МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c
Владелец: Сенченко Павел Васильевич
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ОШИБОК И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **Кафедра управления инновациями (УИ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	216	216	часов
(включая промежуточную аттестацию)	6	6	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Томск

Согласована на портале № 64793

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование теоретической базы и практических навыков в области теории вероятностей и математической статистики; обработки результатов измерений.
2. Использование методов обработки результатов измерений в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-4. Способен разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы, участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов	ПК-4.1. Знает основы планирования эксперимента	Знает методику планирования эксперимента при испытаниях и обработке его результатов
	ПК-4.2. Умеет составлять программы и методики испытаний	Умеет составлять программу и методику испытаний мехатронной или робототехнической системы
	ПК-4.3. Владеет навыками проведения испытаний и экспериментальных исследований	Владеет методикой планирования и проведения испытаний и экспериментальных исследований мехатронной или робототехнической системы

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.
Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Согласована на портале № 64793

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	108	108
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	18	18
Написание отчета по лабораторной работе	18	18
Подготовка к тестированию	18	18
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	18	18
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	18	18
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	18	18
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Виды и цели измерений	2	2	4	14	22	ПК-4
2 Статистический анализ многократных измерений	4	4	8	24	40	ПК-4
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	4	4	8	22	38	ПК-4
4 Правила определения и вычисления погрешностей	4	4	8	24	40	ПК-4
5 Вычисление погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	4	4	8	24	40	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	108	180	
Итого	18	18	36	108	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 64793

1 Виды и цели измерений	Виды измерений. Ошибки результатов измерений. Оценка точности результатов измерений	2	ПК-4
	Итого	2	
2 Статистический анализ многократных измерений	Методы статистической обработки результатов	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Метод наименьших квадратов	4	ПК-4
	Итого	4	
4 Правила определения и вычисления погрешностей	Типы погрешностей. Запись результатов измерений.	4	ПК-4
	Итого	4	
5 Вычисление погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Алгоритм обработки прямых измерений. Алгоритм обработки косвенных измерений.	4	ПК-4
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Виды и цели измерений	Основные этапы проведения эксперимента, определение его целей и задач. Обоснование набора средств измерения (приборов)	2	ПК-4
	Итого	2	
2 Статистический анализ многократных измерений	Методы статистической обработки результатов	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Метод наименьших квадратов	4	ПК-4
	Итого	4	
4 Правила определения и вычисления погрешностей	Типы погрешностей. Запись результатов измерений	4	ПК-4
	Итого	4	
5 Вычисление погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Алгоритм обработки прямых измерений. Алгоритм обработки косвенных измерений	4	ПК-4
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	

Согласована на портале № 64793

Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Виды и цели измерений	Методика проведения эксперимента	4	ПК-4
	Итого	4	
2 Статистический анализ многократных измерений	Методы первичной статистической обработки результатов эксперимента	8	ПК-4
	Итого	8	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Оценка погрешности метода наименьших квадратов	8	ПК-4
	Итого	8	
4 Правила определения и вычисления погрешностей	Методика определения минимального количества измерений для получения заданной погрешности и достоверности	8	ПК-4
	Итого	8	
5 Вычисление погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Обработка результатов прямых измерений. Обработка результатов косвенных измерений	8	ПК-4
	Итого	8	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				

Согласована на портале № 64793

1 Виды и цели измерений	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ПК-4	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПК-4	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	14		
2 Статистический анализ многократных измерений	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПК-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-4	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	24		

Согласована на портале № 64793

3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-4	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	22		
4 Правила определения и вычисления погрешностей	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПК-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-4	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	24		

Согласована на портале № 64793

5 Вычисление погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПК-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-4	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	24		
Итого за семестр		108		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		144		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
1 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	5	0	5	10

Согласована на портале № 64793

Защита отчета по практическому занятию	5	0	5	10
Лабораторная работа	5	0	5	10
Тестирование	10	0	10	20
Отчет по лабораторной работе	5	0	5	10
Отчет по практическому занятию (семинару)	5	0	5	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	35		35	100
Нарастающим итогом	35	35	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев ; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 237 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472978.

2. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы : учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 377 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/447966.

7.2. Дополнительная литература

1. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 164 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/427449.

2. Волегов, А. С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин : учебное пособие для вузов / А. С. Волегов, Д. С. Незнахин, Е. А. Степанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 103 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/453271.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория ошибок и обработка результатов измерений: Методические указания к лабораторным работам / П. Н. Дробот - 2019. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9070.

2. Теория ошибок и обработка результатов измерений: Методические указания по проведению практических занятий / О. В. Гальцева - 2021. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10295.

3. Теория ошибок и обработка результатов измерений: Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов / О. В. Гальцева - 2021. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10290.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс: 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

Согласована на портале № 64793

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, 220 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор Nec v260x;
- Проекционный экран;
- Интерактивная панель;
- Веб-камера Logitech;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Проектор LG RD-JT50;
- Проекционный экран;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro - 2 шт.;
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;
- T-FLEX CAD;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;

Согласована на портале № 64793

- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Виды и цели измерений	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 64793

2 Статистический анализ многократных измерений	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 64793

4 Правила определения и вычисления погрешностей	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
5 Вычисление погрешностей для случаев прямых и косвенных однократных и многократных измерений	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 64793

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Истинной погрешностью называют:
   а) погрешность измерительного прибора;
   б) наибольшую погрешность;

Согласована на портале № 64793

в) разность между результатом измерения и истинным значением определяемой величины;
г) среднюю погрешность при многократных измерениях.

2. Наиболее предпочтительным критерием оценки точности является:
а) средняя погрешность;
б) вероятная погрешность;
в) предельная погрешность;
г) средняя квадратическая погрешность.

3. Погрешность измерения, обусловленная погрешностью отсчета оператором показаний по шкалам средств измерений, называется _____ погрешностью:
а) субъективной;
б) относительной;
в) методической;
г) абсолютной.

4. Вероятная погрешность - это
а) значение случайной погрешности, по отношению к которой одинаково возможна погрешность как больше этого значения, так и меньше по абсолютному значению;
б) постоянно действующая погрешность;
в) предельное значение погрешности;
г) такой погрешности не существует.

5. Среднее арифметическое ряда наблюдений характеризует:
а) наиболее вероятное значение измеряемой величины;
б) среднее значение ряда наблюдений;
в) рассеяние результатов в ряду измерений;
г) абсолютная погрешность измерения.

6. Вес измерения характеризует:
а) степень надёжности результата измерений;
б) вес приборов, применяемых при измерениях;
в) вес груза, применяемого для натяжения инварной проволоки;
г) величину провисания инварной проволоки.

7. При равноточных измерениях за наилучшее приближение к истинному значению измеряемой величины принимают:
а) наибольшее значение;
б) наименьшее значение;
в) среднее арифметическое;
г) последний результат.

8. Уменьшить случайную погрешность можно …
а) выполнением многократных измерений;
б) выполнением вспомогательных измерений;
в) увеличением доверительной вероятности;
г) введением поправок.

9. По условиям проведения измерений погрешности разделяют на …
а) основные и дополнительные;
б) методические и инструментальные;
в) абсолютные и относительные;
г) систематические и случайные.

10. Погрешность, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью, называется _____

Согласована на портале № 64793

погрешностью
а) случайной;
б) систематической;
в) грубой;
г) приведенной.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Дискретные и непрерывные случайные величины
2. Расчет погрешностей при косвенных измерениях
3. Размах функции
4. Непрерывные случайные величины
5. Классы точности средств измерений

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Дайте определение понятию измерение Чем измерение отличается от других способов определения значений физических величин?
2. Что такое точность измерения? Как ее выразить количественно?
3. Что такое средство измерения?
4. Какие основные свойства средства измерения отличают его от других средств, используемых в науке и технике?
5. Как классифицируют методы измерений по точности? В каких случаях применяют те или иные методы?

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Что такое показание средства измерений? Когда оно не является окончательным результатом измерения?
2. Как классифицируют измерения по методу получения результата (по виду уравнения измерения)?
3. Как классифицируют измерения по количеству наблюдений? По форме выражения результата?
4. Какие основные этапы измерений можно выделить? Какие задачи решают на каждом этапе?
5. Как классифицируют измерения по методу получения результата (по виду уравнения измерения)?

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Методика проведения эксперимента
2. Методы первичной статистической обработки результатов эксперимента
3. Оценка погрешности метода наименьших квадратов
4. Методика определения минимального количества измерений для получения заданной погрешности и достоверности
5. Обработка результатов прямых измерений. Обработка результатов косвенных измерений

9.1.6. Темы практических занятий

1. Основные этапы проведения эксперимента, определение его целей и задач. Обоснование набора средств измерения (приборов)
2. Методы статистической обработки результатов
3. Метод наименьших квадратов
4. Типы погрешностей. Запись результатов измерений
5. Алгоритм обработки прямых измерений. Алгоритм обработки косвенных измерений

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком

Согласована на портале № 64793

учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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;

Согласована на портале № 64793

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 64793

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 6 от «24» 12 2021 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Заведующий обеспечивающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. УИ	М.Е. Антипин	Согласовано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4
Доцент, каф. УИ	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. УИ	О.В. Гальцева	Разработано, 950d2017-59b5-4df5-bdc5-6f5bfdfda8cf