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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория ошибок и обработка результатов измерений

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль): **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	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 / зачета	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12076

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 21 от « 20 » 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного 2014-11-21 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» января 2017 года, протокол №21.

Разработчики:

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

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

Декан ФИТ _____ Нариманова Г. Н.

Заведующий обеспечивающей и выпускающей каф. УИ _____ Нариманова Г. Н.

Эксперты:

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

доцент каф. УИ _____ Губин Е. П.

Согласована на портале № 12076

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

системное изучение теории ошибок (погрешностей) измерений физических величин случайных, статистических, абсолютных и относительных, подчиняющихся различным статистически распределениям.

1.2. Задачи дисциплины

– научиться использовать методы обработки результатов измерений с использованием современных программных средств и выработать умения и навыки их использования в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория ошибок и обработка результатов измерений» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компьютерные технологии в проектировании электронной техники, Научно-исследовательская работа (рассред.), Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Последующими дисциплинами являются: Вещественный интерполяционный метод в теории автоматического управления, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– 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 студент должен:

– **знать** математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений; методику экспериментальных исследований, основы автоматизации эксперимента

– **уметь** анализировать варианты решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; ставить методику эксперимента

– **владеть** методами планирования эксперимента и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методами выбора эмпирических зависимостей; навыками обработки результатов измерений.

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 занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	108	108
Оформление отчетов по лабораторным работам	40	40
Проработка лекционного материала	20	20

Согласована на портале № 12076

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	48	48
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
1	Введение. Виды и цели измерений	2	2	6	20	30	ПК-11
2	Статистический анализ многократных измерений	4	4	8	22	38	ПК-11
3	Аппроксимация методом наименьших квадратов	4	4	8	22	38	ПК-11
4	Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	4	4	6	22	36	ПК-11
5	Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	4	4	8	22	38	ПК-11
	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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые

Согласована на портале № 12076

2 семестр			
1 Введение. Виды и цели измерений	Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль информационных технологий в обработке результатов измерений. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура.	2	ПК-11
	Итого	2	
2 Статистический анализ многократных измерений	Предельное распределение. Частота появления измерения. Понятие «истинное значение». Распределение Гаусса. Предельное распределение, условие нормировки. Выборочное среднее значение. Математическое ожидание. Стандартное отклонение. Стандартное отклонение среднего. Стандартная ошибка среднего. Дисперсия. Доверительный интервал. Нормальный интеграл ошибок. Распределение Стьюдента. Коэффициент Стьюдента. Плотность распределения вероятности.	4	ПК-11
	Итого	4	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Совместные измерения. Метод наименьших квадратов. Нормальные уравнения. Линия аппроксимации. Число степеней свободы. Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. Коэффициент линейной корреляции. Смешанный второй момент. Вероятность некоррелированности измеренных величин.	4	ПК-11
	Итого	4	
4 Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	Абсолютные и относительные погрешности. Значащие цифры. Погрешности в косвенных измерениях. Десять правил определения погрешностей. Практические рекомендации.	4	ПК-11
	Итого	4	
5 Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных	Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных единичных измерений. Определение искомой физической	4	ПК-11

Согласована на портале № 12076

измерений	величины и ее погрешности из прямых или косвенных многократных измерений. Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений.		
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены 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	Компьютерные технологии в проектировании электронной техники	+		+		
2	Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+	+
3	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1	Вещественный интерполяционный метод в теории автоматического управления		+	+		
2	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
3	Преддипломная практика	+	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 12076

ПК-11	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
2 семестр			
1 Введение. Виды и цели измерений	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.	6	ПК-11
	Итого	6	
2 Статистический анализ многократных измерений	Компьютерное моделирование: а) предельных распределений на примере нормального распределения и распределения Стьюдента; б) проведение статистического анализа многократных измерений различных физических величин: удельного равновесного сопротивления полупроводникового диода, тока и напряжения нелинейной вольт-	8	ПК-11

Согласована на портале № 12076

	амперной характеристики, полученных из нее данных по удельной неравновесной проводимости.		
	Итого	8	
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.	8	ПК-11
	Итого	8	
4 Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	Разработка формата представления научного исследования с учетом всех видов ошибок: 1) пионерская работа; 2) систематические исследования (грант, хоздоговор)	6	
	Итого	6	
5 Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Компьютерная обработка совместных измерений физических величин с целью выявления физических закономерностей	8	ПК-11
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
2 семестр			
1 Введение. Виды и цели измерений	Концепция решения двух основных задач: 1) определение искомой физической величины и оценка ее погрешности и надежности (доверительной вероятности); 2) определение параметров зависимости двух измеряемых физических величин и погрешности этих параметров.	2	ПК-11

Согласована на портале № 12076

	Итого	2	
2 Статистический анализ многократных измерений	Расчет параметров нормального распределения для заданной статистической выборки на примере трех различных вариантов. Учет поправок Стьюдента для ограниченной статистической выборки.	4	ПК-11
	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.	4	ПК-11
	Итого	4	
4 Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	Решение задач по темам: 1) Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых многократных измерений. 2) Определение погрешности физической величины при известном среднеквадратичном отклонении. 3) Определение погрешности физической величины из косвенных единичных измерений. 4) Определение предела допускаемой погрешности средства измерения. Поле допуска, класс точности.	4	ПК-11
	Итого	4	
5 Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений. Правила приведения погрешностей при единичных и многократных измерениях.	4	ПК-11
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 12076

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	ч Трудоемкость	компетенции Формируемые	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение. Виды и цели измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-11	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	20		
2 Статистический анализ многократных измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-11	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-11	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
4 Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-11	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
5 Практические рекомендации	Подготовка к практическим занятиям,	10	ПК-11	Конспект самоподготовки,

Согласована на портале № 12076

вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	семинарам			Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
Итого за семестр		108		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		144		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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				
Компонент своевременности	6	2	6	14
Конспект самоподготовки	6	2	6	14
Контрольная работа	6	2	6	14
Опрос на занятиях	5	4	5	14
Отчет по лабораторной работе	5	4	5	14
Итого максимум за период	28	14	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	28	42	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 12076

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

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

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

12.2. Дополнительная литература

1. Метрология и технические измерения : Учебное пособие / В. Ф. Отчалко, Ю. В. Сваровский, В. Е. Эрастов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 230 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В. Ф. Отчалко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра электронных средств автоматизации и управления . - Томск : ТМЦДО, 2010. - 208 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторной работе / Мухачев В. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1099, дата обращения: 27.01.2017.

2. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Мандель А. Е. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1484, дата обращения: 27.01.2017.

3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Методические указания по практическим и семинарским занятиям / Голиков А. М. - 2009. 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1029, дата обращения: 27.01.2017.

4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Лабораторный практикум / Голиков А. М. - 2009. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1028, дата обращения: 27.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 12076

из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. не предусмотрено

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 414. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 1.8ГГц. -16 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office 2003; Open Office 3.2. Имеется помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 414. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 1.8ГГц. -16 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office 2003; Open Office 3.2. Имеется помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 1.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств

Согласована на портале № 12076

приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;

Согласована на портале № 12076

– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12076

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

Теория ошибок и обработка результатов измерений

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

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

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

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12076

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-11	готовностью разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы, способностью участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов	Должен знать математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений; методику экспериментальных исследований, основы автоматизации эксперимента; Должен уметь анализировать варианты решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; ставить методику эксперимента; Должен владеть методами планирования эксперимента и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методами выбора эмпирических зависимостей; навыками обработки результатов измерений. ;

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
Удовлетворительн	Обладает базовыми	Обладает основными	Работает при прямом

Согласована на портале № 12076

о (пороговый уровень)	общими знаниями	умениями, требуемыми для выполнения простых задач	наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений; методику экспериментальных исследований, основы автоматизации эксперимента	анализировать варианты решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; ставить методику эксперимента	методами планирования эксперимента и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методами выбора эмпирических зависимостей; навыками обработки результатов измерений
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • 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
Отлично (высокий уровень)	• Сформированные системные представления о	• Сформированное умение системно анализировать	• Системно владеть с учетом тенденций научного и

Согласована на портале № 12076

	следующих категориях: математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений; методику экспериментальных исследований, основы автоматизации эксперимента;	варианты решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; ставить методику эксперимента;	технического развития методами планирования эксперимента и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методами выбора эмпирических зависимостей; навыками обработки результатов измерений;
Хорошо (базовый уровень)	• Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о категориях: математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений; методику экспериментальных исследований, основы автоматизации эксперимента;	• В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение анализировать варианты решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; ставить методику эксперимента;	• В целом успешное, но не системное владение методами планирования эксперимента и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методами выбора эмпирических зависимостей; навыками обработки результатов измерений;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Неполные представления о категориях: математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений; методику экспериментальных исследований, основы автоматизации эксперимента;	• В целом успешное, но не системное умение анализировать варианты решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; ставить методику эксперимента;	• Поверхностное владение методами планирования эксперимента и обработки результатов экспериментов; статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов; методами выбора эмпирических зависимостей; навыками обработки результатов 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.

Согласована на портале № 12076

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Компьютерные технологии в обработке результатов измерений. Самостоятельная проработка темы: «Разработка методики эксперимента». Статистический анализ многократных измерений. Организации, занимающиеся разработкой программного обеспечения для обработки и анализа данных. Специализированные программные пакеты программного анализа данных. Методы линейной аппроксимации.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль информационных технологий в обработке результатов измерений. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура.

– Предельное распределение. Частота появления измерения. Понятие «истинное значение». Распределение Гаусса. Предельное распределение, условие нормировки. Выборочное среднее значение. Математическое ожидание. Стандартное отклонение. Стандартное отклонение среднего. Стандартная ошибка среднего. Дисперсия. Доверительный интервал. Нормальный интеграл ошибок. Распределение Стьюдента. Коэффициент Стьюдента. Плотность распределения вероятности.

– Совместные измерения. Метод наименьших квадратов. Нормальные уравнения. Линия аппроксимации. Число степеней свободы. Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. Коэффициент линейной корреляции. Смешанный второй момент. Вероятность некоррелированности измеренных величин.

– Абсолютные и относительные погрешности. Значащие цифры. Погрешности в косвенных измерениях. Десять правил определения погрешностей. Практические рекомендации.

– Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных единичных измерений. Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных многократных измерений. Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений.

3.3 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 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

3.4 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.

3.5 Темы лабораторных работ

– 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: а) предельных распределений на примере нормального

Согласована на портале № 12076

распределения и распределения Стьюдента; б) проведение статистического анализа многократных измерений различных физических величин: удельного равновесного сопротивления полупроводникового диода, тока и напряжения нелинейной вольт-амперной характеристики, полученных из нее данных по удельной неравновесной проводимости.

– 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.

– Разработка формата представления научного исследования с учетом всех видов ошибок: 1) пионерская работа; 2) систематические исследования (грант, хоздоговор)

– Компьютерная обработка совместных измерений физических величин с целью выявления физических закономерностей

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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

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

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

4.2. Дополнительная литература

1. Метрология и технические измерения : Учебное пособие / В. Ф. Отчалко, Ю. В. Сваровский, В. Е. Эрастов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 230 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В. Ф. Отчалко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра электронных средств автоматизации и управления . - Томск : ТМЦДО, 2010. - 208 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторной работе / Мухачев В. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1099, свободный.

2. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Мандель А. Е. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1484, свободный.

3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Методические указания по практическим и семинарским занятиям / Голиков А. М. - 2009. 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1029, свободный.

4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Лабораторный практикум / Голиков А. М. - 2009. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1028, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. не предусмотрено

Согласована на портале № 12076