

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 » 20 19 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль/программа подготовки Высокие технологии в проектировании и производстве электронных средств

Уровень высшего образования Магистратура

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
2	3 / 108	18	18	-	72	Зачет
Итого	3 / 108	18	18	-	72	Зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов разработки, структурной и параметрической идентификации математических моделей физических и технологических процессов, определяющих качество электронных средств и приборов

Задачи:

- формирование представлений о методиках разработки высоких технологий в электронике, обеспечивающих качество электронных средств;
- получения знаний о различных математических моделях, используемых при разработке и производстве электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к базовой части учебных дисциплин основной профессиональной образовательной программы высшего образования, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств.

Пререквизиты дисциплины: «Планирование экспериментов и обработка результатов измерений», «Информационные технологии в проектировании электронных средств».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-2	Частичный	<p><i>Знать:</i> современные методы разработки и идентификации математических моделей в своей предметной области</p> <p><i>Уметь:</i> оформлять, наглядно представлять и аргументированно защищать результаты работ по моделированию физических и технологических процессов в области электроники;</p> <p><i>Владеть:</i> навыками проведения экспериментальных исследований в своей предметной области;</p>
ПК-1	Частичный	<p><i>Знать:</i> основные тенденции и перспективы развития электронных средств и технологических процессов;</p> <p><i>Уметь</i> самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана реализации исследования, выбор методов исследования и обработки результатов;</p> <p><i>Владеть:</i> методикой и программными средствами сбора и обработки результатов.</p>
ПК-2	Частичный	<p><i>Знать:</i> современные методы решения задач идентификации математических моделей с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию;</p> <p><i>Уметь:</i> выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ</p> <p><i>Владеть:</i> программными средствами для моделирования объектов и процессов с целью анализа их параметров</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы,	СРС		
1	Проблемы сквозного моделирования	2	1 -	2		2			8	1/25	
2	Формально-статистический подход к разработке моделей	2	3 -	2		2			8	2/50	
3	Причинно-физический подход к разработке моделей	2	5 -	2		2			8	2/50	Рейтинг контроль №1
4	Модели колебаний конструкций электронных средств	2	7 -	2		2			8	1/25	
5	Модели иерархических уровней проектирования ЭС	2	9 -	2		2			8	1/25	
6	Синтез регрессионных моделей	2	11 -	2		2			8	1/25	Рейтинг контроль №2
7	Методы структурного синтеза задач проектирования ЭС	2	13 -	2		2			8	2/50	
8	Численные методы анализа полей конструкций ЭС	2	15 -	2		2			8	2/50	
9	Структурная и параметрическая идентификация моделей	2	17 -	2		2			8	2/50	Рейтинг контроль №3
Всего за 2 семестр						18			72	14/38.9	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР											-
Итого						18			72	14/38.9	Зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Проблемы сквозного моделирования

Понятие моделирования. Способы представления моделей. Состав процесса моделирования. Разновидности моделей. Математический аппарат. Смежные моделированию дисциплины.

Тема 2. Формально-статистический подход к разработке моделей

Разработка моделей с использованием экспериментальных данных. Статическое моделирование. Аппроксимация данных. Полиномы. Понятие пассивного и активного эксперимента.

Тема 3. Причинно-физический подход к разработке моделей

Классический подход к разработке математических моделей электронных средств. Физические процессы. Физические явления в электронных средствах и их математические модели.

Тема 4. Модели колебаний конструкций электронных средств

Вибрации как разновидность механических воздействий на конструкции ЭС. Гармонические колебания. Системы с сосредоточенными и распределенными параметрами. Уравнения движения. Способы решения.

Тема 5. Модели иерархических уровней проектирования ЭС

Ковариационный факторный анализ в задачах экспериментально-статистического исследования и моделирования конструкции ЭС. Оценка значимости качественных факторов. Многовариантный анализ и верификация проектных решений

Тема 6. Синтез регрессионных моделей

Синтез адекватных регрессионных моделей на базе активного эксперимента. Методология применения методов факторного эксперимента и композиционного планирования. Пассивный эксперимент.

Тема 7. Методы структурного синтеза в задачах проектирования ЭС

Современные средства программной реализации эвристических и переборных методов структурного синтеза. Опыт применения в задачах компоновки, размещения и трассировки.

Тема 8. Численные методы анализа полей в конструкциях ЭС

Численные методы анализа полей в конструкциях ЭС. Математическая постановка задачи (моделирование на микроуровне). Синтез начальных и краевых условий полевой задачи на базе технического задания. Обоснование выбора метода исследования. Метод конечных разностей и метод конечных элементов в задачах анализа полей. Сфера применения, преимущества и недостатки

Тема 9. Структурная и параметрическая идентификация моделей

Структурная и параметрическая идентификация моделей. Оптимальные алгоритмы идентификации. Обратные некорректные задачи. Примеры реализации при проектировании конструкций электронных средств.

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1. Проблемы сквозного моделирования

1. Понятие моделирования. Способы представления моделей (2 часа)

Тема 2. Формально-статистический подход к разработке моделей

1. Приёмы математического моделирования и оптимизации систем и процессов (2 часа).

Тема 3. Причинно-физический подход к разработке моделей

1. Моделирование тепловых режимов электронных средств (2 часа)

Тема 4. Модели колебаний конструкций электронных средств

1. Моделирование колебаний конструкций электронных средств под действием гармонической вибрации (2 часа)

Тема 5. Модели иерархических уровней проектирования ЭС

1. Оценка значимости факторов (2 часа).

Тема 6. Синтез регрессионных моделей

1. Разработка регрессионной модели по данным пассивного эксперимента. (2 часа)

Тема 7. Методы структурного синтеза в задачах проектирования ЭС

1. Компьютерное моделирование технологических процессов (2 часа)

Тема 8. Численные методы анализа полей в конструкциях ЭС

1. Особенности численного моделирования конструкций ЭС (2 часа)

Тема 9. Структурная и параметрическая идентификация моделей

1. Решение обратных некорректных задач (2 часа)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Математическое моделирование» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9);
- Групповая дискуссия (тема № 2, 3, 7, 8, 9);
- Анализ ситуаций (тема № 2, 3, 7, 8, 9).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости студентов

Вопросы к рейтинг-контролю

Рейтинг-контроль №1

1. Основные проблемы сквозного многоуровневого моделирования ЭКБ и ЭС.
2. Фундаментальная система уравнений полупроводника.
3. Формально-статистический подход к разработке моделей объектов и процессов
4. Понятие пассивного и активного эксперимента.

Рейтинг-контроль №2

1. Причинно-физический подход к разработке моделей объектов и процессов
2. Опровержение моделей как элемент технологии получения новых знаний.
3. Аппроксимация и интерполяция в моделировании.
4. Формулировка задачи об оптимальном выборе варианта аппаратуры
5. Графическое решение задачи об использовании ресурсов;

Рейтинг-контроль №3

1. Метод минимизации эмпирического риска с использованием полиномов Чебышева.
2. Структурная и параметрическая идентификация моделей.
3. Оптимальные алгоритмы идентификации.
4. Дифференциальные уравнения теплопроводности.
5. Граничные условия первого рода;
6. Граничные условия второго рода;
7. Граничные условия третьего рода;

Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Математическое моделирование»

Промежуточная аттестация обучающихся проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков обучающихся по дисциплине требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки в форме зачета.

Вопросы к зачету

1. Основные проблемы сквозного многоуровневого моделирования ЭКБ и ЭС.
2. Фундаментальная система уравнений полупроводника.
3. Формально-статистический подход к разработке моделей объектов и процессов
4. Понятие пассивного и активного эксперимента.
5. Причинно-физический подход к разработке моделей объектов и процессов
6. Опровержение моделей как элемент технологии получения новых знаний.
7. Аппроксимация и интерполяция в моделировании.
8. Формулировка задачи об оптимальном выборе варианта аппаратуры
9. Графическое решение задачи об использовании ресурсов;

10. Метод минимизации эмпирического риска с использованием полиномов Чебышева.
11. Структурная и параметрическая идентификация моделей.
12. Оптимальные алгоритмы идентификации.
13. Дифференциальные уравнения теплопроводности.
14. Граничные условия

Примерный перечень практических заданий на зачет

1. Моделирование тепловых режимов электронных средств
2. Моделирование колебаний элементов конструкций электронных средств.
3. Оптимизация конструкций ЭС

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине

Тема 1. Проблемы сквозного моделирования

1. Понятие моделирования.
2. Способы представления моделей.

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 2. Формально-статистический подход к разработке моделей

1. Аппроксимация и интерполяция в математическом моделировании
2. Программные реализации методов аппроксимации

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 3. Причинно-физический подход к разработке моделей

1. Вопросы электромагнитной совместимости при разработке ЭС
2. Математическое моделирование ЭМС процессов

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 4. Модели колебаний конструкций электронных средств

1. Математические модели объектов ЭС при ударных воздействиях
2. Математические модели объектов ЭС при широкополосной случайной вибрации

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 5. Модели иерархических уровней проектирования ЭС

1. Перспективы развития методов и средств моделирования систем в свете новых информационных технологий
2. Особенности статистической обработки результатов с использованием компьютерных программ

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 6. Синтез регрессионных моделей

1. Активный эксперимент. Планирование.
2. Методы настройки коэффициентов моделей;

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 7. Методы структурного синтеза в задачах проектирования ЭС

1. Задачи трассировки электрических соединений. Методы и алгоритмы.
2. Задачи компоновки конструкций ЭС. Методы и алгоритмы.
3. Оптимизация конструкций ЭС.

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Тема 8. Численные методы анализа полей в конструкциях ЭС

1. Программные реализации методов конечных элементов.
2. Программные продукты NASTRAN.
3. Программные продукты ANSYS.

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы

Тема 9. Структурная и параметрическая идентификация моделей

1. Параметрическая идентификация моделей.
2. Обратные некорректные задачи при проектировании конструкций ЭС

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине « Математическое моделирование» оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы (автор, название, вид издания, город, издательство)	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке (электронный адрес)
1	2	3	4
Основная литература			
1. Королёв А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / А.Л. Королёв. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 296 с.: ил. - (Педагогическое образование). - ISBN 978-5-9963-2255-8	2013		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322558.html
2. Трехмерное моделирование. Конструирование узлов и устройств электронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - 540 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-20994-3	2013		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222209943.html
3. Научно-технические технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2012. 528 с. - ISBN 978-5-94275-619-2	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756192.html
Дополнительная литература			
4. Хернтер, М.Е. Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. [Электронный ресурс] : . — Элек-трон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 500 с.	2009		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970600261.html
5. Расчет конструкций в MSC.visualNastran for Windows. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 704 с., ил. (Серия "Проектирование"). - ISBN 5-94074-238-6	2010		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940742386.html

7.2. Периодические издания

6. Журнал "Вестник компьютерных и информационных технологий" (Библиотека ВлГУ).
7. Журнал "Информатика и образование" (Библиотека ВлГУ).
8. Журнал "Вопросы защиты информации" (Библиотека ВлГУ).

7.3. Интернет-ресурсы

9. <http://znanium.com>
10. <http://window.edu.ru>
11. <http://studentlibrary.ru>
12. <http://elibrary.ru>
13. <http://e.lanbook.com>
14. <http://iprbookshop.ru>
15. <http://www.elinform.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия проводятся в аудиториях ВлГУ. Все аудитории оснащены компьютерной техникой с операционной системой Windows и стандартным пакетом MicrosoftOffice, с доступом в Интернет; видео мультимедийным оборудованием, которое позволяет визуализировать процесс представления презентационного материала, а также проводить компьютерное тестирование обучающихся по учебным дисциплинам; доской настенной; фломастером.

Практические работы проводятся в компьютерных классах ВлГУ (330-3, 202-3) со свободным доступом в интернет.

Компьютерная техника, используемая в учебном процессе, имеет лицензионное программное обеспечение:

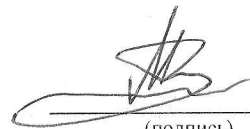
- Операционная система семейства MicrosoftWindows.
- Пакет офисных программ MicrosoftOffice.
- Пакет программных продукты SolidWorks
- Программа Kompas
- Система авторизованного проектирования Altium Designer

Рабочую программу доцент кафедры БЭСТ Варакин А.А.
составил: _____
ФИО



(подпись)

Рецензент (представитель работодателя)
Заместитель главного инженера по подготовке производства -
главный технолог АО «Владимирский завод «Электроприбор»
Зайцев М.К.



(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ
Протокол № 1 от 30.08.2019 года
Заведующий кафедрой Л.Т.Сушкова _____



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств"
Протокол № 1 от 30.08.2019 года

Председатель комиссии Л.Т.Сушкова _____



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____