

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

директор института -
заместитель директора ФАКТ
М.А. Кудров

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Элементы математического моделирования
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия
	передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии
	кафедра компьютерного моделирования
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет
8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 60 час.
семинары: 0 час.
лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: И.В. Воронич, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры компьютерного моделирования 09.04.2024

Аннотация

Курс посвящен изучению основ математического моделирования. Рассматриваются основные типы уравнений математической физики, вопросы теории динамических систем, событийные модели. Рассматриваются вопросы численного моделирования, методы обработки, анализа и представления результатов, оценки их точности. Практическая работа проходит с использованием современных программных комплексов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение теоретических основ математического моделирования и численных методов с применением к решению прикладных задач с помощью программных комплексов.

Задачи дисциплины

- обучение на основе простых прикладных задач навыкам построения моделей, их теоретического и численного анализа, интерпретации результатов, проверки адекватности моделей, анализа данных эксперимента с использованием современных программных комплексов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики и прикладной математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в механике;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и составить содержательную математическую модель;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

владеть:

- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение.	4			2
2	Типы математических моделей.	4			2
3	Обзор программных комплексов Mathematica, Matlab.	4			2
4	Уравнения математической физики.	4			2
5	Модели динамических систем.	4			2
6	Колебания и волны.	4			2
7	Модели движения жидких и газообразных сред.	6			3
8	Дискретизация моделей.	3			2
9	Имитационные модели.	3			2
10	Конвекция и диффузия.	4			2
11	Эволюция систем при наличии ограничений.	4			2
12	Представление результатов моделирования.	4			2
13	Обработка данных эксперимента.	4			2
14	Модель математического моделирования и ее совершенствование.	4			2
15	Заключение.	4			1
Итого часов		60			30
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	90 час., 2 зач.ед.
--------------------	--------------------

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Введение.

Введение. Задачи математического моделирования.

2. Типы математических моделей.

Типы математических моделей. Вычислительный эксперимент.

3. Обзор программных комплексов Mathematica, Matlab.

Обзор и применение программных компонентов Mathematica, Matlab.

4. Уравнения математической физики.

Основные типы уравнений математической физики, их свойства.

5. Модели динамических систем.

Модели динамических систем. Фазовые портреты. Устойчивость. Самоорганизация.

6. Колебания и волны.

Колебания и волны. Дисперсия волн. Распространение волн в средах.

7. Модели движения жидких и газообразных сред.

Основные модели движения жидких и газообразных сред. Их описание и свойства.

Семестр: 8 (Весенний)

8. Дискретизация моделей.

Дискретизация моделей. Оценка корректности дискретных моделей. Верификация и валидация.

9. Имитационные модели.

Имитационные модели. Событийное моделирование. Случайные процессы.

10. Конвекция и диффузия.

Моделирование конвекции и диффузии, распространения волн.

11. Эволюция систем при наличии ограничений.

Моделирование эволюции систем при наличии ограничений. Анализ траекторий.

12. Представление результатов моделирования.

Обработка, анализ и представление результатов моделирования. Интерпретация.

13. Обработка данных эксперимента.

Обработка данных эксперимента. Метод максимального правдоподобия. Регрессионный анализ.

14. Модель математического моделирования и ее совершенствование.

Адекватность модели и ее совершенствование.

15. Заключение.

Заключение. Направления развития математического моделирования.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Курс высшей математики [Текст] : Ряды. Уравнения мат. физики. Теория функций комплексной переменной. Численные методы. Теория вероятностей / О. В. Мантуров - М.Вышш. школа,1991
2. Математическое моделирование [Текст] : Идеи, методы, примеры, [монография]/А. А. Самарский, А. П. Михайлов, -М, Физматлит, 2001, 2005

Дополнительная литература

1. Гидроаэромеханика [Текст]/Л. Прандтль , -М. ; Ижевск, Регулярная и хаотическая динамика, 2000

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину "Элементы математического моделирования", должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- выполнение лабораторных работ, для осознания связей между теорией и практическими навыками;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра компьютерного моделирования
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр
Семестры, формы промежуточной аттестации:	
7 (осенний) - Дифференцированный зачет	
8 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	И.В. Воронич, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Элементы математического моделирования» обучающийся должен:

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики и прикладной математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в механике;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и составить содержательную математическую модель;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

владеть:

- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Типы математических моделей.
2. Области применения математических моделей, примеры.
3. Структура и возможности программных комплексов Mathematica, Matlab.
4. Примеры применений Mathematica, Matlab в математическом моделировании.
5. Основные типы уравнений математической физики, их свойства.
6. Примеры линейной и нелинейной конвекции, диффузии. Точные решения.
7. Описание движения жидкостей и газов.
8. Иерархия моделей. Критерии подобия.
9. Дискретизация моделей. Аппроксимация.
10. Устойчивость, сходимость. Верификация и валидация.
11. Примеры динамических систем: осцилляторы, хищник-жертва.
12. Фазовые портреты, устойчивость положений равновесия.
13. Роль внешнего воздействия и ресурсных ограничений.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Моделирование стационарных и нестационарных процессов.
2. Частотный анализ нестационарных процессов.
3. Решение задач конвекции и диффузии.
4. Линейный и нелинейный перенос.
5. Схемная диффузия и дисперсия.
6. Решение задач распространения волн в средах с постоянными и переменными свойствами.
7. Интерференция, рассеяние и отражение волн.
8. Построение случайных процессов.
9. Решение задач диффузии методами случайных блужданий.
10. Анализ зашумленных данных различного происхождения.
11. Применение метода максимального правдоподобия и регрессионного анализа.
12. Адекватность модели. Усложнение моделей современных технических систем.

Билет 1

Описать процессы моделирования стационарных и нестационарных процессов.

Билет 2

Описать методы решения задач конвекции и диффузии.

Билет 3

Способы построения случайных процессов.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.