

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

по учебно-методической работе



А.А.Панфилов

« 24 » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	6, 216	36	-	54	90	экзамен (36ч.)
Итого	6, 216	36	-	54	90	экзамен (36ч.)

Владимир, 2016 г.

ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы математического моделирования» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской и инновационной деятельности</i> в области нанотехнологий и нанодиагностики, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования.
Ц2	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности</i> , включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий

Целями освоения дисциплины «Основы математического моделирования» являются: формирование у студентов конкретного объема знаний по общим принципам и методам математического моделирования, развитие представлений о качественном и количественном описании характерных процессов и явлений, встречающихся в конструкторской и технологической практике инженера-механика. Кроме этого, в процессе изучения дисциплины студенты должны приобрести навыки работы с техническими объектами при составлении моделей этих объектов, а также при решении прикладных расчетных задач в избранной технической области; мотивация к самообразованию.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить теоретические основы математического моделирования;
- освоить специализированные пакеты прикладных программ, используемых при создании и исследовании объектов машиностроения машиностроения;
- ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные работы. Изучение дисциплины заканчивается экзаменом во 4-м семестре.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы математического моделирования» содержится в вариативной части обязательных дисциплин.

Данная дисциплина по своему содержанию и логическому построению в учебном процессе подготовки бакалавра связана непосредственно с такими дисциплинами как «Информатика» и «Компьютерные технологии в машиностроении», «Системы конечно-элементного анализа (CAE-системы)», «Основы моделирования микро- и наносистем» и др.

Студенты должны знать основы математики, физики, владеть знаниями в области информационных технологий, иметь навыки анализа и обобщения научной информации, работы с компьютером как средством управления информацией, знать состояние и возможности использования прикладных математических программ и современных интернет-технологий.

Изучение данной дисциплины необходимо для выполнения курсовых работ и проектов с использованием современных инструментальных средств, научно-исследовательских работ, и написания выпускной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

Р1, Р2, Р4, Р5 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и экспериментального исследования (ПК-1):

Знать

общие понятия математического моделирования и классификационные признаки моделей;

Уметь:

различать типы моделей;

осуществлять обоснованный выбор методов моделирования объектов, процессов и явлений, сопровождающих технологический процесс, функционирование станков, производственного участка;

Владеть:

технологией решения типовых задач с помощью математического пакета MathCad;

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-6):

Знать

основные положения теории моделирования для решения прикладных задач,

Уметь:

применять по заданию в рамках участия в составе коллектива проекта информационные технологии при создании объектов и систем;

Владеть:

опытом работы в коллективе при решении инженерных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр: общая 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	Лабораторные работы	Практические занятия	Контрольная работа	СРС		
1	Раздел 1 1.1. Общие понятия математического моделирования 1.2. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. 1.3. Некоторые понятия теории подобия и размерности.	3	1-5	12	16	-	-	28	14/50	<i>Рейтинг-контроль 1</i>
2	Раздел 2 2.1. Основные положения теории множеств. 2.2. Основы теории графов. 2.3. Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	3	6-12	12	22	-	-	38	17/50	<i>Рейтинг-контроль 2</i>
3	Раздел 3 3.1. Задача математического программирования. Графо-аналитический метод решения простейших задач оптимизации. 3.2. Методы решения задач линейного программирования. 3.3. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной).	3	13-17	12	16	-	-	24	14/50	<i>Рейтинг-контроль 3</i>
Итого за 4-й семестр 216 часов				36	54			90	45/50	Экзамен (36ч.)

Тематический план курса

Раздел 1.

Тема 1-1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении. Математическая модель объекта моделирования. Определение. Цель разработки. Этапы моделирования. Математическая модель процесса резания. Оптимизация режимов резания.

Тема 1-2. Классификация моделей. Требования, предъявляемые к ним. Классификация математических моделей. Области применения. Классификационные признаки математических моделей и их виды. Точность и адекватность математических моделей. Оценка экономичности математической модели. Дополнительные требования, предъявляемые к математическим моделям. Обоснование.

Тема 1-3. Некоторые понятия теории подобия и размерности. Определение подобия. Виды подобия и их модели. Понятие о размерных величинах. Размерность механических величин. Механические величины. Геометрическая, кинематическая, динамическая величины. Условие независимости 3-х механических величин. Взаимосвязь между коэффициентами подобия. Масштабы длины, времени, массы, силы и мощности. Критерии подобия. Индикатор подобия. Значение и физический смысл некоторых критериев подобия.

Раздел 2.

Тема 2-1. Основы теории множеств: множество, декартово произведение, квадрат множества, бинарное отношение. Отношение эквивалентности и порядка. Примеры использования теории множеств в современных производственных и информационных машиностроительных технологиях.

Тема 2-2. Основы теории графов: определение графа, обозначения, ребро графа, матрицы смежности, примеры. Изображение графа и матрицы смежности конструктивных и размерных связей простой детали.

Тема 2-3. Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации. Задача принятия решения. Общая постановка, виды задач, решение. Теория оптимизации: математическая постановка задачи, целевая функция. Вид целевой функции: Локальный и глобальный минимум (максимум). разрешимость задач оптимизации.

Раздел 3.

Тема 3-1. Задача математического программирования: определение, подходы к решению, виды задач, формализация.

Тема 3-2. Методы решения задач линейного программирования. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации. Два этапа. Пример.

Тема 3-3. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума). Графо-аналитический метод решения задач многопараметрической однокритериальной задачи оптимизации. Обобщение изученного материала за семестр.

Тематический план лабораторных занятий

Раздел 1:

Лабораторная работа 1: Основы работы с MATHCAD.

Лабораторная работа 2: Решение уравнений.

Лабораторная работа 3: Обработка табличных данных.

Защита лабораторных работ 1-3: выполнение тестовых заданий.

Раздел 2:

Лабораторная работа 4: Математическая обработка экспериментальных данных.

Лабораторная работа 5: Численное интегрирование и дифференцирование.

Лабораторная работа 6: Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
Защита лабораторных работ 4-6: выполнение тестовых заданий.

Раздел 3:

Лабораторная работа 7: Решение дифференциальных уравнений в частных производных.

Лабораторная работа 8: Спектральный анализ и синтез.

Защита лабораторных работ 7-8: выполнение итоговых тестовых заданий.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях, на лабораторных работах и практических занятиях используются активные формы обучения, включающие компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, проблемное изложение материала, постановку и разрешение проблем при активном участии студентов, а также такие формы активизации студентов как защита рефератов, презентации и доклады на студенческих научных конференциях, выполнение индивидуальных заданий, участие в НИРовских работах, выполняемых на кафедре.

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

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №1

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении.
2. Математическая модель объекта моделирования. Определение. Цель разработки.
3. Математическая модель процесса резания.
4. Какие элементы должна содержать математическая модель для оптимизации?
5. Однопараметрическая однокритериальная оптимизация режимов резания. Постановка задачи.
6. Однопараметрическая однокритериальная оптимизация режимов резания. Решение задачи в два этапа.
7. Структурная схема объекта моделирования с комментариями к ней.
8. Классификация математических моделей.
9. Признаки классификации математических моделей.
10. Виды математических моделей.
11. Особенности различных видов моделей: микроуровня, макроуровня, метауровня.
12. Особенности различных видов моделей: структурных, функциональных.
13. Особенности различных видов моделей: аналитических, математических, имитационных.
14. Особенности различных видов моделей: теоретических и эмпирических.
15. Особенности различных видов моделей: детерминированных и вероятностных.
16. Аналитические математические модели. Подробно.
17. Понятия теории подобия.
18. Геометрическое, кинематическое, динамическое подобие.
19. Назначение теории подобия.
20. Понятия теории размерности.
21. Механические величина: геометрическая. Примеры.
22. Механические величина: кинематическая. Примеры.
23. Механические величина: динамическая. Примеры.
24. Условие независимости трех механических величин.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №2

1. Основы теории множеств: множество, декартово произведение, квадрат множества, бинарное отношение.
2. Основы теории множеств: Отношение эквивалентности и порядка.
3. Примеры использования теории множеств в современных производственных и информационных машиностроительных технологиях.
4. Основы теории графов: определение графа, обозначения, ребро графа.
5. Основы теории графов: матрицы смежности, примеры.
6. Изобразить граф и матрицу смежности конструктивных и размерных связей простой детали.
7. Задача принятия решения. Постановка.
8. Теория оптимизации: математическая постановка задачи, целевая функция.
9. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции.
10. Разрешимость задач оптимизации.
11. Нестрогая формулировка теоремы Вейерштрасса.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №3

1. Задачи математического программирования – определение, формулировка.
2. Методы решения задач математического программирования
3. Задачи линейного и нелинейного программирования.
4. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации. Постановка задачи.
5. Решение однопараметрической однокритериальной задачи оптимизации для случая линейной целевой функции
6. Построение ОДР и поиск оптимального решения двухпараметрической однокритериальной задачи оптимизации
7. Методы решения задач линейного программирования: постановка задачи.
8. Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования: целевая функция, ограничения.
9. Симплекс метод решения задач линейного программирования. Подходы. Теорема.
10. Симплекс – метод. Этапы поиска решений.
11. Модель раскроя листовых материалов. Выбор наилучшего варианта.
12. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной)
13. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования
14. Методы поиска экстремума функции одной переменной. Постановка задачи.
15. Метод равномерного перебора.
16. Метод золотого сечения: суть, графическая интерпретация.
17. Алгоритм метода «золотого сечения».

Вопросы к экзамену

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении.
2. Математическая модель объекта моделирования. Определение. Цель разработки.
3. Математическая модель процесса резания.
4. Какие элементы должна содержать математическая модель для оптимизации?
5. Однопараметрическая однокритериальная оптимизация режимов резания. Постановка задачи.
6. Однопараметрическая однокритериальная оптимизация режимов резания. Решение задачи в два этапа.
7. Структурная схема объекта моделирования с комментариями к ней.
8. Классификация математических моделей.
9. Признаки классификации математических моделей.
10. Виды математических моделей.
11. Особенности различных видов моделей: микроуровня, макроуровня, метауровня.
12. Особенности различных видов моделей: структурных, функциональных.

13. Особенности различных видов моделей: аналитических, математических, имитационных.
14. Особенности различных видов моделей: теоретических и эмпирических.
15. Особенности различных видов моделей: детерминированных и вероятностных.
16. Аналитические математически модели. Подробно.
17. Понятия теории подобия.
18. Геометрическое, кинематическое, динамическое подобие.
19. Назначение теории подобия.
20. Понятия теории размерности.
21. Механические величина: геометрическая. Примеры.
22. Механические величина: кинематическая. Примеры.
23. Механические величина: динамическая. Примеры.
24. Условие независимости трех механических величин.
25. Основы теории множеств: множество, декартово произведение, квадрат множества, бинарное отношение.
26. Основы теории множеств: Отношение эквивалентности и порядка.
27. Примеры использования теории множеств в современных производственных и информационных машиностроительных технологиях.
28. Основы теории графов: определение графа, обозначения, ребро графа.
29. Основы теории графов: матрицы смежности, примеры.
30. Изобразить граф и матрицу смежности конструктивных и размерных связей простой детали.
31. Задача принятия решения. Постановка.
32. Теория оптимизации: математическая постановка задачи, целевая функция.
33. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции.
34. Разрешимость задач оптимизации.
35. Нестрогая формулировка теоремы Вейерштрасса.
36. Задачи математического программирования – определение, формулировка.
37. Методы решения задач математического программирования
38. Задачи линейного и нелинейного программирования.
39. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации. Постановка задачи.
40. Решение однопараметрической однокритериальной задачи оптимизации для случая линейной целевой функции
41. Построение ОДР и поиск оптимального решения двухпараметрической однокритериальной задачи оптимизации
42. Методы решения задач линейного программирования: постановка задачи.
43. Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования: целевая функция, ограничения.
44. Симплекс метод решения задач линейного программирования. Подходы. Теорема.
45. Симплекс – метод. Этапы поиска решений.
46. Модель раскроя листовых материалов. Выбор наилучшего варианта.
47. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной)
48. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования
49. Методы поиска экстремума функции одной переменной. Постановка задачи.
50. Метод равномерного перебора.
51. Метод золотого сечения: суть, графическая интерпретация.
52. Алгоритм метода «золотого сечения».

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения по разделу 1:

Прогрессивный метод изготовления физических моделей. Виды прототипирования. Процесс FDM. Этапы изготовления моделей путем послойного наплавления расплавленной

полимерной нити. Схема процесса. Аппаратная и программная поддержка процесса. Математическая логика. Основные операторы. Таблицы истинности. Место теории в решении логических задач.

Темы для самостоятельного изучения по разделу 2:

Исследование операций. Теория принятия решений. Основные понятия и принципы. Типичные задачи. Общая схема принятия решения. Показатель эффективности. Транспортная задача и транспортные сети.

Темы для самостоятельного изучения по разделу 3:

Имитационное моделирование. Статистические эксперименты. Метод Монте-Карло. Моделирование случайных факторов. Однофакторный и многофакторный эксперимент. Программная реализация. Задача математического программирования: определение, подходы к решению, виды задач, формализация. Методы решения задач линейного программирования. Реализация принципов моделирования на примере исследования электромеханических приводов. Критерии оптимальности, синтез параметров.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Математическое моделирование технических систем: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 592 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011996-0. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549747>.
2. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01167-6, 1000 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=392652>.
3. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-17-9, 1000 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=361397>.
4. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Системное моделирование и методы исследования математических моделей / Морозов В.М. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 243 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-906818-32-4. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=544536>.
2. Никулин К.С. Математическое моделирование в системе Mathcad [Электронный ресурс]: методические рекомендации по выполнению контрольных работ по курсу «Компьютерное инженерное моделирование»/ Никулин К.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2009.— 65 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46717>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Инструментальные средства математического моделирования: учебное пособие / Золотарев А.А., Бычков А.А., Золотарева Л.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 90 с. ISBN 978-5-9275-0887-7. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=556187>.
4. Справочник по Mathcad 11 [Электронный ресурс] / Кудрявцев Е.М. - М.: ДМК Пресс, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940742777.html>.

в) периодические издания:

Математическое моделирование. — Москва: Наука.

г) Интернет-ресурсы:

<http://window.edu.ru/>

<http://ru.science.wikia.com/wiki>

<http://www.exponenta.ru/soft/mathcad/mathcad.asp>

<http://www.inf1.info/>

Учебно-методические издания

1. Новикова Е.А. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы математического моделирования» для студентов направления 28.03.02

- [Электронный ресурс] / сост. Новикова Е.А.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Новикова Е.А. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы математического моделирования» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Новикова Е.А.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
 3. Новикова Е.А. Оценочные средства по дисциплине «Основы математического моделирования» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Новикова Е.А. ; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

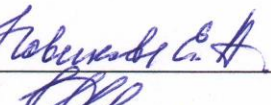
**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины**

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия»
<http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторные работы по курсу проводятся:
в ауд. 238-2 ВлГУ – компьютерный класс МТФ на 15 рабочих мест. Класс ПЭВМ укомплектован компьютерами Intel pentium dual core, 2gb.

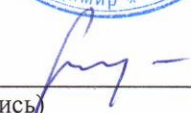
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС
ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

Рабочую программу составил доцент к.т.н. ТМС, к.т.н. Новиков С.А.
(ФИО, подпись) 

Рецензент
(представитель работодателя) Генеральный директор ООО «ТАГ-Инжиниринг», к.т.н.

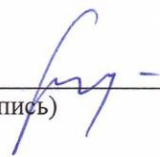
Аракелян И.С.
(место работы, должность, ФИО, подпись) 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения
Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. 
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. 
(ФИО, подпись)