МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория ошибок и обработка результатов измерений

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.02 Управление качеством**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление качеством в информационных системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Практические занятия	90	90	часов
2	Всего аудиторных занятий	90	90	часов
3	Самостоятельная работа	126	126	часов
4	Всего (без экзамена)	216	216	часов
5	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 6 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 24994

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 7 от «23» 3 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.02 Управление качеством, утвержденного 09.02.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

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

Заведующий обеспечивающей каф.
УИ _____ Г. Н. Нариманова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФИТ _____ Г. Н. Нариманова

Заведующий выпускающей каф.
УИ _____ Г. Н. Нариманова

Эксперты:

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

доцент каф. УИ _____ Е. П. Губин

Согласована на портале № 24994

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.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Метрология и технические измерения, Основы обеспечения качества, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Статистические методы в управлении качеством, Теория вероятностей и математическая статистика, Технологическая практика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика, Управление качеством программных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способностью применять проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества;

В результате изучения дисциплины обучающийся 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 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
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	90	90
Практические занятия	90	90
Самостоятельная работа (всего)	126	126
Проработка лекционного материала	60	60
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	66	66
Всего (без экзамена)	216	216
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

Согласована на портале № 24994

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	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр				
1 Введение. Виды и цели измерений	18	24	42	ПК-4
2 Статистический анализ многократных измерений	18	24	42	ПК-4
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	18	24	42	ПК-4
4 Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	18	30	48	ПК-4
5 Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	18	24	42	ПК-4
Итого за семестр	90	126	216	
Итого	90	126	216	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – 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 Метрология и технические измерения	+	+	+	+	+
2 Основы обеспечения качества	+	+	+	+	+
3 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	+	+	+	+	+
4 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
5 Статистические методы в управлении качеством	+	+	+	+	+
6 Теория вероятностей и математическая статистика		+	+		
7 Технологическая практика	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 24994

Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+
3 Управление качеством программных систем	+	+	+		

5.3. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий		Формы контроля
	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 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.	18	ПК-4
	Итого	18	
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.	18	ПК-4
	Итого	18	
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.	18	ПК-4
	Итого	18	

Согласована на портале № 24994

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.	18	ПК-4
	Итого	18	
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.	18	ПК-4
	Итого	18	
Итого за семестр		90	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Введение. Виды и цели измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		
2 Статистический анализ многократных измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		

Согласована на портале № 24994

4 Правила определения и вычисления погрешностей. Как определять и приводить погрешности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	30		
5 Практические рекомендации вычисления погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		
Итого за семестр		126		
Итого		126		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Конспект самоподготовки	10	8	8	26
Контрольная работа	8	8	8	24
Опрос на занятиях	8	8	10	26
Тест	8	8	8	24
Итого максимум за период	34	32	34	100
Нарастающим итогом	34	66	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Согласована на портале № 24994

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Перемитина Т. О. - 2016. 150 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6715 (дата обращения: 27.06.2018).

2. Основы научных исследований и патентоведение [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Озеркин Д. В., Алексеев В. П. - 2012. 171 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1283 (дата обращения: 27.06.2018).

12.2. Дополнительная 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. 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.)

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.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория ошибок и обработка результатов измерений [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и к самостоятельной работе / П. Н. Дробот - 2018. 27 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8911 (дата обращения: 27.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Согласована на портале № 24994

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru
2. Архив номеров журнала "Мир измерений"
3. http://www.ria-stk.ru/mi/archive/
4. Архив номеров журнала "Контроль качества продукции"
5. http://www.ria-stk.ru/mos/archive/
6.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория управления проектами

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

Согласована на портале № 24994

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

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

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

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

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

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

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

5. Наилучшей оценкой истинного значения X многократно измеренной величины является ...[1) наибольшее значение из выборки; 2) величина дисперсии; 3) несмещенное отклонение; 4) выборочное среднее значение]

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

Согласована на портале № 24994

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

17. Предельное распределение должно удовлетворять условию …….[1) конечности; 2) бесконечности;3) ограниченности; 4) нормировки]

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

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

20. Какой программный продукт наиболее оптимальным образом подходит для анализа научных экспериментальных результатов? [1) Project Expert; 2) BpWin; 3) Excel; 4) Origin]

14.1.2. 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

Согласована на портале № 24994

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.

14.1.3. 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.

14.1.4. 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.

14.1.5. Вопросы дифференцированного зачета

1. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные
2. Пример совместных измерений, из которых получаются многократные измерения одной физической величины и их статобработка.
3. Предельное распределение. Распределение Гаусса.
4. Распределение Стьюдента. Коэффициенты Стьюдента.
5. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Параметры линейной зависимости и их погрешности.
6. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Коэффициент линейной корреляции.
7. Абсолютные и относительные погрешности. Значащие цифры.
8. Погрешности в косвенных измерениях: а) общее правило; б) в суммах и разностях; в) в произведениях и частных.
9. Погрешности в косвенных измерениях: а) функции одной переменной; б) степенной функции.
10. Погрешности в косвенных измерениях: а) Умножение измеренной величины на точное число; б) функции нескольких переменных.
11. Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных единичных измерений.
12. Определение искомой физической величины и ее погрешности из прямых или косвенных многократных измерений.
13. Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений
14. Решение задачи об определении искомой физической величины и ее погрешности из прямых многократных измерений.
15. Решение задачи об определении погрешности физической величины при известном среднеквадратичном отклонении.
16. Решение задачи об определении погрешности физической величины из косвенных единичных измерений.
17. Решение задачи об определении предела допускаемой погрешности средства измерения. Поле допуска, класс точности.
18. Классификация средств измерений
19. Метрологические характеристики средств измерений
20. Классификация методов измерения физических величин. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой
21. Сигналы измерительной информации

Согласована на портале № 24994

22. Суть понятий: измерение, испытание, контроль

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

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

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

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

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проце-

Согласована на портале № 24994

дура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.