

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



С УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и довузовской подготовке

А.А. Воронов

Рабочая программа дисциплины (модуля):
Математическое моделирование нелинейных процессов
по дисциплине: Прикладные математика и физика (магистратура)
по направлению: Прикладные вычислительные модели и программные комплексы
профиль подготовки: Прикладные вычислительные модели и программные комплексы
факультет управления и прикладной математики
кафедра информатики и вычислительной математики
курс: 2
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3(Осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

практические и семинарские занятия: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество курсовых работ, заданий: 2

Программу составил: В.А. Гушчин, д-р физ.-мат. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры

2 февраля 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

И.Б. Петров

Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

Декан факультета

А.А. Шананин

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

формирование у студентов знаний и получение практических навыков математического моделирования с использованием современных численных методов современных задач механики сплошных сред.

Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области численного моделирования в механике сплошных сред;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части ООП.

Дисциплина «Математическое моделирование нелинейных процессов» базируется на дисциплинах:

Вычислительная математика;
Нелинейные вычислительные процессы;
Математика.

Дисциплина «Математическое моделирование нелинейных процессов» предшествует изучению дисциплин:

Научно-исследовательская работа.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива (ПК-3);

способность профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра (ПК-4);

способность применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности (ОПК-5);

способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, способностью к профессиональному росту (ОПК-6).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные модели механики сплошных сред;
- основные понятия и принципы численных методов для решения задач механики сплошных сред.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред;
- оценивать корректность постановок задач.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения задач механики сплошных сред.

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	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Метод МАС.			4		10
2	Метод расщепления по физическим факторам для расчетов течений несжимаемой жидкости.			4		10
3	Основные принципы математического моделирования.			6		10
4	Примеры решения конкретных задач.			4		10
5	Проблемы моделирования турбулентности.			2		10
6	Сеточно-характеристические методы.			4		15
7	Уравнения несжимаемой жидкости.			6		10
Итого часов				30		75
Подготовка к экзамену		30 час.				
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.				

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

Семестр: 3 (Осенний)

1. Метод МАС.

Одномерное модельное уравнение переноса. Конечно-разностные схемы, устойчивость (метод Неймана, метод дифференциальных приближений), монотонность. Метод МАС (структур ячейки, конечно-разностная схема, маркеры). Метод SMAC и другие модификации метода МАС.

2. Метод расщепления по физическим факторам для расчетов течений несжимаемой жидкости.

Метод расщепления по физическим факторам для расчетов течений несжимаемой жидкости (МЕРАНЖ). Построение гибридной конечно-разностной схемы МЕРАНЖ для одномерного модельного уравнения. Конечно-разностная схема, аппроксимация, схемная диссипация, монотонность. Сопоставление с известными схемами первого (Годунов), второго (Мак Кормак), третьего (Холодов) порядков точности. Постановка задачи и ее дискретизация для случая двух пространственных переменных - потоковый вариант записи разностных уравнений. Расчет давления в приграничных ячейках (Истон). Прямые и итерационные методы решения уравнения Пуассона.

3. Основные принципы математического моделирования.

Введение. Математическое моделирование (ММ) и его место в научных исследованиях и автоматизации проектирования. Основные принципы математического моделирования. ММ нелинейных процессов механики сплошной среды.

4. Примеры решения конкретных задач.

Обобщение метода на случаи течений со свободной поверхностью, течений неоднородной по плотности жидкости, пространственных течений. Примеры расчетов конкретных задач. Построение пакета прикладных программ. Примеры практического использования пакета.

5. Проблемы моделирования турбулентности.

6. Сеточно-характеристические методы.

7. Уравнения несжимаемой жидкости.

Законы сохранения и уравнения движения несжимаемой жидкости в примитивных переменных и в переменных вихрь-функция тока. Консервативная форма уравнений. Постановка задач. Граничные условия на твердой поверхности. Условия Тома, Вудса.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. - М.: Наука, 1984
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1987
3. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. - М.: Мир, 1980

Дополнительная литература

1. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. - М.: Наука, 1978
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Наука, 1987

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Презентационные материалы по курсу лекций в формате MS Power Point.

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

<http://www.icad.org.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студент, изучающий курс, 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, методы доказательств.

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 учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- выполнение заданий по курсу;
- подготовку лабораторным занятиям, экзамену.

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

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения

Приложение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

по направлению: Прикладные математика и физика (магистратура)
профиль подготовки: Прикладные вычислительные модели и программные комплексы
Факультет управления и прикладной математики
кафедра информатики и вычислительной математик
курс: 2
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3(Осенний) - Экзамен

Разработчик: В.А. Гушин, д-р физ.-мат. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива (ПК-3);

способность профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра (ПК-4);

способность применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности (ОПК-5);

способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, способностью к профессиональному росту (ОПК-6).

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование нелинейных процессов» обучающийся должен:

знать:

- основные модели механики сплошных сред;
- основные понятия и принципы численных методов для решения задач механики сплошных сред.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред;
- оценивать корректность постановок задач.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения задач механики сплошных сред.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

1. Математическое моделирование (ММ) и его место в научных исследованиях и автоматизации проектирования.
2. Основные принципы математического моделирования. ММ нелинейных процессов механики сплошной среды.
3. Законы сохранения и уравнения движения несжимаемой жидкости в примитивных переменных и в переменных вихрь-функция тока. Консервативная форма уравнений. Постановка задач. Граничные условия на твердой поверхности. Условия Тома, Вудса.
4. Одномерное модельное уравнение переноса.
5. Конечно-разностные схемы, устойчивость (метод Неймана, метод дифференциальных приближений), монотонность.
6. Метод МАС (структура ячейки, конечно-разностная схема, маркеры).

7. Метод SMAC и другие модификации метода МАС.
8. Метод расщепления по физическим факторам для расчетов течений несжимаемой жидкости (МЕРАНЖ). Построение гибридной конечно-разностной схемы МЕРАНЖ для одномерного модельного уравнения.
9. Конечно-разностная схема, аппроксимация, схемная диссипация, монотонность. Сопоставление с известными схемами первого (Годунов), второго (Мак Кормак), третьего (Холодов) порядков точности.
10. Постановка задачи и ее дискретизация для случая двух пространственных переменных - потоковый вариант записи разностных уравнений.
11. Расчет давления в приграничных ячейках (Истон).
12. Прямые и итерационные методы решения уравнения Пуассона.
13. Примеры расчетов конкретных задач.
14. Построение пакета прикладных программ.
15. Примеры практического использования пакета.
16. Сеточно-характеристические методы.
17. Проблемы моделирования турбулентности.

4. Критерии оценивания

Максимальный балл за семестр – 100. Из них:

- Первое задание – максимум 30 баллов (в срок предоставлена работающая программа – 15 баллов, в срок предоставлен отчет с описанием метода, анализом сходимости и верным результатом – 15 баллов). Каждая следующая неделя задержки – уменьшение максимума на 10%.
- Второе задание – максимум 30 баллов (в срок предоставлена работающая программа – 15 баллов, в срок предоставлен отчет с описанием метода, анализом порядка аппроксимации метода и верным результатом – 15 баллов). Каждая следующая неделя задержки – уменьшение максимума на 10%.
- Ответ на экзаменационный билет – максимум 30 баллов.
- Посещение лекций – максимум 10 баллов (1 балл за лекцию).

Соответствие баллов и оценки: 80 – 100 – отлично, 50 – 79 – хорошо, 30 – 49 – удовлетворительно.

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

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также литературными источниками и ноутбуками.