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
_____Сенченко П.В.
«18» _____02_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКСПЕРИМЕНТ:ПЛАНИРОВАНИЕ, ПРОВЕДЕНИЕ, АНАЛИЗ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Приборы и методы контроля**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР)**
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	12	12	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	12	12	часов
Самостоятельная работа	60	60	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 68023

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины является освоение студентами современных математических методов планирования экспериментов и проведения их с минимальными затратами материальных средств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование представлений о современных методах экспериментального исследования материалов, процессов, явлений и теоретических основах интерпретации полученных результатов.
2. Освоение типового программного обеспечения для обработки данных экспериментов.

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-5. Способен планировать проведение работ по измерению параметров электронных средств и их компонентов	ПК-5.1. Знает основные характеристики различных электронных средств и приборы, используемые для их измерения	Знает методы организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств измерений.
	ПК-5.2. Умеет использовать приборную базу для выполнения измерений параметров электрических схем, узлов и отдельных компонентов	Умеет обрабатывать данные экспериментов с помощью типового программного обеспечения.
	ПК-5.3. Владеет навыками проведения измерений для контроля и диагностики электронных средств и их компонентов	Владеет навыками автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов.

Согласована на портале № 68023

ПК-7. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике	ПК-7.1. Знает методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований	Знает способы организации и проведения НИОКР в составе малых исследовательских групп.
	ПК-7.2. Умеет проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Умеет формулировать цели и задачи научных исследований, решать научные и технические вопросы в рамках проведения НИОКР.
	ПК-7.3. Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний	Владеет навыками аппроксимации и анализа числовых результатов наблюдений, методологического анализа научного исследования.

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 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Подготовка к тестированию	36	36
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	12	12
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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						

Согласована на портале № 68023

1 Вводная часть	2	-	-	4	6	ПК-5, ПК-7
2 Случайные события и случайные величины. Законы распределения случайных величин.	2	4	-	4	10	ПК-5, ПК-7
3 Специальные законы распределения.	1	-	-	4	5	ПК-5, ПК-7
4 Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочный метод.	1	4	4	12	21	ПК-5, ПК-7
5 Системы двух и более случайных величин. Основы корреляционного анализа.	2	1	-	4	7	ПК-5, ПК-7
6 Основы регрессионного анализа.	2	1	-	4	7	ПК-5, ПК-7
7 Дисперсионный анализ (одно-, двухфакторный анализ и др.)	2	2	-	4	8	ПК-5, ПК-7
8 Особенности анализа временных рядов.	2	2	4	12	20	ПК-5, ПК-7
9 Основы планирования активных экспериментов.	4	4	4	12	24	ПК-5, ПК-7
Итого за семестр	18	18	12	60	108	
Итого	18	18	12	60	108	

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			
1 Вводная часть	Эксперимент как составная часть научных исследований. Цель эксперимента. Классификация, типы и задачи эксперимента. Структура и необходимые условия эксперимента. Методика и план эксперимента. Цели и задачи экспериментального анализа. Роль математических методов в экспериментальном анализе.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
2 Случайные события и случайные величины. Законы распределения случайных величин.	Понятие случайного события. Вероятность случайного события. Дискретные и непрерывные случайные величины. Распределения дискретных случайных величин. Законы распределения непрерывных случайных величин. Нормальный закон распределения.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 68023

3 Специальные законы распределения.	ХИ-квадрат распределение Пирсона. Т-распределение Стьюдента. F-распределение Фишера-Снедекора.	1	ПК-5, ПК-7
	Итого	1	
4 Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочный метод.	Наблюдение как этап исследования. Наблюдение как случайная величина. Числовые характеристики случайной величины. Среднее и дисперсия выборки. Другие числовые характеристики случайных величин Основная схема производства наблюдений (выборочный метод.). Выявление аномальных показаний. Интерполяция и сглаживание. Метод скользящего среднего. Сплайны. Метод наименьших квадратов (МНК). Определение наличия тренда.	1	ПК-5, ПК-7
	Итого	1	
5 Системы двух и более случайных величин. Основы корреляционного анализа.	Числовые характеристики системы двух случайных величин. Корреляция. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции. Коэффициент парной корреляции. Множественный корреляционный анализ. Частные коэффициенты корреляции. Коэффициент множественной корреляции. Коэффициент ранговой корреляции.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
6 Основы регрессионного анализа.	Определение параметров линейной регрессии МНК. Построение доверительного коридора для линейной регрессии при нормальном законе условных математических ожиданий и при законе распределения Стьюдента. Определение параметров нелинейной регрессии с помощью МНК.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
7 Дисперсионный анализ (одно-, двухфакторный анализ и др.)	Основные понятия дисперсионного анализа. Анализ сравнимости факторов. Однофакторный дисперсионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ с взаимным влиянием факторов. Алгоритмы расчетов.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 68023

8 Особенности анализа временных рядов.	Определения. Автокорреляция уровней ряда. Автокорреляционная функция. Определение компонентов временного ряда. Стационарные временные ряды. Авторегрессия. Фильтрация. Дискретное преобразование Фурье. Сглаживание. Подавление главных компонент. Пико-усиливающие фильтры.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
9 Основы планирования активных экспериментов.	Планирование и организация многофакторного эксперимента. Стандартизация масштаба факторов. Составление матрицы планирования ПФЭ. Порядок постановки ПФЭ. Проверка воспроизводимости опытов (однородности дисперсий). Расчет оценок коэффициентов регрессионного уравнения. Проверка значимости коэффициентов регрессии.Проверка адекватности полученной ММ. Переход к физическим переменным.	4	ПК-5, ПК-7
	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			
2 Случайные события и случайные величины. Законы распределения случайных величин.	Аппроксимация экспериментальных данных и расчет числовых характеристик дискретных случайных величин с использованием специальных функций в MS Excel.	2	ПК-5, ПК-7
	Нормальный закон распределения. Использование фун-кций MS Excel для вычисления значений нормального распределения и построения диаграммы нормальной функции плотности вероятности и диаграммы нормальной функции распределения.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 68023

4 Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочный метод.	Анализ вариационных рядов. Построение и графическое изображение интервальных вариационных рядов. Гистограммы распределения. Числовые характеристики интервальных вариационных рядов. Расчет показателей вариации. Моменты вариационных рядов. Коэффициенты формы распределения.	2	ПК-5, ПК-7
	Выборочный метод анализа экспериментальных результатов. Виды выборок. Расчет числовых характеристик выборки. Построение доверительного интервала. Определение предельной ошибки выборочной средней и величины необходимого объема выборки.	1	ПК-5, ПК-7
	Проверка статистических гипотез. Алгоритм проверки статистических гипотез. Формирование нулевой и конкурирующих гипотез. Задание уровня значимости. Определение выборочной статистики наблюдений. Расчет значения критерия статистики (Пирсона, Стьюдента). Проверка нулевой и конкурирующей гипотезы.	1	ПК-5, ПК-7
	Итого	4	
5 Системы двух и более случайных величин. Основы корреляционного анализа.	Корреляционно-регрессионный анализ. Графическое представление экспериментальных данных. Подбор уравнений регрессии. Расчет параметров уравнения регрессии с помощью МНК. Оценка качества уравнения.	1	ПК-5, ПК-7
	Итого	1	
6 Основы регрессионного анализа.	Оценка тесноты связи между переменными. Оценка значимости коэффициента корреляции и регрессии по критерию Стьюдента. Определение характеристики надежности результатов регрессионного анализа с использованием критерия Фишера. Определение прогнозного значения признака.	1	ПК-5, ПК-7
	Итого	1	
7 Дисперсионный анализ (одно-, двухфакторный анализ и др.)	Основные понятия дисперсионного анализа. Анализ сравнимости факторов. Однофакторный дисперсионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ с взаимным влиянием факторов. Алгоритмы расчетов.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 68023

8 Особенности анализа временных рядов.	Автокорреляция уровней ряда. Автокорреляционная функция. Определение компонентов временного ряда. Стационарные временные ряды. Авторегрессия. Фильтрация. Дискретное преобразование Фурье. Сглаживание. Подавление главных компонент.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
9 Основы планирования активных экспериментов.	Полный факторный эксперимент.	2	ПК-5, ПК-7
	Дробный факторный эксперимент.	2	ПК-5, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
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			
4 Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочный метод.	Экспериментальный метод научных исследований.	4	ПК-5, ПК-7
	Итого	4	
8 Особенности анализа временных рядов.	Исследование биоритмов и короткопериодических вариаций солнечной активности.	4	ПК-5, ПК-7
	Итого	4	
9 Основы планирования активных экспериментов.	Оценка адекватности результатов эксперимента.	4	ПК-5, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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				
1 Вводная часть	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 68023

2 Случайные события и случайные величины. Законы распределения случайных величин.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Итого	4		
3 Специальные законы распределения.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Итого	4		
4 Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочный метод.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-5, ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	12		
5 Системы двух и более случайных величин. Основы корреляционного анализа.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Итого	4		
6 Основы регрессионного анализа.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Итого	4		
7 Дисперсионный анализ (одно-, двухфакторный анализ и др.)	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Итого	4		
8 Особенности анализа временных рядов.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-5, ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	12		
9 Основы планирования активных экспериментов.	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-5, ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 68023

Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

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-5	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПК-7	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, 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	0	10	10	20
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	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

Согласована на портале № 68023

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. Решетников М.Т. Планирование эксперимента и статистическая обработка данных: Учебное пособие для вузов. – Томск: ТУСУР, 2000. – 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.).

2. Дробот П.Н. Теория ошибок и обработка результатов измерений. Томск: ТУСУР, 2011. – 83 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Основы теории эксперимента : учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12808-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/475786.

7.2. Дополнительная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel : учебное пособие для вузов / Г. В. Горелова, И. А. Кацко. - 4-е изд. - Ростов н/Д : Феникс, 2006. - 478, [2] с. : ил., табл. - (Высшее образование). - ISBN 5-222-09324-7 (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.).

2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/473180 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология наноэлектронных средств» / С. Г. Еханин - 2016. 29 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5930.

2. Исследование биоритмов и короткопериодических вариаций активности Солнца с помощью датчиков радиоактивности: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Биомедицинские приборы и датчики" / С. Г. Еханин - 2019. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9133.

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.

Согласована на портале № 68023

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

Измерительная лаборатория: 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 проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 316 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Векторный анализатор цепей ОБЗОР-103;
- Векторный импульсный анализатор цепей Р4-И-01;
- Лабораторный стенд "Функциональные узлы микроволновой техники";
- Вольтметр В6-9;
- Генератор сигналов ГСС-05 - 3 шт.;
- Генератор-частотомер FG-7020;
- Измеритель Л2-22 - 2 шт.;
- Источник питания Б5-43;
- Линейный источник питания HY3003 - 2 шт.;
- Мультиметр APPA 207;
- Осциллограф RlGOL DS 1042 C;
- Осциллограф с функцией генератора сигналов Keysight DSOX1102G - 2 шт.;
- Цифровой осциллограф DSO-3202A;
- Цифровой осциллограф GDS-806S - 4 шт.;
- Микроскоп Альтами CMO745T;
- Проектор LG RD-DX130;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

Согласована на портале № 68023

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 425 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект разработчика MySignals (для Arduino и Bluetooth) HW Complete Kit - 2 шт.;
- Система NeoRecCap;
- Спектрофотометр СФ-26;
- Монохроматор ВМР-2;
- Генератор ГЗ-117;
- Тепловизор Testo 867;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2019;
- Mozilla Firefox;

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;
- 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

Согласована на портале № 68023

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 Вводная часть	ПК-5, ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Случайные события и случайные величины. Законы распределения случайных величин.	ПК-5, ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Специальные законы распределения.	ПК-5, ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочный метод.	ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Системы двух и более случайных величин. Основы корреляционного анализа.	ПК-5, ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Основы регрессионного анализа.	ПК-5, ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Дисперсионный анализ (одно-, двухфакторный анализ и др.)	ПК-5, ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 68023

8 Особенности анализа временных рядов.	ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Основы планирования активных экспериментов.	ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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
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

Согласована на портале № 68023

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. Эксперимент является:
   1) важнейшим средством получения знаний;
   2) критерием оценки обоснованности принятия решений;
   3) средством для проведения исследований;
   4)критерием оценки проведенных исследований.
2. Экспериментальные исследования дают:
   1) критерии оценки обоснованности и приемлемости на практике любых теорий и теоретических предположений;
   2) критерий положений об исследовании оценки приемлемости тех или иных выводов;
   3) средство для достижения принятых решений;
   4) средство для получения знаний об объекте исследования.
3. Методология любого исследования начинается с:
   1) выбора цели;
   2) определение подхода;
   3) оценки средств;
   4) выбора метода.
4. В системном подходе к исследованию основным является:
   1) знание предмета исследования;
   2) возможность моделирования явлений;
   3) определение целостности и связи явлений;
   4) наличие необходимой информации.
5. Первый этап математического моделирования это:
   1) формулирование законов, связывающих основные объекты модели;
   2) исследование математических задач, к которым приводят М. м.
   3) выяснение того, удовлетворяет ли принятая гипотетическая модель критерию практики;
   4) последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.
6. Итерационное решение основных задач – это:
   1) повторное возвращение к решению той или иной задачи после получения результатов на последующем этапе обработки;

Согласована на портале № 68023

2) полная обработка результатов измерения;
3) простейшая предварительная обработка данных с оценкой математического ожидания;
4) проверка гипотез, оценивание параметров и числовых характеристик случайных величин и процессов.

7. Каков физический смысл стандартной (среднеквадратичной) погрешности?
   1) используется при любом законе распределения случайных величин;
   2) характеризует погрешность метода измерений или каждого отдельного измерения;
   3) имеет смысл среднеквадратичной погрешности среднеарифметической величины;
   4) характеризует систематическую погрешность.
8. Какие результаты измерений считаются грубыми и их следует отбросить?
   1) вероятность появления такого результата a< 0,9;
   2) вероятность появления такого результата a< 0,5;
   3) вероятность появления такого результата a< 0,01;
   4) вероятность появления такого результата a<0,1.
9. Что такое доверительный интервал?
   1) интервал значений, внутри которого находятся результаты измерений с заданной доверительной вероятностью;
   2) вероятность (частота) появления данного результата измерений;
   3) интервал значений, вероятность попадания внутрь которого равна 0,95;
   4) интервал значений, вероятность попадания внутрь которого равна 0,997.
10. При выборочном наблюдении встречаются ошибки:
    1) грубые, систематические, случайные;
    2) грубые, корреляционные, случайные;
    3) системные, повторяющиеся, смещенные;
    4) случайные, периодические, ассиметричные.
11. Выборочная оценка — это:
    1) случайная величина, точность определения которой и возможные при этом ошибки необходимо контролировать;
    2) является количественной характеристикой статистических явлений;
    3) анализ исследуемой модели на ее работоспособность;
    4) характеризуется «скошенностью распределения».
12. В математической статистике существует понятие «статистический вес». Какая величина аналогична этому понятию в теории погрешностей измерений?
    1) доверительный интервал;
    2) доверительная вероятность;
    3) среднее арифметическое измеряемой величины;
    4) средняя квадратичная погрешность среднего арифметического.
13. Нормальный закон распределения. Какой физический смысл коэффициента "сигма" ?
    1) вероятность попадания внутрь доверительного интервала результатов измерений;
    2) дисперсия (разброс) результатов измерений x;
    3) среднее квадратичное отклонение величины x;
    4) доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95.
14. Допустим, что зависимость функция отклика (Y) от исследуемых факторов (X) квадратичная. Чему должно быть равно минимальное число уровней варьирования?
    1) 2;
    2) 3;
    3) 4;
    4) 5.
15. Какое минимальное число экспериментов следует запланировать в линейной модели, если число учитываемых факторов K = 3?
    1) 6;
    2) 8;
    3) 10;
    4) 16.
16. Какие правила следует обязательно учитывать при построении матрицы планирования полного факторного эксперимента?
    1) первая строка матрицы в столбцах, соответствующих рассматриваемым в эксперименте

Согласована на портале № 68023

факторам (X1 и X2), заполняется безразмерным символом, соответствующим нижнему уровню значений фактора, т. е. символом (-);
2) первая строка матрицы в столбцах, соответствующих рассматриваемым в эксперименте факторам (X1 и X2), заполняется безразмерным символом, соответствующим верхнему уровню значений фактора, т. е. символом (+);
3) продолжение заполнения столбца, соответствующего первому фактору, производится со знаком (-);
4) продолжение заполнения столбцов производится последовательным чередованием противоположных знаков (+) и (-).

17. Самый простой способ выявления наиболее существенных факторов, влияющих на исследуемый процесс:
    1) метод случайного баланса;
    2) метод ранговой корреляции;
    3) метод центрального композиционного рототабельного плана;
    4) метод центрального композиционного ортогонального плана.
18. К какой главной ошибке приводит неправильный выбор интервала варьирования исследуемого фактора?
    1) неправильная оценка только коэффициента взаимодействия исследуемых факторов;
    2) неправильный выбор математической модели;
    3) неправильная оценка всех коэффициентов влияния в выбранной математической модели (завышенные или заниженные значения);
    4) неправильная оценка числа опытов.
19. Допустим, модель исследуемого процесса является линейной функцией: $Y=b0+b1x1+b2x2+b12x1x2$. Какой из предложенных ниже ответов является верными?
    1) b0 - коэффициент, характеризующий степень влияния случайных факторов на значение в центре плана;
    2) $b1< b2$ - коэффициенты, характеризующие степень влияния факторов x1 и x2 на функцию Y;
    3) b12 - коэффициент, равный произведению b1 и b2;
    4) b0 - величина интервала варьирования.
20. Чем отличается полный факторный эксперимент (ПФЭ) от дробного факторного эксперимента (ДФЭ)?
    1) в ПФЭ учитываются все возможные факторы, влияющие на функцию отклика;
    2) в ДФЭ не учитываются взаимодействия между факторами;
    3) в ДФЭ учитываются взаимодействия между факторами;
    4) в ДФЭ учитываются только три главных фактора, влияющие на функцию отклика.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Роль экспериментальных и теоретических методов в научно-технических исследованиях.
2. Случайные события и случайные величины. Законы распределения случайных величин.
3. Первичная обработка экспериментальных данных. Элементарная описательная статистика.
4. Числовые характеристики случайной величины. Выборочный метод.
5. Системы двух и более случайных величин. Основы корреляционного анализа.
6. Основы регрессионного анализа.
7. Дисперсионный анализ (одно-, двухфакторный анализ и др.).
8. Особенности анализа временных рядов.
9. Имитационное моделирование. Области применения.
10. Распределения дискретных случайных величин.
11. Нормальный закон распределения.
12. Специальные законы распределения.
13. Сглаживание. Подавление главных компонент.
14. Обзор функций пакета анализа данных.
15. Задачи теории планирования эксперимента.
16. Основные понятия планирования эксперимента.

Согласована на портале № 68023

17. Особенности планирования многофакторного эксперимента.
18. Матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ).
19. Порядок статистической обработки результатов ПФЭ.
20. Особенности планирования дробного факторного эксперимента.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Какова связь биоритмов с солнечной активностью?
2. Связь солнечной активности с вариацией потоков атмосферных гамма-квантов.
3. Какие короткопериодические вариации солнечной активности вам известны? Какова их природа?
4. Какова методика измерения параметров короткопериодических вариаций солнечной активности?
5. В чем сущность спектрального анализа временных рядов экспериментальных данных.
6. Что такое тренд.
7. Как называется регулярное расположение показаний относительно тренда.
8. Как привести временной ряд к стационарному виду.
9. Как получить автокорреляционную функцию.
10. Как провести проверку адекватности модели.
11. В чем сущность планирования эксперимента?
12. Поясните разницу между активным и пассивным экспериментом.
13. Какие задачи решает теория планирования эксперимента?
14. Что такое факторы оптимизации и какие требования к ним предъявляются?
15. Как выбрать уровни варьирования факторов?
16. Какие требования предъявляются к параметрам оптимизации?
17. В чем сущность ПФЭ и какие ММ он позволяет исследовать?
18. Какую область описывает уравнение регрессии, полученное с помощью ПФЭ и в каких границах его можно использовать?
19. В чем сущность и цели стандартизации масштаба факторов?
20. Как перейти к исходным физическим переменным?

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Экспериментальный метод научных исследований.
2. Исследование биоритмов и короткопериодических вариаций солнечной активности.
3. Оценка адекватности результатов эксперимента.

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 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

Согласована на портале № 68023

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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;

– 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;

Согласована на портале № 68023

– 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 № 68023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР
протокол № 231 от «14» 10 2021 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР	С.А. Артищев	Согласовано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721
Доцент, каф. КУДР	Е.И. Тренкаль	Согласовано, b613d4df-d0ea-4bce-897e-cfdd95ae1b46

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. КУДР	С.Г. Еханин	Разработано, 86acd1b6-de01-4ce6-82e2-d3d0b01bea75

Согласована на портале № 68023