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.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные технологии наземного и космического назначения**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	36	36	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Курсовая работа	18	18	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	5
Курсовая работа	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 68903

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение системы знаний и приобретение практических навыков по моделированию и оптимизации технологических процессов в производстве электронных средств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Познакомиться с классификацией факторов, влияющих на параметры технологического процесса производства электронных средств.
2. Рассмотреть принцип подобия систем и типы моделирующих систем.
3. Изучить статистические методы оценки независимых параметров и проверки статистических гипотез.
4. Освоить применение методов корреляционного и регрессионного анализов для моделирования технологических процессов при производстве электронных средств.
5. Рассмотреть понятия пассивного и активного эксперимента, познакомиться с методами планирования эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.10.
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		

Согласована на портале № 68903

ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков	Знает теорию подобия и способен применять её на практике для для экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения.
	ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов	Умеет производить оценку независимых параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного назначения.
	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и применения методик экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения	Владеет теорией подобия и методами проверки статистических гипотез и может выбирать и использовать эти знания для экспериментального исследования характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения.

Согласована на портале № 68903

ПК-9. Способен проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи проектирования радиоэлектронных средств, разрабатывать техническое задание, требования и условия на проектирование радиоэлектронных средств	ПК-9.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации научно-исследовательской информации, принципы формулирования цели и задач проектирования радиоэлектронных средств, этапы разработки технического задания, требований и условий на проектирование радиоэлектронных средств	Знает как строить математические модели с использованием корреляционного и регрессионного анализа и может на основе них производить анализ, и систематизацию исследовательской информации , формулировать цели и задачи проектирования радиоэлектронных средств, разрабатывать техническое задание, этапы и условия на проектирование радиоэлектронных средств.
	ПК-9.2. Умеет проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи проектирования радиоэлектронных средств, разрабатывать техническое задание, требования и условия на проектирование радиоэлектронных средств	Умеет применять теорию подобия, корреляционный и регрессионный анализ для анализа, систематизации научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи, технические задания , требования и условия на проектирование радиоэлектронных средств.
	ПК-9.3. Владеет нвыками сбора, анализа и систематизации научно-исследовательской информации, формулировки цели и задач проектирования радиоэлектронных средств, разработки технического задания, требований и условий на проектирование радиоэлектронных средств	Владеет теорией подобия, корреляционным и регрессионным анализом, элементами теории планирования экспериментов, и может их применять в исследования при проектировании радиоэлектронных средств и технологий.

Согласована на портале № 68903

ПК-10. Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронных средств, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов, проектировать конструкции радиоэлектронных средств, разрабатывать технологию их изготовления	ПК-10.1. Знает методы сбора и анализа данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронных средств, подходы к проведению технико-экономического обоснования проектов, принципы и методы проектирования конструкций радиоэлектронных средств, этапы разработки технологии их изготовления	Знает теорию подобия, способы проверки статистических гипотез, корреляционный и регрессионный анализ, и способен применять эти знания для расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронных средств и технологий.
	ПК-10.2. Умеет осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронных средств, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов, проектировать конструкции радиоэлектронных средств, разрабатывать технологию их изготовления	Умеет применять теорию подобия систем и элементы планирования эксперимента, для технико-экономического обоснования проектов конструкций и технологий радиоэлектронных систем различного назначения.
	ПК-10.3. Владеет опытом сбора и анализа данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронных средств, проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов, проектирования конструкций радиоэлектронных средств, разработки технологии их изготовления	Владеет теорией подобия, регрессионным и корреляционным анализом, элементами планирования эксперимента и способен применять эти знания для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронных устройств и технико-экономического обоснования проектов проектирования конструкций радиоэлектронных средств и технологий.

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 5 зачетных единиц, 180 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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	88

Согласована на портале № 68903

Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	16	16
Курсовая работа	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Написание отчета по курсовой работе	42	42
Подготовка к тестированию	28	28
Подготовка к зачету с оценкой	16	16
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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.	Курс. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр							
1 Основные понятия и определения	2	-	-	18	14	34	ПК-10, ПК-2, ПК-9
2 Подобие систем	2	6	-		20	28	ПК-10, ПК-2, ПК-9
3 Оценка независимых параметров	2	-	-		6	8	ПК-10, ПК-2, ПК-9
4 Проверка статистических гипотез	2	6	-		6	14	ПК-10, ПК-2, ПК-9
5 Модели I типа	2	6	-		6	14	ПК-10, ПК-2, ПК-9
6 Регрессионный и корреляционный анализ	2	12	8		8	30	ПК-10, ПК-2, ПК-9
7 Элементы теории матриц	2	-	-		14	16	ПК-10, ПК-2, ПК-9
8 Элементы теории планирования экспериментов	4	6	8		18	36	ПК-10, ПК-2, ПК-9
Итого за семестр	18	36	16	18	92	180	
Итого	18	36	16	18	92	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
5 семестр			

Согласована на портале № 68903

1 Основные понятия и определения	Классификация факторов влияющих на процесс	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
2 Подобие систем	Типы моделирующих систем	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
3 Оценка независимых параметров	Основные выборочные характеристики	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
4 Проверка статистических гипотез	Понятие критерия и правило проверки гипотез	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
5 Модели I типа	Определение пассивного и активного экспериментов. Метод наименьших квадратов.	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
6 Регрессионный и корреляционный анализ	Линейная и параболическая регрессии.	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
7 Элементы теории матриц	Действия над матрицами. Информационная матрица.	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
8 Элементы теории планирования экспериментов	Однофакторный и многофакторный эксперимент. Сопоставление пассивного и активного экспериментов.	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Полный факторный эксперимент. Дробные реплики.	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	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
5 семестр			
2 Подобие систем	Использование аффинного преобразования, переводящего фигуры из одного вида в другой.	6	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	6	
4 Проверка статистических гипотез	Построение гистограмм распределения по заданной статистике.	6	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	6	
5 Модели I типа	Корреляционный анализ статистических данных	6	ПК-2, ПК-10
	Итого	6	

Согласована на портале № 68903

6 Регрессионный и корреляционный анализ	Построение адекватной математической модели при помощи регрессионного анализа.	12	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	12	
8 Элементы теории планирования экспериментов	Составление плана двух факторного эксперимента	6	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
5 семестр			
6 Регрессионный и корреляционный анализ	Построение математической модели систематической погрешности контроля дефектности изоляции провода	8	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	8	
8 Элементы теории планирования экспериментов	Построение модели процесса пропитки обмоток	8	ПК-2, ПК-9, ПК-10
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр		
Консультации по курсовой работе.	18	ПК-2, ПК-9, ПК-10
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых работ:

1. Математическая модель контроля дефектности изоляции обмоточных проводов.
2. Корреляционный анализ между факторами и параметрами контроля изоляции обмоточных проводов.
3. Математическая модель контроля качества пропитки обмоток электротехнических изделий.
4. Применение полного факторного эксперимента для технологии процесса пропитки и сушки обмоток.
5. Математическая модель процесса изготовления светодиодов.

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

Согласована на портале № 68903

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основные понятия и определения	Написание отчета по курсовой работе	6	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	6	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	14		
2 Подобие систем	Написание отчета по курсовой работе	8	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	10	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	20		
3 Оценка независимых параметров	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	6		
4 Проверка статистических гипотез	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	6		
5 Модели I типа	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-2, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	6		

Согласована на портале № 68903

6 Регрессионный и корреляционный анализ	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
7 Элементы теории матриц	Написание отчета по курсовой работе	10	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	14		
8 Элементы теории планирования экспериментов	Написание отчета по курсовой работе	10	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-9, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Итого	18		
Итого за семестр		92		
Итого		92		

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.	Курс. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Лабораторная работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование
ПК-9	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Лабораторная работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование

Согласована на портале № 68903

ПК-10	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Лабораторная работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование

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
5 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	0	0
Лабораторная работа	20	30	20	70
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	40	30	100
Нарастающим итогом	30	70	100	100

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

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
5 семестр				
Отчет по курсовой работе	20	40	40	100
Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	100	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)

Согласована на портале № 68903

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. Смирнов Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов. Учебное пособие для вузов. – М., Научно-техническое издательство «Горячая линия –Телеком», 2018.–176 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/470195 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства электронных систем: Учебно-методическое пособие по практическим и лабораторным работам для бакалавров и магистрантов / Г. В. Смирнов - 2016. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6239.
2. Технология РЭС: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Г. В. Смирнов, А. Г. Кан, В. Г. Христюков, О. Е. Троян - 2012. 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2014.

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,

Согласована на портале № 68903

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

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: 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; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Apache OpenOffice 4;
- Arduino IDE;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Lazarus 1.8.2;
- Mathcad 13;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP;
- Opera;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: 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; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Apache OpenOffice 4;
- Arduino IDE;
- Google Chrome;

Согласована на портале № 68903

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Lazarus 1.8.2;
- Mathcad 13;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP;
- Opera;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: 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; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Apache OpenOffice 4;
- Arduino IDE;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Lazarus 1.8.2;
- Mathcad 13;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP;
- Opera;

8.5. 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.

Согласована на портале № 68903

8.6. 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 Основные понятия и определения	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Подобие систем	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Оценка независимых параметров	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 68903

4 Проверка статистических гипотез	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Модели I типа	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Регрессионный и корреляционный анализ	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Элементы теории матриц	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Элементы теории планирования экспериментов	ПК-10, ПК-2, ПК-9	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 68903

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. Что такое «эмерджентность»?
   1. Эмерджентность - наличие таких свойств, которые не присущи ни одному из элементов, входящих в систему.
   2 Эмерджентность - наличие таких свойств, которые позволяют проверить ложность утверждения.
   3. Эмерджентность - наличие таких свойств, которые позволяют оценить воспроизводимость эксперимента.

2. Что называют объектом исследования (ОИ)?

Согласована на портале № 68903

1. ОИ - это условно изолированное целое, содержащее в себе совокупность протекающих в нём процессов и средств их реализации.
2. ОИ - это объект, который имеет воспроизводимость и управляемость.
3. Объект исследования - это предмет или и явление, над которыми можно проводить наблюдение.

3. Что такое сложность объекта исследования?
1.Сложность объекта исследования – это количество состояний объекта исследования, которые в соответствии с целью исследования и принятой техникой эксперимента можно чётко различить.
2. Сложность объекта исследования – это количество факторов, влияющих на объект исследования.
3. Сложность объекта исследования определяется количеством параметров, определяющих состояние объекта исследования.

4. Как подразделяются объекты по сложности?
1. ОИ по сложности подразделяются на простые и сложные.
2. ОИ по сложности подразделяются одноуровневые, и многоуровневые.
3. ОИ по сложности подразделяются на эмерджентные и варифицируемые.

5. Что называют управляемостью ОИ?
1. Управляемость ОИ - это свойство, позволяющее изменять состояние объекта по усмотрению исследователя.
2. Управляемостью называется спонтанный процесс изменения состояния ОИ.
3. Управляемостью называется процесс, соединяющий в себе совместимость и воспроизводимость.

6. Что называют воспроизводимостью?
1. Воспроизводимость - это свойство ОИ переходить в одно и то же состояние, если все входные величины находятся на одном и том же уровне.
2. Воспроизводимость - это свойство ОИ изменять свое состояние в процессе эксперимента.
3. Воспроизводимость - это свойство ОИ сохранять свое состояние в процессе эксперимента.

7. Что называют параметром?
1. Параметр - это величина, которая характеризует состояние и поведение ОИ.
2. Параметр - это величина, которая оказывает влияние на поведение ОИ.
3. Параметр - это управляемый фактор, который изменяет поведение ОИ.

8. Что называют факторами?
1. Факторами – обозначают всё, что оказывает влияние на выходные величины (параметры).
2. Фактор - это величина, которая характеризует состояние и поведение ОИ.).
3. Фактор - это величина, которая оказывает стохастическое воздействие на состояние и поведение ОИ.

9. Что означает понятие "совместимость"?
1. Совместимость - это допущение безопасности проведения эксперимента при любом сочетании факторов.
2. Совместимость -это допущение одновременного воздействия на объект исследования случайных и неслучайных факторов.
3. Совместимость -это допущение одновременного воздействия на объект исследования управляемых и стохастических факторов.

10. На какие группы подразделяют факторы, влияющие на процесс?
1. Факторы разделяют: на контролируемые и управляемые; контролируемые, но

Согласована на портале № 68903

неуправляемые; неконтролируемые и неуправляемые.
2. Факторы разделяют на контролируемые и неконтролируемые.
3. Факторы разделяют на управляемые и неконтролируемые.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Что называется корреляционным анализом?
2. Что включает в себя регрессионный анализ?
3. По какому критерию оценивают однородность дисперсий?
4. По какому критерию оценивают значимость коэффициентов регрессии?
5. По какому критерию оценивают адекватность уравнения регрессии?

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Что называют"черным ящиком"?
2. Что называют факторами, а что - параметрами?
3. По какой шкале оценивают силу линейной связи между параметрами?
4. Сколько уравнений входит в нормальную систему уравнений Гаусса?
5. Какие факторы влияют на погрешность измерения протяженности дефектов в изоляции провода?

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Математическая модель контроля дефектности изоляции обмоточных проводов.
2. Корреляционный анализ между факторами и параметрами контроля изоляции обмоточных проводов.
3. Математическая модель контроля качества пропитки обмоток электротехнических изделий.
4. Применение полного факторного эксперимента для технологии процесса пропитки и сушки обмоток.
5. Математическая модель процесса изготовления светодиодов.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Построение математической модели систематической погрешности контроля дефектности изоляции провода
2. Построение модели процесса пропитки обмоток

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 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.

Согласована на портале № 68903

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;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Согласована на портале № 68903

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 № 68903

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ
протокол № 81 от «19» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745
Доцент, каф. РЭТЭМ	В.С. Солдаткин	Согласовано, 20f9f21b-db84-4e42-8e40-98cd2ddd9cbe

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РЭТЭМ	Г.В. Смирнов	Разработано, 478b4716-a184-47e0-b16f-448330194724

Согласована на портале № 68903