

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Математическое моделирование геофизических процессов М2.Б.1

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Куштанова Г.Г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Куштанова Г.Г. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем ,
Galya.Kushtanova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Математическое моделирование геофизических процессов является изучение основ метода математического моделирования метода конечных разностей, проведения вычислительного эксперимента на примере уравнения в частных производных типа теплопроводности (уравнения однофазной фильтрации).

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ математического анализа, физики. Она формирует общекультурные и профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

Курс предназначен для магистрантов 1 года обучения, 2 семестр

Магистратура "Радиофизические методы по областям применения"

М2.Б.1, профессиональный цикл

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ок-1	способностью оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук
ок-3	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение
ок-7	способностью адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности
пк-2	способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовк
пк-4	способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы построения математических моделей, преимущества и сложности различного типа разностных схем, погрешности дискретизации, условия устойчивости.

2. должен уметь:

построить разностную схему уравнения типа теплопроводности, выбрать тип схемы, реализовать ее программно, проверить сходимость разностной схемы и провести вычислительный эксперимент,

3. должен владеть:

владеть методом построения разностных схем и граничных условий, методом прогонки.

выполнить численное моделирование уравнения типа теплопроводности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент	2	2	2	0	0	
2.	Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.	2	4	4	4	0	
3.	Тема 3. Типы схем.	2	6-7	2	2	0	
4.	Тема 4. Решение разностных уравнений.	2	8-9	2	2	0	
5.	Тема 5. Граничные условия.	2	10-12	2	4	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.	2	13-14	2	2	0	
7.	Тема 7. Свойства разностных уравнений.	2	15-16	2	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			16	16	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Физическое моделирование. Основные понятия математического моделирования. Принципы построения математических моделей. Вычислительный эксперимент

Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Дискретизация по пространству, дискретизация по времени. Погрешности дискретизации. Устойчивость численного алгоритма. Условие Куранта. Типы сеток: блочно-центрированная и с распределенными узлами.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Дискретизация уравнения типа теплопроводности

Тема 3. Типы схем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Явные схемы, неявные. Схема Кранка-Николса. Интегро-интерполяционный метод построения разного уравнения

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение различных типов схем для уравнения типа теплопроводности

Тема 4. Решение разностных уравнений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод прогонки. Условия существования и единственности решения системы. Условия устойчивости счета по рекуррентным формулам.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реализация метода прогонки

Тема 5. Граничные условия.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Разностные краевые условия явные и неявные. Метод фиктивных точек.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Разностные краевые условия 1 и 2 рода (неявные)

Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Наилучшая разностная схема для параболического уравнения, виды осреднения коэффициентов

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реализация неявной схемы и схемы Кранка-Николса для параболического уравнения с переменными коэффициентами

Тема 7. Свойства разностных уравнений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Свойство транспортности. Свойство консервативности. Представление конвективных членов уравнения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Проверка способа транспортности при различных формах записи конвективного члена

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент	2	2	работа с литературой	2	устный опрос
2.	Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.	2	4	работа с литературой	8	устный опрос
3.	Тема 3. Типы схем.	2	6-7	работа с литературой, программирование	8	проверка
4.	Тема 4. Решение разностных уравнений.	2	8-9	работа с литературой, программирование	8	проверка
5.	Тема 5. Граничные условия.	2	10-12	работа с литературой, программирование	8	проверка
6.	Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.	2	13-14	работа с литературой, программирование	4	проверка
7.	Тема 7. Свойства разностных уравнений.	2	15-16	работа с литературой	2	устный опрос
	Итого				40	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

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

Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент

устный опрос, примерные вопросы:

Проверка усвоения основных понятий

Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.

устный опрос, примерные вопросы:

Проверка усвоения основных понятий

Тема 3. Типы схем.

проверка, примерные вопросы:

Проверка записи схемы

Тема 4. Решение разностных уравнений.

проверка, примерные вопросы:

Проверка листинга программы, получаемых графиков

Тема 5. Граничные условия.

проверка, примерные вопросы:

Проверка записи граничных условий

Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.

проверка, примерные вопросы:

Проверка листинга программы, получаемых графиков

Тема 7. Свойства разностных уравнений.

устный опрос, примерные вопросы:

Проверка усвоения основных понятий

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов выполняется одно задание по основным разделам дисциплины. Задание: написать разностную схему указанного типа для уравнения пьезопроводности с постоянными или переменными коэффициентами, заданными граничными и начальными условиями. Составить программу. Проверить сходимость и устойчивость. Провести вычислительный эксперимент по изучению влияния коэффициента пьезопроводности на время формирования квазистационарного режима, величину депрессии.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ И ЗАЧЕТУ

1. Метод дискретизации на основе ряда Тейлора.
2. Интегро-интерполяционный метод.
3. Явные, неявные схемы.
4. Схема Кранка-Николса.
5. Метод прогонки, условия устойчивости, единственности.
6. Метод фиктивных точек.
7. Представление конвективных слагаемых в уравнении.
8. Типы используемых сеток.
9. Условие устойчивости численного алгоритма.

7.1. Основная литература:

1. Галанин М.П. Методы численного анализа математических моделей/ М.П. Галанин, Е.Б. Савенков. М.: МГТУ им Н.Э. Баумана, 2010. 591 с.//<http://nashaucheba.ru/v28536>
2. Калиткин, Н. Н. Численные методы : [учебное пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений] / Н. Н. Калиткин ; под ред. А. А. Самарского .? 2-е изд. ? Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011 .? 586 с.
http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Kalitkin_Chislen_metod_2011.pdf
3. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков .? 5-е изд., стер. ? СПб. [и др.] : Лань, 2008 .? 248 с. // http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/diplom/Volkov_Chislennye_metody_2008.pdf

7.2. Дополнительная литература:

2. Самарский А.А. Введение в численные методы /А.А. Самарский. СПб.: Лань, 2005. 288 с.
3. Азиз Х. М. Математическое моделирование пластовых систем / Х.Азиз, Э.Сеттари. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. 416 с.
4. Каневская Р. Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. ? Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. 140 с.
5. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980.-618 с.
6. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.

7.3. Интернет-ресурсы:

матем. энциклопедия -

http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics/4620/%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9D%D0%9E%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9D%D0%9E%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9D%D0%9E%D0%9F

матлаб - <http://matlab.exponenta.ru/forum/>

сайт мехмата ЮФУ - http://www.mmcs.sfedu.ru/docmanupload/cat_view/16----/115--

устойчивость разностных схем -

http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics/5803/%D0%A3%D0%A1%D0%A2%D0%9E%D0%99%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9D%D0%9E%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9D%D0%9E%D0%9F

форум программистов - <http://forum.vingrad.ru/forum/topic-342290/0.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математическое моделирование геофизических процессов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки). Студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам сети Интернет в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиоп физика" и магистерской программе Радиоп физикаческие методы по областям применений .

Автор(ы):

Куштанова Г.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. _____

"__" _____ 201__ г.