МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12629

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 194 от «13» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КУДР _____ Малютин Н. Д.

Заведующий обеспечивающей каф.
КУДР _____ Лощилов А. Г.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
КУДР _____ Лощилов А. Г.

Эксперты:

Профессор каф. КУДР _____ Еханин С. Г.

Согласована на портале № 12629

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Освоение методик математического моделирования элементов электронно-вычислительных средств, разработки программ для анализа характеристик элементов с помощью пакетов математических расчетов.

1.2. Задачи дисциплины

– 1. Освоить методики построения математических моделей элементов электронно-вычислительных средств на основе знаний математики и физики.

– 2. Научиться разрабатывать алгоритмы и программы для математического моделирования элементов, отлаживать и тестировать их.

– 3. Проводить сравнение результатов численного эксперимента и результатов экспериментальных исследований, делать выводы о пределах применимости математических моделей и намечать пути увеличения достоверности расчетов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в профессию, Инженерная и компьютерная графика, Иностранный язык, Информатика, Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Интегральные устройства радиоэлектроники, Метрология и технические измерения, Основы проектирования микроволновых устройств, Основы радиоэлектроники, Радиотехнические системы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Методики построения математических моделей элементов электронно-вычислительных средств на основе знаний математики и физики, разработки на их основе алгоритмов и программ с применением пакетов математического моделирования.

– **уметь** Разрабатывать программы математического моделирования элементов электронно-вычисленных средств в системе Math-Cad, исследовать характеристики моделируемых объектов и оценивать пределы применимости их моделей.

– **владеть** Навыками сравнения результатов численных экспериментов с помощью разрабатываемых программ с экспериментальными результатами и оценивать пределы применимости результатов расчетов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24

Согласована на портале № 12629

Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость ч	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
2 семестр					
1 Виды моделей. Понятие математической модели. Математические модели и алгоритмы. Виды математических моделей. Примеры математических моделей.	2	2	3	7	ПК-1
2 Реализация математических моделей на конкретных примерах с помощью системы Math-Cad.	2	2	5	9	ПК-1
3 Исследование характеристик электрических цепей с сосредоточенными при воздействии постоянного тока, при гармоническом и импульсном воздействии. Примеры программ.	2	4	5	11	ПК-1
4 Исследование цепей с распределенными параметрами: цепочечные схемы, решение телеграфных уравнений.	2	4	5	11	ПК-1
5 Задачи расчета электрических полей численными методами.	2	4	7	13	ПК-1
6 Спектральный анализ и восстановление сигналов (ряды Фурье). Открытие В.А. Котельникова.	2	0	4	6	ПК-1
7 Применение матриц для моделирования.	2	0	1	3	ПК-1
8 Символьный анализ в приложении к решению задач из категории "вскрытие ящика Пандоры".	2	0	1	3	ПК-1
9 Обработка результатов измерений, получаемых на цифровых приборах. Построение и обработка графиков и семейств кривых. Публикация результатов	2	2	5	9	ПК-1

Согласована на портале № 12629

в отчетах, статьях и докладах.					
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
2 семестр			
1 Виды моделей. Понятие математической модели. Математические модели и алгоритмы. Виды математических моделей. Примеры математических моделей.	Натурные, физические и математические модели. Основные виды математических моделей: выражения в виде функций с заданными параметрами (закон Ома в двух формах); уравнения, отражающие свойства моделируемого объекта (уравнения Кирхгофа); дифференциальные уравнения в обыкновенных и частных производных (уравнение Лапласа, телеграфные уравнения). Демонстрация моделей на примере программ Math-Cad.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Реализация математических моделей на конкретных примерах с помощью системы Math-Cad.	Математическая модель LCR - цепей в виде последовательного и параллельного колебательного нагруженного контура.Реализация программы для расчета частотных зависимостей амплитуд и фаз напряжений и токов, построение графиков их зависимости от частоты воздействующих гармонических колебаний. Сравнение с экспериментом.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Исследование характеристик электрических цепей с сосредоточенными при воздействии постоянного тока, при гармоническом и импульсном воздействии. Примеры программ.	Формулировка уравнений Кирхгофа как обобщение закона Ома и закона сохранения энергии. Элементы автоматизации составления системы уравнений с помощью матричного анализа. Пример программы и ее	2	ПК-1

Согласована на портале № 12629

	тестирование по критерию физической корректности. Сравнение с экспериментом.		
	Итого	2	
4 Исследование цепей с распределенными параметрами: цепочечные схемы, решение телеграфных уравнений.	Применение матриц для расчета параметров LCRG-цепочек. Моделирование протяженных каскадно соединенных LCRG-цепочек. Пример программы. Исследование таких соединений. Переход от системы уравнений Кирхгофа для цепочечных схем к телеграфным уравнениям. Метод их решения.	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Задачи расчета электрических полей численными методами.	Уравнения Лапласа и Пуассона для электрических полей микрополосковых и печатных структур. Основы численных методов решения уравнений. Метод сеток для решения задачи расчета потенциалов. Итерационный алгоритм. Реализация программы. Построение картины поля. Вычисление емкости.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Спектральный анализ и восстановление сигналов (ряды Фурье). Открытие В.А. Котельникова.	Ряды Фурье как великолепная идея аппроксимации периодических функций. Расчет коэффициентов ряда, понятие амплитудного и фазового спектров. Решение задачи аппроксимации периодических функций (на примере сигналов). Пример программы.	2	ПК-1
	Итого	2	
7 Применение матриц для моделирования.	Теория матриц и многополюсники. Ящик "Пандоры". Идея черного ящика. Входное воздействие и отклик на него. Системы параметров: матрицы проводимостей, сопротивлений, передачи. Решение матричных уравнений. Примеры программ.	2	ПК-1
	Итого	2	
8 Символьный анализ в приложении к решению задач из категории "вскрытие ящика Пандоры".	Идея символьного анализа. Инструменты символьного анализа и их реализация на Math-Cad. Примеры преобразований при решении систем линейных уравнений, матричных уравнений.	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Обработка результатов	Загрузка и выбор исходных массивов	2	ПК-1

Согласована на портале № 12629

измерений, получаемых на цифровых приборах. Построение и обработка графиков и семейств кривых. Публикация результатов в отчетах, статьях и докладах.	результатов измерений. Выбор типа графика, систем координат, масштабирование. Обработка результатов измерений. Совмещение расчетных и экспериментальных кривых. Подрисуночные подписи. Нанесение поясняющих вложений. Соблюдение правила: "Рисунок живет самостоятельной жизнью".		
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Введение в профессию	+								
2 Инженерная и компьютерная графика									+
3 Иностранный язык		+							
4 Информатика							+	+	
5 Математика	+	+					+	+	+
6 Физика	+				+				
Последующие дисциплины									
1 Интегральные устройства радиоэлектроники			+	+	+	+			
2 Метрология и технические измерения									+
3 Основы проектирования микроволновых устройств				+	+				
4 Основы радиоэлектроники			+	+	+	+	+		
5 Радиотехнические системы						+			

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Согласована на портале № 12629

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	Конспект самоподготовки, Расчетная работа, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
2 семестр			
1 Виды моделей. Понятие математической модели. Математические модели и алгоритмы. Виды математических моделей. Примеры математических моделей.	Оформить материал лекции №1 в виде краткой статьи, содержащей название, аннотацию, ключевые слова, разделы: вводные определения; виды математических моделей; процедура перехода от модели к алгоритму; пример построения алгоритма; описание программы, реализующей решение задачи моделирования.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Реализация математических моделей на конкретных примерах с помощью системы Math-Cad.	Построить математическую модель LCR - цепей в виде последовательного и параллельного колебательного нагруженного контура. Разработать алгоритм и программу на основе математической модели. Рассчитать	2	ПК-1

Согласована на портале № 12629

	частотные зависимости амплитуд и фаз напряжений и токов, построить графики их зависимости от частоты воздействующих гармонических колебаний. Исследовать зависимость частотных характеристик от параметров цепей (минимум при 2-х значениях).		
	Итого	2	
3 Исследование характеристик электрических цепей с сосредоточенными при воздействии постоянного тока, при гармоническом и импульсном воздействии. Примеры программ.	Используя программу, разработанную на 2-ой работе, исследовать зависимость частотных характеристик от параметров цепей (минимум при 2-х значениях). Построить графики, отражающие зависимость частотных характеристик от параметров цепей.	2	ПК-1
	Разработать математическую модель в виде уравнений Кирхгофа как результат обобщения закона Ома и закона сохранения энергии для заданной простой цепи. Составить на Math-Cad программу для решения полученной системы уравнений. Тестировать программу по критерию физической корректности.	2	
	Итого	4	
4 Исследование цепей с распределенными параметрами: цепочечные схемы, решение телеграфных уравнений.	Записать матрицу для расчета параметров LCRG-цепочки. Выполнить перемножение n одинаковых матриц численно и в символьном виде. Провести расчет частотных характеристик цепочки из n звеньев. Оформить результаты в виде статьи или отчета.	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Задачи расчета электрических полей численными методами.	Составить конечно-разностную схему для расчета методом сеток электрического поля металлической полоски в прямоугольном экране. Составить программу для вычисления распределения потенциалов в структуре методом итераций. Построить картину электрического поля.	2	ПК-1
	На основе данных, полученных на предыдущей работы, составить алгоритм вычисления заряда на металлической полоске. Составить программу для вычисления интегрального параметра электрического поля - емкости	2	

Согласована на портале № 12629

	металлической полоски в прямоугольном экране. Исследовать зависимость емкости от конструктивных параметров и параметров диэлектрика. .		
	Итого	4	
9 Обработка результатов измерений, получаемых на цифровых приборах. Построение и обработка графиков и семейств кривых. Публикация результатов в отчетах, статьях и докладах.	Загрузить и выбрать исходные массивы результатов измерений (предлагается преподавателем). Выбрать тип графика, систему координат, масштаб. Построить графики. Совместить расчетные и экспериментальные кривые. Выполнить подрисуночные подписи. Нанести поясняющие вложения. Докажите, что правило "Рисунок живет самостоятельной жизнью" выполнено.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые	Формы контроля
2 семестр				
1 Виды моделей. Понятие математической модели. Математические модели и алгоритмы. Виды математических моделей. Примеры математических моделей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Реализация математических моделей на конкретных примерах с помощью системы Math-Cad.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		

Согласована на портале № 12629

3 Исследование характеристик электрических цепей с сосредоточенными при воздействии постоянного тока, при гармоническом и импульсном воздействии. Примеры программ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
4 Исследование цепей с распределенными параметрами: цепочечные схемы, решение телеграфных уравнений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
5 Задачи расчета электрических полей численными методами.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике, Расчетная работа
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
6 Спектральный анализ и восстановление сигналов (ряды Фурье). Открытие В.А. Котельникова.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Итого	4		
7 Применение матриц для моделирования.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
8 Символьный анализ в приложении к решению задач из категории "вскрытие ящика Пандоры".	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Итого	1		
9 Обработка результатов измерений, получаемых на цифровых приборах. Построение и обработка графиков и семейств кривых. Публикация результатов в отчетах, статьях и докладах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

Согласована на портале № 12629

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Конспект самоподготовки	5	5	10	20
Отчет по практике	20	20	20	60
Расчетная работа		10	10	20
Итого максимум за период	25	35	40	100
Нарастающим итогом	25	60	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 176 с. [Электронный ресурс] -

Согласована на портале № 12629

Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1962, дата обращения: 04.02.2017.

2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 2: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1964, дата обращения: 04.02.2017.

3. Начальные сведения о MathCAD: Учебное пособие для студентов технических вузов / Ноздреватых Д. О. - 2016. 215 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6336, дата обращения: 04.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Головков А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств : учебник / А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. - СПб. ; М. ; Нижний Новгород : ПИТЕР, 2015. - 208 с. : рис., табл. - (Учебник для вузов). (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Применение системы автоматизации научно-технических расчетов MathCAD при проектировании РЭС: Методические указания к лабораторной работе по "Информатике" для студентов очного и заочного обучения специальностей 211000.62 и 162107.65 / Кобрин Ю. П. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2396, дата обращения: 04.02.2017.

2. Математическое моделирование: Методические указания по выполнению самостоятельной работы / Малютин Н. Д. - 2017. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6700, дата обращения: 04.02.2017.

3. Компьютерные технологии в науке и производстве в области электронной техники: Методические рекомендации к практическим занятиям / Медведев Д. С. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/580, дата обращения: 04.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Курсы и материалы по системе Mathcad. Режим доступа http://pts-russia.com/products/mathcad/learning-and-download.html

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 32, оборудованная компьютером, экраном и проектором для показа в интерактивном виде работы по программированию, презентаций и фильмов со звуком. Необходима доска и возможность параллельной работы с ноутбуком преподавателя.

Согласована на портале № 12629

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (лабораторных) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Ленина,40. Состав оборудования: учебная мебель; доска магнитно-маркерная -1 шт.; коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8 ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; Math_Cad. Экран и проектор для демонстрации слайдов.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 4 этаж, ауд. 425. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1eron D336 2.8 ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Изучение дисциплины идет параллельно с изучением разделов математики и физики. Это создает возможность повышения уровня мотивации студентов к изучению смежных дисциплин и открывает им возможность и необходимость применения знаний из области математики, физики и других дисциплин, предшествующих и последующих, для решения задач моделирования элементов радиоэлектроники.

В организации изучения дисциплины встраивается демонстрация экспериментов по измерению параметров моделируемых элементов на современных цифровых измерительных приборах с передачей данных студентам для выполнения заданий по курсу.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 12629

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12629

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Математическое моделирование

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- профессор каф. КУДР Малютин Н. Д.

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12629

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования	Должен знать Методики построения математических моделей элементов электронно-вычислительных средств на основе знаний математики и физики, разработки на их основе алгоритмов и программ с применением пакетов математического моделирования.; Должен уметь Разрабатывать программы математического моделирования элементов электронно-вычисленных средств в системе Math-Cad, исследовать характеристики моделируемых объектов и оценивать пределы применимости их моделей. ; Должен владеть Навыками сравнения результатов численных экспериментов с помощью разрабатываемых программ с экспериментальными результатами и оценивать пределы применимости результатов расчетов. ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 12629

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Этап 1. Овладеть знаниями, позволяющими сформулировать и записать математические соотношения, представляющие математическую модель объекта из области радиоэлектроники. Представить алгоритм расчетов с применением выбранной математической модели. Записать программу в системе Math-Cad с подробными комментариями, рисунками, графиками. Этап 2. Овладение знаниями анализа математических моделей и построения алгоритмов для осуществления в последующем программ для проведения численных экспериментов с целью исследования характеристик моделируемых объектов. Этап 3. Овладение знаниями определения достоверности математического моделирования по критерию сравнения с экспериментальными данными. Методы корректировки (оптимизации) моделей. Этап 3.	Этап 1. Уметь по заданной или самостоятельно разработанной математической модели решать задачу составления алгоритма и компиляции программы в системе Math-Cad. Этап 2. Уметь разрабатывать программы для проведения численных экспериментов по исследованию характеристик моделируемых объектов. Уметь представлять результаты исследований в графической и иных формах демонстрации материалов исследований. Этап 3. Уметь проводить оценку достоверности моделей, уметь вносить коррективы в модели.	Этап 1. Владеть навыками математического моделирования с целью получения заданных характеристик моделируемого объекта с линейными свойствами. Этап 2. Владеть навыками оформления результатов вычислений в виде статьи и отчета. Этап 3. Владеть навыками внесения данных эксперимента для анаализа точности моделирования.
Виды занятий	• Практические	• Практические	• Самостоятельная

Согласована на портале № 12629

	занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	работа;
Используемые средства оценивания	• Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Зачет;	• Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практике; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Этап 1. Классификация видов моделей. Примеры математических моделей: LCRG цепей; сигналов.; • Этап 2. Анализ математических моделей и построение алгоритмов для осуществления в последующем программ для проведения численных экспериментов с целью исследования характеристик моделируемых объектов.; • Этап 3. Методы исследования достоверности математических моделей и определение границ их применимости.;	• Этап 3. Уметь проводить вычисления путем варьирования данных для исследования достоверности математических моделей и определение границ их применимости. ; • Этап 2. Уметь проводить анализ математических моделей на соответствие физическим законам (закон сохранения энергии и др.), используя результаты вычислений и данные литературы. ; • Этап 1. Уметь сформулировать и записать математические соотношения, представляющие математическую модель объекта из области радиоэлектроники. Представить алгоритм расчетов с применением выбранной математической модели. Записать программу в системе Math-Cad с подробными комментариями,	• Этап 1. Навыками математических преобразований моделей в форме, пригодной для разработки программ на множествах задаваемых параметров. ; • Этап 2. Навыками применения универсальных физических законов в оценке получаемых результатов. ; • Этап 3. Навыками работы с варьируемыми исходными данными и данными вычислений. Навыками оформления результатов в виде статьи.;

Согласована на портале № 12629

		рисунками, графиками. ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Этап 1. Классификация видов моделей.; • Этап 2. Построение алгоритма и написание и отладка программы для проведения численных экспериментов с целью исследования характеристик моделируемых объектов.; • Этап 3. Метод определения пределов расхождения расчетных и экспериментальных данных, констатирование точности моделирования. ;	• Этап 1. Умение воспроизвести математическую модель, реализовать ее в системе Math-Cad.; • Этап 2. Умение проводить расчеты характеристик объекта по задаваемым требованиям.; • Этап 3. Умение сопоставить заданные критерии достоверности с данными расчета и эксперимента.;	• Этап 1. Навыками разработки программы в системе Math-Cad по заданной исходной математической модели и разработанному алгоритму. ; • Этап 2. Навыками проводить расчеты характеристик объекта по задаваемым требованиям. ; • Этап 3. Навыками сравнения расчетных и экспериментальных данных. Навыками оформления результатов в виде статьи или отчета.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Этап 1. Понятие математической модели на простом примере.; • Этап 2. Выполнение расчетов с помощью программы для проведения численных экспериментов, получение заданных характеристик моделируемых объектов.; • Этап 3. Сравнение данных эксперимента и численного моделирование. ;	• Этап 1. Уметь пояснить предложенную математическую модель и программу Math-Cad. ; • Этап 2. Уметь провести вычисления по ранее разработанной программе. ; • Этап 3. Умение сопоставить данные расчета и эксперимента. ;	• Этап 1. Навыками разработки программ в системе Math-Cad по заданным алгоритмам и моделям. ; • Этап 2. Навыками Уметь проводить вычисления по ранее разработанной программе и сохранять данные для сопоставления вариантов. ; • Этап 3. Навыками оформления результатов вычислений в виде отчета. ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Изучить способы описания алгоритмов вычислений, разработанных на основе моделей радиоэлектронных элементов. Разработать алгоритм расчета частотных характеристик LCRG электрических цепей.

– 2. Изучить интерфейс и методику работы с системой математического моделирования Math-Cad.

– 3. Освоить технику оформления программ в системе Math-Cad, содержащих рисунки,

Согласована на портале № 12629

формулы и комментарии в виде поясняющих вставок. Изучить опции графических средств отображения результатов расчетов.

– 4. Изучить пример оформления лабораторных (практических) работ в виде статьи и в виде отчета, содержащих необходимые разделы. Разработать свой шаблон статьи и отчета по примеру.

– 5. Изучить и применить на практике способы экспорта и записи данных. Экспорт экспериментальных данных, особенности их отображения при несовпадении масштабов данных по времени или по частоте.

– 6. Изучить методику верификации программ, опираясь на критерии достоверности исходя из фундаментальных законов физики, эксперимента.

3.2 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– 1. Оформить материал лекции №1 в виде краткой статьи, содержащей название, аннотацию, ключевые слова, разделы: вводные определения; виды математических моделей; процедура перехода от модели к алгоритму; пример построения алгоритма; описание программы, реализующей решение задачи моделирования.

– 2. Построить математическую модель LCR - цепей в виде последовательного и параллельного колебательного нагруженного контура. Разработать алгоритм и программу на основе математической модели. Рассчитать частотные зависимости амплитуд и фаз напряжений и токов, построить графики их зависимости от частоты воздействующих гармонических колебаний. Исследовать зависимость частотных характеристик от параметров цепей (минимум при 2-х значениях).

– 3. Используя программу, разработанную на 2-ой работе, исследовать зависимость частотных характеристик от параметров цепей (минимум при 2-х значениях). Построить графики, отражающие зависимость частотных характеристик от параметров цепей.

– 4. Разработать математическую модель в виде уравнений Кирхгофа как результат обобщения закона Ома и закона сохранения энергии для заданной простой цепи. Составить на Math-Cad программу для решения полученной системы уравнений. Тестировать программу по критерию физической корректности.

– 5. Записать матрицу для расчета параметров LCRG-цепочки. Выполнить перемножение n одинаковых матриц численно и в символьном виде. Провести расчет частотных характеристик цепочки из n звеньев. Оформить результаты в виде статьи или отчета.

– 6. Составить конечно-разностную схему для расчета методом сеток электрического поля металлической полоски в прямоугольном экране. Составить программу для вычисления распределения потенциалов в структуре методом итераций. Построить картину электрического поля.

– 7. На основе данных, полученных на предыдущей работы, составить алгоритм вычисления заряда на металлической полоске. Составить программу для вычисления интегрального параметра электрического поля - емкости металлической полоски в прямоугольном экране. Исследовать зависимость емкости от конструктивных параметров и параметров диэлектрика.

– 8. Загрузить и выбрать исходные массивы результатов измерений (предлагается преподавателем). Выбрать тип графика, систему координат, масштаб. Построить графики. Совместить расчетные и экспериментальные кривые. Выполнить подрисуночные подписи. Нанести поясняющие вложения. Докажите, что правило "Рисунок живет самостоятельной жизнью" выполнено.

3.3 Темы расчетных работ

– Рассчитать частотные зависимости амплитуд и фаз напряжений и токов LCRG цепей, построить графики их зависимости от частоты воздействующих гармонических колебаний. Выполнить расчет зависимости частотных характеристик от параметров цепей.

3.4 Зачёт

– 1. Материал лекции №1 в виде краткой статьи, содержащей название, аннотацию, ключевые слова, разделы: вводные определения; виды математических моделей; процедура

Согласована на портале № 12629

перехода от модели к алгоритму; пример построения алгоритма; описание программы, реализующей решение задачи моделирования.

– 2. Статья (отчет), содержащая математическую модель LCR - цепей в виде последовательного и параллельного колебательного нагруженного контура, алгоритм и программу на основе математической модели. Рассчитанные частотные зависимости амплитуд и фаз напряжений и токов, графики их зависимости от частоты воздействующих гармонических колебаний.

– 3. Отчет об исследовании зависимости частотных характеристик от параметров цепей (минимум при 2-х значениях), содержащий графики, отражающие зависимость частотных характеристик от параметров цепей.

– 4. Математическая модель в виде уравнений Кирхгофа как результат обобщения закона Ома и закона сохранения энергии для заданной простой цепи. Math-Cad программа для решения полученной системы уравнений. Результаты тестирования программы по критерию физической корректности.

– 5. Матрица для расчета параметров LCRG-цепочки. Аналитические и численные результаты перемножения n одинаковых матриц. Результаты расчета частотных характеристик цепочки из n звеньев. Статья или отчет.

– 6. Конечно-разностная схема для расчета методом сеток электрического поля металлической полоски в прямоугольном экране. Программа для вычисления распределения потенциалов в структуре методом итераций. Картина электрического поля.

– 7. Алгоритм вычисления заряда на металлической полоске. Программа для вычисления интегрального параметра электрического поля - емкости металлической полоски в прямоугольном экране. Результаты исследования зависимости емкости от конструктивных параметров и параметров диэлектрика.

– 8. Программа, иллюстрирующая загрузку и выборку исходных массивов результатов измерений (предлагается преподавателем). Графики, совмещающие расчетные и экспериментальные кривые. Доказательство того, что выполняется правило "Рисунок живет самостоятельной жизнью".

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 176 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1962, свободный.

2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 2: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1964, свободный.

3. Начальные сведения о MathCAD: Учебное пособие для студентов технических вузов / Ноздреватых Д. О. - 2016. 215 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6336, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Головков А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств : учебник / А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. - СПб. ; М. ; Нижний Новгород : ПИТЕР, 2015. - 208 с. : рис., табл. - (Учебник для вузов). (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Применение системы автоматизации научно-технических расчетов MathCAD при проектировании РЭС: Методические указания к лабораторной работе по "Информатике" для

Согласована на портале № 12629

студентов очного и заочного обучения специальностей 211000.62 и 162107.65 / Кобрин Ю. П. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2396, свободный.

2. Математическое моделирование: Методические указания по выполнению самостоятельной работы / Малютин Н. Д. - 2017. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6700, свободный.

3. Компьютерные технологии в науке и производстве в области электронной техники: Методические рекомендации к практическим занятиям / Медведев Д. С. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/580, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Курсы и материалы по системе Mathcad. Режим доступа http://pts-russia.com/products/mathcad/learning-and-download.html

Согласована на портале № 12629