М1. ФВ1.2

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

«ТЕОРИЯ ОШИБОК И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ»

(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 № 1504

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 № 1504

1.Цели и задачи дисциплины «Теория ошибок и обработка результатов измерений» заключаются в изучении теории ошибок (погрешностей) измерений физических величин случайных, статистических, абсолютных и относительных, подчиняющихся различным статистически распределениям, а также методом обработки результатов измерений с использованием современных программных средств с целью выработки умений и навыков их использования в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Теория ошибок и обработка результатов измерений» Б1.В.ДВ.1.2 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 составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей (ПК-1)

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:

математический аппарат теории вероятностей и математической статистики;

понятия и задачи измерений;

типы ошибок

методы обработки результатов измерений.

уметь:

анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования,

обрабатывать и предоставлять результаты измерений.

владеть (методами, приемами)

методами планирования и обработки результатов экспериментов;

статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов;

методов выбора эмпирических зависимостей;

навыков обработки результатов измерений.

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 № 1504

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 и цели измерений	4	4	4	-	20	32	ПК-1, ПК-9, ПК-11
2	Раздел 2. Статистический анализ многократных измерений	3	6	2	-	20	31	ПК-1, ПК-9, ПК-11
3	Раздел 3. Аппроксимация методом наименьших квадратов.	3	10	4	-	24	41	ПК-1, ПК-9, ПК-11
4	Раздел 4. Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	4	10	4	-	20	38	ПК-1, ПК-9, ПК-11
5	Раздел 5. Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений.	4	6	4		24	38	ПК-1, 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 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.	4	ПК-1, ПК-9, ПК-11
2	Статистический анализ многократных измерений.	Предельное распределение. Распределение Гаусса. Распределение Стьюдента.	3	ПК-1, ПК-9, ПК-11
3	Аппроксимация методом наименьших квадратов.	Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. коэффициент линейной корреляции.	3	ПК-1, ПК-9, ПК-11
4	Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	Абсолютные и относительные погрешности. Значащие цифры. Погрешности в косвенных измерениях.	4	ПК-1, ПК-9, ПК-11
5	Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений.	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	4	ПК-1, ПК-9, ПК-11

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдуших) 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						

Согласована на портале № 1504

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-1	+	+	+		+	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

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	**1**	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	10	ПК-1, ПК-9, ПК-11

Согласована на портале № 1504

		вольт-амперной характеристики диода и погрешности этих параметров.		
2.	**2**	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-амперной характеристики, полученных из нее данных по удельной неравновесной проводимости.	10	ПК-1, 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-1, ПК-9, ПК-11
4.	**4**	Разработка формата представления научного исследования с учетом всех видов ошибок: 1) пионерская работа; 2) систематические исследования (грант, хоздоговор)	6	ПК-1, ПК-9, ПК-11
5.	**5**	Компьютерная обработка совместных измерений физических величин с целью выявления физических закономерностей	10	ПК-1, ПК-9, ПК-11
		ИТОГО:	36	

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	**1**	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.	4	ПК-1, ПК-9, ПК-11
2.	**2**	Расчет параметров нормального распределения для заданной статистической выборки на примере трех различных вариантов. Учет поправок Стьюдента для ограниченной статистической выборки.	2	ПК-1, 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-1, ПК-9, ПК-11
4.	**4**	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-1, ПК-9, ПК-11
5	**5**	Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений. Правила приведения погрешностей при единичных и многократных измерениях.	4	ПК-1, ПК-9, ПК-11
		ИТОГО:	18	

Согласована на портале № 1504

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции 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-1, 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: «Статистический анализ многократных измерений».	20	ПК-1, ПК-9, ПК-11	Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест
3	**3**	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. Поиск сайтов организаций, занимающихся разработкой программного обеспечения для обработки и анализа данных.	16	ПК-1, 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: «Специализированные пакеты программного анализа данных».	25	ПК-1, 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: «Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений». Самостоятельная проработка темы: «Методы линейной аппроксимации».	25	ПК-1, ПК-9, ПК-11	Опрос, отчет по лабораторной работе, выполнение практического задания, тест
		ИТОГО:	108		

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.

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

Согласована на портале № 1504

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 № 1504

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. (20 экз. в библиотеке ТУСУРа).
2. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебник для вузов / К. П. Латышенко. - М. : Академия, 2012. - 320 с. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа)
3. 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. Оценка погрешностей измерений : методические указания для студентов всех специальностей / сост. В. А. Мухачев, сост. А. Л. Магазинников ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра физики. - Томск : [б. и.], 2009. - 24 с. (Количество экземпляров в библиотеке ТУСУРа – 2 экз.);
2. 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. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа);
3. 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.. (24 экз. в библиотеке ТУСУРа).
4. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное методическое 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. - 52 с.. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа);

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение:

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторным работам / Мухачев В. А. – 2012. 24 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/1099
2. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов / А.Е. Мандель. - Томск: ТУСУР, 2012.- 28 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/1484
3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Методические указания по практическим и семинарским занятиям / Голиков А. М. – 2009. 83 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/1029
4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Лабораторный практикум / Голиков А. М. – 2009. 40 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/1028

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 № 1504

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
«29» 09 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теория ошибок и обработка результатов измерений

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: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- каф. УИ, Дробот П. Н.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1504

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-1	способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	Должен знать математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; понятия и задачи измерений; типы ошибок методы обработки результатов измерений; Должен уметь анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами; проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений; 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-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 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 компетен-

Согласована на портале № 1504

ций 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-1

ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей.

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;	анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами;	статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов;
Виды занятий	• Интерактивные практические заня-	• Интерактивные практические заня-	• Интерактивные практические заня-

Согласована на портале № 1504

	тия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	тия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	тия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • 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 математическом аппарате теории вероятностей и математической статистики, включающие базовые сведения и понятия, комплексные представления об основах предмета и методике его использования;	• Сформированное умение анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами и применять его на практике.;	• Успешное и системное применение и владение статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов. ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знания о математическом аппарате теории вероятностей и математической статистики, включающие базовые сведения и понятия, комплексные пред-	• В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределен-	• Успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками, применение и владение статистическими методами построения статических и динамиче-

Согласована на портале № 1504

	ставления об основах предмета и методике его использования;	ности статистическими методами и применять его на практике.;	ских моделей физических объектов. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Общие знания о математическом аппарате теории вероятностей и математической статистики и некоторые методики его использования;	• Частично успешное, но содержащие заметные пробелы, умение анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами ;	• Успешное в целом, но с ошибками и не системное применение и владение статистическими методами построения статических и динамических моделей физических объектов. ;

2.2 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 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	понятия и задачи измерений;	проводить измерения в процессе исследования;	методами выбора эмпирических зависимостей;
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа;	• Контрольная работа;	• Опрос на занятиях;

Согласована на портале № 1504

	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • 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 о понятиях и задачах измерений.;	• Сформированное умение системно применять на практике и проводить измерения в процессе исследования.;	• Системно владеть, с учетом тенденций научного и технического развития и вычислительных факторов методами выбора эмпирических зависимостей;;
Хорошо (базовый уровень)	• Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о понятиях и задачах измерений.;	• В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение применять на практике и проводить измерения в процессе исследования.;	• В целом успешное, но не системное владение , с учетом тенденций научного и технического развития и вычислительных факторов методами выбора эмпирических зависимостей;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Общие знания и неполные представления о понятиях и задачах измерений.;	• В целом успешное, но не системное и содержащие отдельные пробелы, умение применять на практике и проводить измерения в процессе исследования.;	• Поверхностное и не системное владение с учетом некоторых тенденций научного и технического развития и вычислительных факторов методами выбора эмпирических зависимостей;;

2.3 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

Согласована на портале № 1504

средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	типы ошибок; методы обработки результатов измерений	обрабатывать и представлять результаты измерений	методами планирования и обработки результатов экспериментов; навыками обработки результатов измерений
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • 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 типах ошибок и методах обработки результатов измерений	• Сформированное системное умение обрабатывать и представлять результаты измерений	• Системно владеть, с учетом тенденций научного и технического развития и вычислительных факторов методами планирования и обработки результатов экспериментов; навыками обработки

Согласована на портале № 1504

			результатов измерений
Хорошо (базовый уровень)	• Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о типах ошибок и методах обработки результатов измерений	• В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение обрабатывать и представлять результаты измерений	• В целом успешное, но не системное владение , с учетом тенденций научного и технического развития и вычислительных факторов методами планирования и обработки результатов экспериментов; навыками обработки результатов измерений
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Общие знания и неполные представления о типах ошибок и методах обработки результатов измерений	• В целом успешное, но не системное и содержащие отдельные пробелы, умение обрабатывать и представлять результаты измерений	• Поверхностное и не системное владение с учетом некоторых тенденций научного и технического развития и вычислительных факторов методами планирования и обработки результатов экспериментов; 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.

3.1 Вопросы на самоподготовку

1. Компьютерные технологии в обработке результатов измерений. 2. Виды и типы программного обеспечения и его производители для обработки результатов измерений. 3. Специализированные пакеты программного анализа данных. 4. Статистический анализ многократных измерений. 5. Веб-ресурсы организаций, занимающихся разработкой программного обеспечения для обработки и анализа данных. 6. Разработка методики эксперимента. Анализ и учет случайных и систематических факто-

Согласована на портале № 1504

ров, влияющих на результаты эксперимента. Технологии изготовления в лабораторных условиях оснастки для эксперимента и измерительных средств: термопары, держатели исследуемых образцов, коммутирующие устройства, источники электрического питания, переключатели, регуляторы и т.п.

3.2 Вопросы на собеседование

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.

Расчет параметров нормального распределения для заданной статистической выборки на примере трех различных вариантов. Учет поправок Стьюдента для ограниченной статистической выборки.

Параметры линейной зависимости, их практическое определение и вычисление их погрешностей: 1) из графика; 2) компьютерная обработка по алгоритмам метода наименьших квадратов.

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.

Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений. Правила приведения погрешностей при единичных и многократных измерениях.

3.3 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. Распределение Гаусса. Распределение Стьюдента.

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

Абсолютные и относительные погрешности. Значащие цифры. Погрешности в косвенных измерениях.

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

3.4 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.

Согласована на портале № 1504

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. Виды и цели измерений. Пример совместных измерений, из которых получаются многократные измерения одной физической величины и их статобработка. 14. Предельное распределение. Распределение Гаусса. 15. Распределение Стьюдента. Коэффициенты Стьюдента. 16. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Параметры линейной зависимости и их погрешности. 17. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Коэффициент линейной корреляции. 18. Абсолютные и относительные погрешности. Значащие цифры. 19. Погрешности в косвенных измерениях: а) общее правило; б) в суммах и разностях; в) в произведениях и частных. 20. Погрешности в косвенных измерениях: а) функции одной переменной; б) степенной функции. 21. Погрешности в косвенных измерениях: а) Умножение измеренной величины на точное число; б) функции нескольких переменных. 22. Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных единичных измерений. 23. Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных многократных измерений. 24. Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений 25. Решение задачи об определении искомой физической величины и ее погрешности из прямых многократных измерений. 26. Решение задачи об определении погрешности физической величины при известном среднеквадратичном отклонении. 27. Решение задачи об определении погрешности физической величины из косвенных единичных измерений. 28. Решение задачи об определении предела допускаемой погрешности средства измерения. Поле допуска, класс точности 29. Правила представления результатов измерений.

– 3.5 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.

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. 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).

2. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебник для вузов / К.

Согласована на портале № 1504

П. Латышенко. - М. : Академия, 2012. - 320 с. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа)
3. 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. Оценка погрешностей измерений : методические указания для студентов всех специальностей / сост. В. А. Мухачев, сост. А. Л. Магазинников ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра физики. - Томск : [б. и.], 2009. - 24 с. (Количество экземпляров в библиотеке ТУСУРа – 2 экз.);
2. 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. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа);
3. 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.. (24 экз. в библиотеке ТУСУРа).
4. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное методическое 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. - 52 с.. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа);

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторным работам / Мухачев В. А. – 2012. 24 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/1099
2. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов / А.Е. Мандель. - Томск: ТУСУР, 2012.- 28 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/1484
3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Методические указания по практическим и семинарским занятиям / Голиков А. М. – 2009. 83 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/1029
4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Лабораторный практикум / Голиков А. М. – 2009. 40 с. [Электронный ресурс] URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/1028

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

не предусмотрены

Согласована на портале № 1504