разработчик
Доцент каф УИ — П.Н. Дробот
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФИТ — Г.Н. Нариманова
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой УИ — Г.Н. Нариманова
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

Доцент каф. УИ — М.Е. Антипин
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Доцент каф. УИ — Е.П. Губин
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)



Согласована на портале № 1466

**1.Цели и задачи дисциплины** «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах» – обучение студентов основам метрологического обеспечения современной робототехники. Основными задачами дисциплины является 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 ООП:**

Дисциплина «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах» Б1.В.ДВ.1.1 относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции (ПК):

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-5)

способностью к подготовке технического задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем (ПК-9)

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

В результате изучения дисциплины студент должен

*знать:*

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 датчи- ков, 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, приемами)*

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_____ зачетных единиц.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 72 | | 72 | | |
| В том числе: | - | | - | - | - |
| Лекции | 18 | | 18 | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 36 | | 36 | | |
| Практические занятия (ПЗ) | 18 | | 18 | | |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 108 | | 108 | | |
| Вид промежуточной аттестации ( экзамен) | 36 | | 36 | | |
| Общая трудоемкость час | 216 | | 216 | | |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 6 | | 6 | | |



Согласована на портале № 1466

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия. | Курсовой П/Р (КРС) | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1. Введение. Виды измерительных преобразователей | 4 | 4 | 4 | - | 20 | 32 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 2 | Раздел 2. Основы метрологии. Погрешности измерений | 3 | 6 | 2 | - | 20 | 31 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 3 | Раздел 3. Аппроксимация методом наименьших квадратов. | 3 | 10 | 4 | - | 24 | 41 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 4 | Раздел 4. Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин | 4 | 10 | 4 | - | 20 | 38 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 5 | Раздел 5. Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | 4 | 6 | 4 | | 24 | 38 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |

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

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение. Виды измерительных преобразователей. | Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль и значение физичееких эффектов в построении измерительных преобразователей. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура. | 4 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 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. | 3 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 3 | Аппроксимация методом наименьших квадратов. | Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. коэффициент линейной корреляции. | 3 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 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-5, ПК-9, ПК-11 |
| 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-5, ПК-9, ПК-11 |



Согласована на портале № 1466

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

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | | | |
| 1. | Разработка робототехнических комплексов и систем | | + | + | + | + |
| 2. | Компьютерные технологии в проектировании электронной техники | + | | + | | + |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | |
| 1. | Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и робототехнических систем | | + | + | + | + |
| 2. | Управление робототехническими комплексами и системами | + | | + | + | + |
| 3. | Организация и планирование роботизированного производства | + | + | + | + | + |

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

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | Формы контроля по всем видам занятий *(примеры)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Л | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС | |
| ПК-5 | + | + | + | | + | Тест, опрос, выполнение практических и лабораторных работ, отчет по лабораторной работе, контрольная работа |
| ПК-9 | + | + | + | | + | Тест, опрос, выполнение практических и лабораторных работ, отчет по лабораторной работе, контрольная работа |
| ПК-11 | + | + | + | | + | Тест, опрос, выполнение практических и лабораторных работ, отчет по лабораторной работе, контрольная работа |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

## 6. Методы и формы организации обучения

**Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах**

| Методы \ Формы | Лекции (час) | Практические Занятия (час) | Лабораторные занятия (час) | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Презентации с использованием вспомогательных средств (видеофильмы, слайды) и последующим обсуждением | 4 | | | 4 |
| *IT*-методы | 0 | 8 | | 8 |
| Работа в команде | 0 | | | |
| *Case-study* (метод конкретных ситуаций) | 0 | 4 | | 4 |
| Решение ситуационных задач | 0 | 4 | | 4 |
| Итого интерактивных занятий | 4 | 16 | | 20 |



Согласована на портале № 1466

## 7. Лабораторный практикум

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 1,2 | 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. | 10 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 2. | 2,4 | Компьютерное моделирование: применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. Датчики температуры. Оптические датчики | 10 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 3. | 3 | 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-5, ПК-9, ПК-11 |
| 4. | 4,5 | Приборы для определения перемещения. Датчики ускорения, вибрации и удара. | 6 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 5. | 4,5 | Датчики изображения. Датчики скорости, расхода и уровня жидкости и газов. Датчики влажности. | 10 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| | | **ИТОГО:** | 36 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 1 | Основные понятия. Определения и основные характеристики. Назначение и области применения датчиков. Технические характеристики. Конструктивно-технические особенности датчиков. Активные, пассивные и комбинированные датчики. | 4 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 2. | 2 | Метрологические характеристики. Погрешности и чувствительность датчиков. Быстродействие. Градуировка датчиков | 2 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 3. | 3 | Параметры линейной зависимости, их практическое определение и вычисление их погрешностей: 1) из графика; 2) компьютерная обработка по алгоритмам метода наименьших квадратов. | 4 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 4. | 4 | Формирование сигналов пассивных датчиков. Потенциометрические схемы с резистивными, индуктивными и емкостными датчиками. Мостовые схемы. Измерение сопротивлений мостом Уитсона. | 4 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 |
| 5 | 5 | 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-5, ПК-9, ПК-11 |
| | | **ИТОГО:** | 18 | |



Согласована на портале № 1466

## 9. Самостоятельная работа

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. Сбор информации о компьютерных технологиях в обработке результатов измерений. Самостоятельная проработка темы: «Разработка методики эксперимента». | 22 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 | Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест |
| 2 | 2 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. Подготовка к тестированию по теме: «Систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результатов измерений». | 20 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 | Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест |
| 3 | 3 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. Подготовка к тестированию по теме «Линейная аппроксимация и коэффициент корреляции» | 16 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 | Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест |
| 4 | 4 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. Самостоятельная проработка темы: «Современные проблемы измерения электрических и неэлектрических физических величин». | 25 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 | Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест |
| 5 | 5 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. Подготовка к тестированию по теме: «Измерение неэлектрических величин электрическими методами». Самостоятельная проработка темы: «Датчики различных ФВ с частотным выходом». | 25 | ПК-5, ПК-9, ПК-11 | Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест |
| | | **ИТОГО:** | 108 | | |

**Темы контрольных работ:**

1. Методические систематические погрешности (0.5 часа)
2. Погрешности СИ (0.5 часа)
3. Обработка результатов многократных равноточных измерений (0.5 час)
4. Обработка результатов косвенных измерений (0,5 час).
5. Линеаризация выходной характеристика датчика (0.5 часа).
6. Расчет коэффициента линейной корреляции, оценка степени линейности выходной характеристика датчика (0.5 часа)

**Контрольные вопросы**

1. Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
2. Классификация методов измерения ФВ. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
3. Суть понятий: измерение, испытание, контроль
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.



Согласована на портале № 1466

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. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования
16. Электромеханические приборы
17. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
18. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
19. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщенные структурные схемы.
20. Цифровые вольтметры. Их разновидности.
21. Принцип действия универсального электронного осцилло1рафа. Основные характеристики осциллографа.
22. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. По1решности измерений.
23. Цифровые осциллографы.
24. Цифровые частотомеры.
25. Цифровые фазометры. Их принципы действия.
26. Измерения параметров цепей.
27. Измерение мощности сигналов.
28. Анализаторы спектра. Принципы действия.
29. Классификация датчиков.
30. Основные технические и метрологические характеристики датчиков.
31. Реостатные датчики. Принцип действия, конструкция, характеристики, приме- области нения.
32. Тензочувствительные датчики.
33. Термочувствительные датчики.
34. Индуктивные датчики
35. Емкостные датчики.
36. Ионизационные датчики.
37. Фотоэлектрические датчики.
38. Термоэлектрические датчики.
39. Индукционные датчики.
40. Пьезоэлектрические датчики.
41. Датчики Холла.
42. Химические датчики.
43. Оптоэлектронные датчики.
44. Интеллектуальные датчики.
45. Измерение расхода жидких материалов.
46. Измерение перемещений и уровней.
47. Измерение давления.
48. Измерение вибраций.
49. Измерительные цепи датчиков. Их сравнительная характеристика.
50. Обзор наиболее известных мировых производителей датчиков.

**10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**__ не предусмотрено_____



Согласована на портале № 1466

## 11.Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

**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 |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 3 | 3 | 4 | **10** |
| Тестовый контроль | 4 | 4 | 4 | **12** |
| Контрольные работы на практических занятиях | 12 | 12 | 12 | **36** |
| Лабораторные работы | 11 | 10 | 10 | **31** |
| Компонент своевременности | 4 | 4 | 3 | **11** |
| **Итого максимум за период:** | **34** | **33** | **33** | **100** |
| **Нарастающим итогом** | **34** | **67** | **100** | **100** |

**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 |

**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) |



Согласована на портале № 1466

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1 Основная литература

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебник для вузов / К. П. Латышенко. - М. : Академия, 2012. - 320 с. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа)
2. Интеллектуальные средства измерений [Текст]: учебник для вузов / Г. Г. Раннев. - М. : Академия, 2011. - 272 с (10 экз. в библиотеке ТУСУРа)

### 12.2 Дополнительная литература

1. Микроэлектронные измерительные преобразователи: учебное пособие / В. Б. Топильский ; ред. И. Я. Ицхоки. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 496 с. (1 экз. в библ. ТУСУР)
2. Датчики телевизионно-вычислительных систем: учебное пособие для вузов / Ю. Р. Кирпиченко, И. Н. Пустынский ; Миинстерство образования и науки Российской Федерации (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2010. - 160 с. (40 экз. в библиотеке ТУСУРа)
3. Теория ошибок и обработка результатов измерений: учебное пособие / П. Н. Дробот; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2011. – 83 с. (20 экз. в библиотеке ТУСУРа).

### 12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение:

1. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания по практической работе студентов / Туев В. И., Смирнов Г. В., Солдаткин В. С. – 2015. 12 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/5749
2. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания к лабораторному практикуму / Бакин Н. Н. – 2012. 37 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/2249
3. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов / Туев В. И., Солдаткин В. С. – 2012. 15 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/2294

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо: аудитория, оборудованная техническими средствами для демонстрации лекций-визуализаций; компьютерный класс для проведения лабораторных, практических и самостоятельных работ.

Для проведения лекционных занятий необходимо следующее мультимедийное оборудование:

1) проектор, 2) экран, 3) стационарный компьютер или ноутбук. Для выполнения самостоятельной работы необходим компьютер, операционная система Windows, программное обеспечение Microsoft Office, выход в Internet.



БИБЛИОТЕКА ТУСУР

Согласована на портале № 1466

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное**

**образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

## Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах

Уровень основной образовательной программы: **Магистратура**
Направление подготовки (специальность):**15.04.06«Мехатроника и робототехника»**
Профиль: **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- каф. УИ, Дробот П. Н.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1466

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1** – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-3 | способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий | Должен знать математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок методы обработки результатов измерений;<br>Должен уметь анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений;<br>Должен владеть методами планирования и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методов выбора эмпирических зависимостей; навыков обработки результатов измерений. |
| 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-9 | способностью к подготовке технического задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем | |
| ПК-11 | готовностью разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной | |



Согласована на портале № 1466

| | | |
|---|---|---|
| | или робототехнической системы, способностью участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов | |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

**Таблица 2** – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-3

**ПК-3** Способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

**Таблица 3** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценива-

Согласована на портале № 1466

ния

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | как разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий. | разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий. | навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий. |
| **Виды занятий** | • Самостоятельная работа;<br>• Лекции;<br>• Интерактивные практические занятия | • Самостоятельная работа;<br>• Лекции;<br>• Практические занятия | • Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные практические занятия |
| **Используемые средства оценивания** | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен | • Экзамен |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

**Таблица 4** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 1466

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Знает теоретические основы для разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем. | Умеет разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и может проводить их исследование с применением современных информационных технологий. | Владеет навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий. |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает теоретическую основу для исследования макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем. | Может проводить их исследование с применением современных информационных технологий. | Владеет отдельными навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Знает основные определения, используемые для исследования макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем. | Может проводить отдельные исследования макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем. | Владеет методикой исследования управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем |

## 2.2 Компетенция ПК-5

**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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице5.

Согласована на портале № 1466

**Таблица 5** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные методы измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия и характеристики средств измерения | обоснованно выбирать и применять датчики и средства измерения | навыками организации измерительного эксперимента |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

**Таблица 6** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Сформированные системные представления об основных методах измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия и характеристики | • Сформированное умение обоснованно выбирать и применять датчики и средства измерения | • Успешное и системное применение и владение навыками организации измерительного эксперимента |

Согласована на портале № 1466

| | | | |
|---|---|---|---|
| | средств измерения | | |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знания об основных методах измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия и характеристики средств измерения | • В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение обоснованно выбирать и применять датчики и средства измерения; | • Успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками, применение и владение навыками организации измерительного эксперимента; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Общие знания об основных методах измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия и характеристики средств измерения; | • Частично успешное, но содержащие заметные пробелы, умение выбирать и применять датчики и средства измерения | • Успешное в целом, но с ошибками и не системное применение и владение навыками организации измерительного эксперимента; |

## 2.3 Компетенция ПК-9

**ПК-9:** способностью к подготовке технического задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

**Таблица 7** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | физические принципы работы и конструктивные особенности датчиков, их применение; | анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности ставить задачу и разрабатывать пути ее решения | навыками оценивания технических характеристик систем измерений; |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная |



Согласована на портале № 1466

| | | | |
|---|---|---|---|
| | лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

**Таблица 8** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Сформированные системные представления о физических принципах работы и конструктивные особенности датчиков, их применение | • Сформированное умение системно анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности, ставить задачу и разрабатывать пути ее решения | • Системно владеть, с учетом тенденций научного и технического развития навыками оценивания технических характеристик систем измерений; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о физических принципах работы и конструктивные особенности датчиков, их применение | • В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение системно анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности, ставить задачу и разрабатывать пути ее решения | • В целом успешное, но не системное владение, с учетом тенденций научного и технического развития навыками оценивания технических характеристик систем измерений |
| Удовлетворител | • Общие знания и | • В целом успеш- | • Поверхностное и |



Согласована на портале № 1466

| | | | |
|---|---|---|---|
| ьно (пороговый уровень) | неполные представления о физических принципах работы и конструктивные особенности датчиков, их применение | ное, но не системное и содержащие отдельные пробелы, умение системно анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности, ставить задачу и разрабатывать пути ее решения | не системное владение с учетом некоторых тенденций научного и технического развития навыками оценивания технических характеристик систем измерений |

## 2.4 Компетенция ПК-11

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

**Таблица 9** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | правила выбора методов и средств измерений, физические принципы работы датчиков | выбирать оптимальное (рациональное) решение из множества возможных вариантов; обрабатывать и представлять результаты измерений | методами анализа характеристик новых и традиционных датчиков; навыками оценивания погрешностей измерений |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к эк- | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к эк- | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |



Согласована на портале № 1466

| | | | |
|---|---|---|---|
| | замену; | замену; | |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

**Таблица10** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Сформированные системные представления о правилах выбора методов и средств измерений, о физических принципах работы датчиков | • Сформированное системное умение выбирать оптимальное (рациональное) решение из множества возможных вариантов; обрабатывать и представлять результаты измерений | • Системно владеть, с учетом тенденций научного и технического развития методами анализа характеристик новых и традиционных датчиков; навыками оценивания погрешностей измерений |
| Хорошо (базовый уровень) | • Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о правилах выбора методов и средств измерений, о физических принципах работы датчиков | • В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение выбирать оптимальное (рациональное) решение из множества возможных вариантов; обрабатывать и представлять результаты измерений | • В целом успешное, но не системное владение, с учетом тенденций научного и технического развития методами анализа характеристик новых и традиционных датчиков; навыками оценивания погрешностей измерений |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Общие знания и неполные представления о правилах выбора методов и средств измерений, о физических прин- | • В целом успешное, но не системное и содержащие отдельные пробелы, умение выбирать оптимальное (раци- | • Поверхностное и не системное владение методами анализа характеристик новых и традиционных датчиков; навы- |



Согласована на портале № 1466

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ципах работы датчиков | ональное) решение из множества возможных вариантов; обрабатывать и представлять результаты измерений | ками оценивания погрешностей измерений |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

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

### 3.2 Вопросы на собеседование

Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога.

Понятия измерения, испытания и контроля. Классификации видов измерений, методов измерений. Обработка результатов измерений.

Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования. Классификация цифровых измерительных устройств(ЦИУ). Основные характеристики средств измерения. Погрешности средств измерения.

Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики. Генераторные датчики. Интеллектуальные датчики.

Компьютерное моделирование измерения нелинейной зависимости двух величин. Определение параметров зависимости двух измеряемых физических величин.

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 исходной нелинейной зависимости.

### 3.3 Темы опросов на занятиях

Система единиц физических величин (ФВ). Понятия измерения, испытания и

Согласована на портале № 1466

контроля. Классификации видов измерений, методов измерений. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения

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

Назначение и области применения датчиков. Технические характеристики. Конструктивно-технические особенности датчиков. Активные, пассивные и комбинированные датчики. Погрешности и чувствительность датчиков. Быстродействие. Градуировка датчиков.

Формирование сигналов пассивных датчиков. Потенциометрические схемы с резистивными, индуктивными и емкостными датчиками. Мостовые схемы

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

### 3.4 Экзаменационные вопросы

1.Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
2. Классификация методов измерения ФВ. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
3. Суть понятий: измерение, испытание, контроль
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. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования
16. Электромеханические приборы
17. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
18. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
19. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщенные структурные схемы.
20. Цифровые вольтметры. Их разновидности.
21. Принцип действия универсального электронного осцилло1рафа. Основные характеристики осциллографа.



Согласована на портале № 1466

22. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. По1решности измерений.
23. Цифровые осциллографы.
24. Цифровые частотомеры.
25. Цифровые фазометры. Их принципы действия.
26. Измерения параметров цепей.
27. Измерение мощности сигналов.
28. Анализаторы спектра. Принципы действия.
29. Классификация датчиков.
30. Основные технические и метрологические характеристики датчиков.
31. Реостатные датчики. Принцип действия, конструкция, характеристики, области применения.
32. Тензочувствительные датчики.
33. Термочувствительные датчики.
34. Индуктивные датчики
35. Емкостные датчики.
36. Ионизационные датчики.
37. Фотоэлектрические датчики.
38. Термоэлектрические датчики.
39. Индукционные датчики.
40. Пьезоэлектрические датчики.
41. Датчики Холла.
42. Химические датчики.
43. Оптоэлектронные датчики.
44. Интеллектуальные датчики.
45. Измерение расхода жидких материалов.
46. Измерение перемещений и уровней.
47. Измерение давления.
48. Измерение вибраций.
49. Измерительные цепи датчиков. Их сравнительная характеристика.
50. Обзор наиболее известных мировых производителей датчиков.

### 3.5 Темы контрольных работ

1. Методические систематические погрешности (0.5 часа)
2. Погрешности СИ (0.5 часа)
3. Обработка результатов многократных равноточных измерений (0.5 час)
4. Обработка результатов косвенных измерений (0,5 час).
5. Линеаризация выходной характеристика датчика (0.5 часа).
6. Расчет коэффициента линейной корреляции, оценка степени линейности выходной характеристика датчика (0.5 часа)

Согласована на портале № 1466

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебник для вузов / К. П. Латышенко. - М. : Академия, 2012. - 320 с. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа)

2. Интеллектуальные средства измерений [Текст]: учебник для вузов / Г. Г. Раннев. - М. : Академия, 2011. - 272 с (10 экз. в библиотеке ТУСУРа)

### 4.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектронные измерительные преобразователи: учебное пособие / В. Б. Топильский ; ред. И. Я. Ицхоки. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 496 с. (1 экз. в библ. ТУСУР)

2. Датчики телевизионно-вычислительных систем: учебное пособие для вузов / Ю. Р. Кирпиченко, И. Н. Пустынский ; Министерство образования и науки Российской Федерации (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2010. - 160 с. (40 экз. в библиотеке ТУСУРа)

3. Теория ошибок и обработка результатов измерений: учебное пособие / П. Н. Дробот; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2011. – 83 с. (20 экз. в библиотеке ТУСУРа).

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания по практической работе студентов / Туев В. И., Смирнов Г. В., Солдаткин В. С. – 2015. 12 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/5749

2. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания к лабораторному практикуму / Бакин Н. Н. – 2012. 37 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/2249

3. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов / Туев В. И., Солдаткин В. С. – 2012. 15 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/2294

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

не предусмотрены

Согласована на портале № 1466