

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет приборостроения, информационных технологий и электроники

УТВЕРЖДАЮ
Декаан ФПИТЭ

В.Д.Кревчик
« 3. Р. » Март 2016г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.2.08 - «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств»

Направление подготовки: 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Профиль подготовки: «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Пенза, 2016

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств» является теоретическое освоение основных разделов теории компьютерного моделирования как основы современной методологии решения инженерных задач, возникающих при проектировании электронных средств.

Задачи дисциплины - обучение студентов проведению на математических моделях компьютерного анализа конструкций ЭС при решении задач обеспечения работоспособности и надёжности изделий электронной аппаратуры в условиях дестабилизирующих внешних воздействий.

2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла Б1.2 по направлению подготовки 11.03.03, реализуется на факультете приборостроения, информационных технологий и электроники (ФПИТЭ) Пензенского государственного университета кафедрой «Конструирование и производство радиоэлектронной аппаратуры» (КиПРА) в 4 семестре.

Изучение дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств» основано на предшествующих дисциплинах учебного плана:

- математический анализ и теория функции комплексного переменного Б1.1.06;
- физика Б.1.1.09;
- теоретические основы схемотехники электронных средств Б.1.1.16;
- информационные технологии конструирования электронных средств Б.1.1.13.

Освоение данной дисциплины необходимо для изучения следующих дисциплин:

- конструкторское проектирование радиэлектронных средств Б1.2.13.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-6	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате в использовании информационных, компьютерных и сетевых технологий	<p>Знать: физические модели динамики конструкций РЭС и модели исследования тепловых режимов РЭС на основе знания основных положений законов и методов естественных наук и математики</p> <p>Уметь: описывать физические процессы в конструкциях нестационарной электронной аппаратуры на основе знания основных законов и методов естественных наук и математики</p> <p>Владеть: навыками проведения исследования на имитационных моделях типовых конструкций РЭС с целью определения их динамических и тепловых характеристик, навыками анализа результатов и составления отчётов</p>

1	2	3
ПК-1	Способность моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты и процессы	Знать: основные эффективные численные методы моделирования и решения задач анализа и расчета характеристик конструкций РЭС при нестационарных внешних воздействиях
		Уметь: составлять геометрическую и расчетную модель сложной конструкции РЭС, применяя современные программные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей
		Владеть: навыками работы с пакетами прикладных программ моделирования и оптимизации параметров конструкций РЭС

4. Структура и содержание дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных дисциплины, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа					Собеседование (по л.р.)	Коллоквиум (тест по теории)	Проверка тестов	Проверка контр. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	Курсовая работа (проект)	Другое
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к зачёту/экзаменам								
1	Раздел 1. Основные принципы компьютерного (математического) моделирования РЭС	4	1-2	2	2		5	5					1-2						
2	Раздел 2. Общая классификация моделей и методов математического моделирования в технике	4	3-4	2	2		10	4	6				3-4			3			
3	Раздел 3. Анализ физических полей РЭС и моделей их исследования	4	5-6	8	2	6	14	8	6			6	5-6			5-6			
4	Раздел 4. Модели определения динамических характеристик элементов конструкций РЭС	4	7-10	14	4	10	22	16	6			10	7-10			8-10			
5	Раздел 5. Тепловые режимы РЭС и методы их исследования	4	11-12	8	2	6	8	6		2		12	11-12					11-12	

6	Раздел 6. Тепловые модели РЭС и примеры моделирования тепловых процессов	4	13-16	14	4	10	14	12		2		16	13-16					13-16		
7	Раздел 7. Тепловые схемы	4	17-18	6	2	4	3	1	2				17							
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																			
	<i>Подготовка к зачёту</i>																			
	<i>Подготовка к экзамену</i>						14				14									
	<i>Общая трудоёмкость, в часах: 144</i>											Промежуточная аттестация								
												Форма				Семестр				
					54	18	36	90	52	20	4	14	Зачёт				-			
													Экзамен				4			

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Предмет и задачи курса	Общая характеристика компьютерного (математического) моделирования (ММ), как нового средства исследования. Основные аспекты математического моделирования.
2	Компьютерное (математическое) моделирование	Основные характерные черты моделирования в технике. Математический маятник как пример простейшей модели. Аспекты проверки адекватности модели. Сущность моделирования. Примеры построения моделей. Общие определения моделей, банка методов моделирования, геометрической модели, математической модели объекта.
3	Моделирование в проектировании РЭС	Определение моделей в проектировании РЭС. Общая классификация моделей и методов моделирования. Классификация расчётных моделей. Аналитические расчётные модели. Структурные модели.
4	Анализ физических полей РЭС	Общие положения. Математические методы исследования линейных задач: основные уравнения математической физики. Постановка краевых задач. Основные методы решения краевых задач в конструкторском проектировании РЭС.
5	Модели определения динамических характеристик элементов конструкций РЭС	Физические модели в проектировании РЭС. Модели стержневых элементов при продольных и изгибных колебаниях стержней. Начальные и граничные условия. Модели пластинчатых конструкций при изгибных колебаниях: построение математических соотношений; конструирование функций; граничные условия; вывод формул собственных частот колебаний опертой пластины.
6	Тепловые модели в проектировании РЭС	Тепловые режимы ЭС. Способы обеспечения нормального теплового режима аппарата. Понятие о нагретой зоне аппарата; группы зон. Суть исследования тепловых режимов ЭС. Тепловые модели. Тепловые коэффициенты и тепловые сопротивления. Способы переноса тепла. Тепловые схемы системы тел. Простейшие тепловые модели. Примеры моделирования тепловых процессов.
7	Заключение	Место и роль математического моделирования в процессе проектирования электронных средств.

4.4 . Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Раздел учебной дисциплины	Объем в часах
1	Исследования стержневых элементов конструкций РЭС при продольных колебаниях стержней	3,4	4
2.	Исследования стержневых элементов конструкций РЭС при изгибных колебаниях стержней	3,4	4
3.	Исследования пластинчатых конструкций РЭС при изгибных колебаниях пластин	3,4	8
4.	Исследования температурных полей блоков электронной аппаратуры	5,6	20
.			
Итого			36

4.5. Практические занятия - не предусмотрены

5. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств» используются различные образовательные технологии: аудиторные занятия проводятся в виде лекций (18 часов); лабораторные занятия (36 часов) проводятся в компьютерном классе кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры» с использованием пакетов прикладных программ моделирования; для каждой из лабораторных работ выдаются индивидуальные задания. Текущий контроль успеваемости с использованием индивидуальных карточек теоретического экспресс-опроса проводится два раза в семестр. Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ недели	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1-2	Раздел 1. Основные принципы компьютерного моделирования	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным)	Изучить значение проблемы и предмет исследования дисциплины. Знать основные аспекты компьютерного (математического) моделирования	[1,с.6-10], [2,с.20-33]	5
		Подготовка к коллоквиуму			
3-4	Раздел 2. Общая классификация моделей и методов математического моделирования в технике	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным)	Изучить и знать классификацию математических моделей. Изучить и знать принципы построения расчётных моделей основных элементов конструкций РЭС.	[1,с.8-15], [2,с.35-47],	10
		Подготовка к тестированию по теории и написанию реферата			
5-6	Раздел 3. Анализ физических полей РЭС и моделей их исследования	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	Изучить математически методы исследования линейных задач. Изучить и знать способы постановки краевых задач. Примеры постановки задач по расчёту элементов конструкции РЭС. Изучить и знать методы решения краевых задач (метод Гаусса, метод Зейделя)	[1,с.20-25], [2,с.25-30], [3,с.27-38],	14
		Подготовка к зачёту по лаб. работам			
		Подготовка к коллоквиуму и написанию реферата			
7-10	Раздел 4. Модели определения динамических характеристик элементов конструкций РЭС	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	Изучить и знать модели стержневых элементов конструкций РЭС при продольных и изгибных колебаниях стержней. Изучить и знать модели пластинчатых элементов конструкций РЭС при изгибных колебаниях пластин. Уметь проводить вычислительные эксперименты с названными моделями, обрабатывать и правильно интерпретировать результаты экспериментов.	[1,с.20-40], [6,с.674-690], [2,с.77-99],	22
		Подготовка к тестированию по теории и написанию реферата			
		Подготовка к лаб. работам , к зачёту			

11-12	Раздел 5. Тепловые режимы РЭС и методы их исследования.	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	Изучить и знать тепловые режимы электронных средств. Изучить и знать методы исследования тепловых режимов сложных узлов и блоков РЭС. Понять суть исследования тепловых режимов РЭС.	[2,с.5-21], [4,с.45-97],	8
		Подготовка к тестированию по теории и написанию курсовой работы			
		Подготовка к лаб. работам			
13-16	Раздел 6. Тепловые модели РЭС и моделирование тепловых процессов	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	Изучить и знать способы переноса тепла, тепловые коэффициенты и тепловые сопротивления. Знать способы построения простейших тепловых моделей. Изучить примеры моделирования тепловых процессов на этих моделях.	[4,с.11-19], [4,с.27-35], [2,с.42-45],	14
		Подготовка к тестированию по теории и написанию курсовой работы			
		Подготовка к лаб. работам			
17-18	Раздел 7. Тепловые схемы системы тел.	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	Изучить и знать способы построения тепловых схем системы тел. Изучить примеры моделирования тепловых процессов на сложных моделях (для системы тел).	[4,с.72-91], [2,с.100-111]	3
		Подготовка к тестированию по теории и написанию реферата			
Подготовка к экзамену			Повторить и изучить разделы 1-7	[1-4], [5-6]	

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным): необходимо пользоваться конспектом лекций и соответствующими методическими материалами по теме занятий. При выполнении предварительного расчёта необходимо пользоваться описанием соответствующей лабораторной работы. При оформлении отчёта по лабораторной работе необходимо включить в него титульный лист, предварительный расчёт, таблицу с результатами обработки данным и выводы по работе в соответствии с примером оформления соответствующей лабораторной работы. При подготовке к тесту по теории, зачёту, коллоквиуму необходимо изучить все темы по списку контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проверка тестов по теории	Раздел 1. Основные принципы компьютерного моделирования при конструировании РЭС	ОПК-6 ПК-1
2	Зачет		
3	Проверка тестов по теории	Раздел 2. Классификация моделей и методов математического моделирования	ОПК-6 ПК-1
4	Зачет		
5	Проверка тестов по теории	Раздел 3. Анализ физических полей РЭС и моделей их исследования	ОПК-6 ПК-1
6	Проверка отчётов по лаб. работам и их защита		
7	Зачёт		
8	Проверка тестов по теории	Раздел 4. Модели определения динамических характеристик элементов конструкций РЭС	ОПК-6 ПК-1
9	Зачёт		
10	Проверка отчётов по лаб. работам и их защита		
11	Проверка тестов по теории	Раздел 5. Тепловые режимы РЭС и методы их исследования	ОПК-6 ПК-1
12	Зачёт		
13	Проверка отчётов по лаб. работам и их защита		
14	Проверка тестов по теории	Раздел 6. Тепловые модели РЭС и примеры моделирования тепловых процессов	ОПК-6 ПК-1
15	Проверка отчётов по лаб. работам и их защита		
16	Зачёт		
17	Проверка отчётов по лаб. работам и их защита	Раздел 7. Тепловые схемы системы тел	ОПК-6 ПК-1
18	Проверка тестов по теории		
19	Зачёт	Разделы 1-7	ОПК-6, ПК-1

Вопросы для собеседования

При проверке отчётов по лабораторным работам и их защите проверяется наличие всех необходимых разделов отчёта и правильность их оформления в соответствии с примером оформления. Перечень вопросов для защиты приводится в методических указаниях к соответствующей лабораторной работе.

Индивидуальное собеседование (консультация) – форма активной учебной работы, предполагающая заинтересованность обучающегося в теме беседы и умение преподавателя во время сравнительно короткого диалога, во-первых, создать настрой доверительного разговора, а во-вторых, составить достаточно точное представление о сильных и слабых сторонах подготовленности обучающегося по обсуждаемой теме. В отличие от контрольных форм (экзамена, зачёта) индивидуальное собеседование нацелено не на промежуточную или итоговую оценку знаний, а на советы (рекомендации) преподавателя относительно последующего пополнения знаний, устранение в них «белых пятен», провалов, «наезженной колеи» (стереотипов, штампов), обновления ряда принципиальных положений, придания знаниям большей гибкости и строгости.

Вопросы коллоквиума (теста по теории) для проведения текущего контроля

1. Основные аспекты математического моделирования (ММ) как средства исследования. Особенность ММ.
2. Основные черты моделирования: процесс выделения задачи, поддающейся математическому анализу; выявление основных особенностей явления – существенных факторов; перевод этих факторов на язык формул и постулирование соотношений между величинами.
3. Простейшая колебательная система (маятник) и ее модель (построение модели).
4. Адекватность модели. Вопросы проверки.
5. Сущность моделирования. Примеры моделей. Определения.
6. Определение моделей в проектировании РЭС. Общая классификация моделей и методов моделирования.
7. Классификация расчетных моделей (определение, виды, структурная схема).
8. Аналитические расчетные модели, структурные модели.
9. Анализ физических моделей РЭС – общие положения.
10. Математические методы исследования линейных задач – основные уравнения математической физики.
11. Постановка краевых задач. Корректность задач. Методы решения краевых задач в конструкторских расчетах.
12. Метод конечных разностей.
13. Физические модели динамики конструкций РЭС – общий подход.
14. Продольные колебания стержневых элементов: модель стержня с закрепленным и свободным концом; модель стержня с закрепленными концами.
15. Модель изгибных колебаний стержней, граничные условия.
16. Вывод значения частоты изгибных колебаний прямоугольного стержня и стержня, по центру которого нанесен удар.
17. Изгибные колебания пластинчатых элементов: гипотезы и допущения; построение математической модели.
18. Изгибные колебания пластин: граничные условия, построение расчетной схемы, получение частоты собственных колебаний.
19. Источники тепла в электронной аппаратуре; тепловой режим аппарата и отдельного элемента.
20. Обеспечение нормального теплового режима: способы, меры, обоснования.
21. Нагретая зона аппарата: определения, типы зон.
22. Тепловые модели РЭС, группы моделей.
23. Кондуктивный перенос тепла, закон Фурье, вывод значения теплового коэффициента.

24. Конвективный перенос тепла и перенос тепла излучением, тепловые коэффициенты.
25. Тепловые схемы системы тел, тепловые сопротивления.
26. Простейшие тепловые схемы.
27. Моделирование теплового процесса резистора без изоляции.
28. Моделирование теплового процесса резистора с изоляцией.
29. Модель полупроводникового прибора на радиаторе.
30. Модель платы с заливкой.

Примерный перечень вопросов для контроля самостоятельной работы:

1. Какие виды расчетов можно выполнить в пакете MATCAD?
2. Опишите основные панели рабочих инструментов пакета MATCAD и порядок их использования.
3. Какие виды расчетов можно выполнить в пакете Stergni, Replat и Vuplat ?
4. Опишите общие свойства и различия пакетов Replat и Vuplat.
5. Какие виды расчетов можно выполнить в пакете Teplo ?
6. Как влияет размер шага сетки на погрешность решения задачи при расчете методом конечных разностей?
7. Опишите основные свойства прямых и итерационных методов решения систем уравнений, используемых при расчетах, выполняемых методом конечных разностей.
8. Каким образом в конечно – разностной модели связано количество дискретных элементов с числом узлов сетки и числом степеней свободы?
9. Чем принципиально отличается метод конечных элементов от метода конечных разностей?
10. Каким образом формируется дискретная модель в методе конечных элементов и в методе конечных разностей?
11. Для каких видов расчета характерна постановка задачи, описываемой дифференциальными уравнениями в частных производных эллиптического и гиперболического типа?
12. Каким образом оценивается предел прочности пластинчатых конструкций в пакете Replat? По каким критериям производится эта оценка?
13. Какой вид колебаний (вынужденные или свободные) позволяет рассчитать пакет Replat при частотном анализе? Ответ поясните.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств»

а) основная литература:

1. Токарев М.Ф. Механические воздействия и защита РЭА / М.Ф.Токарев, Е.Н.Галицкий, В.А.Фролов. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с. – 127 экз.
2. Тартаковский А.М. Краевые задачи в конструировании радиоэлектронной аппаратуры. – Изд-во Саратовского ун-та, 1984. – 132 с. – 48 экз.
3. Каленкович Н.И. Механические воздействия и защита РЭС: Учебн.пособие для вузов / Н.И.Каленкович, Е.П.Фастовец, Ю.В.Шамгин. – Мн.: Высшая школа, 1989. – 244 с. – 20 экз.
4. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : Учебн. для вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с. – 145 экз.

б) дополнительная литература:

5. Галицкий Е.Н. защита электронных средств от механических воздействий : Учеб.пособие / Владим.гос.ун-т. Владимир, 2001. – 256 с. – Электронный вид. Сайт Владимирского гос.ун-та
6. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – М.: Физматгиз, 1962. – 772 с. – 15 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Лицензионный пакет моделирования и расчетов – MATCAD.
2. Пакет математического моделирования динамики стержневых элементов конструкций ЭС – Stergni: (кафедра КиПРА, ПГУ).
3. Пакеты математического моделирования динамики пластинчатых конструкций ЭС – Replat, Vuplat (кафедра КиПРА, ПГУ).
4. Пакет математического моделирования тепловых процессов в конструкциях ЭС – Тепло (кафедра КиПРА, ПГУ).

г) методические материалы по проведению лабораторных и практических занятий:

1. Исследование механических и тепловых процессов конструкций РЭА: Методические указания к лабораторным работам / Сост. А.М.Тартаковский, В.Ф.Селиванов. – Пенза: Пенз. политехн.ин-т, 1993. – 38 с.
2. Анализ тепловых режимов и резонансных характеристик элементов конструкций РЭА: Методические указания к решению задач / Сост. А.М.Тартаковский, Е.Г.Гридина, В.Ф.Селиванов. – Пенза: Пенз. политехн.ин-т, 1991. – 33 с.


8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств»

- технические средства специализированной лаборатории (кафедра КиПРА, ауд.3-309),
- вычислительная техника компьютерного класса (кафедра КиПРА, ауд. 3-313)
- видеопроектор.

Рабочая программа дисциплины «Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных средств» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ОПОП по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» .

Программу составили:

1. Доцент каф. КиПРА,
к.т.н., доцент


(подпись) _____ Таньков Г.В.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры – разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры КиПРА

Протокол № 3

от « 21 » марта 2016 года

Зав. кафедрой КиПРА
д.т.н., профессор



(подпись) _____ Юрков Н.К.

Программа одобрена методической комиссией ФПИТЭ

Протокол № 6

от « 25 » марта 2016 года

Председатель методической комиссии ФПИТЭ


(подпись) _____ Задера А.В.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год
и регистрации изменений**

Учеб- ный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав.кафедрой.)	Внесённые изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннули- рованных
2016/17					

Примечание – Тексты изменений прилагаются.