

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Непрерывные математические модели М1.Б.3

Направление подготовки: 010400.68 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Лапин А.В.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No 944614

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) профессор, д.н. (профессор) Лапин А.В. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики ,
Alexandr.Lapin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Рассматриваются современные численные методы решения основных задач линейной алгебры с разреженными матрицами большой размерности, а также методы решения краевых задач для стационарных и нестационарных многомерных дифференциальных уравнений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.Б.3 Общенаучный" основной образовательной программы 010400.68 Прикладная математика и информатика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам.

Читается на 1 курсе в 1 семестре для студентов обучающихся в магистратуре по направлению "Прикладная математика и информатика".

Изучение основывается на результатах изучения дисциплин "Математический анализ", "Алгебра и геометрия", "Уравнения математической физики", "Методы оптимизации".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов, теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- итерационные методы решения систем нелинейных уравнений и задач оптимизации большой размерности.

2. должен уметь:

- программно реализовывать основные алгоритмы для систем нелинейных уравнений и задач оптимизации большой размерности.

3. должен владеть:

- базовыми знаниями в области аппроксимации непрерывных моделей дискретными.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- - понимать круг прикладных задач, математическими моделями которых выступают уравнения в частных производных и задачи оптимизации.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 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. Методы математического моделирования. Примеры линейных краевых задач для уравнений в частных производных, моделирующих процессы механики и физики.	1	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, в том числе, задач с ограничениями, математическими моделями которых являются задачи на минимум функционалов энергии или вариационные неравенства.	1	2	2	0	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	
3.	Тема 3. Задачи оптимального управления правой частью и граничными условиями линейных эллиптических уравнений. Задачи с ограничениями на управление и состояние системы.	1	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Дискретные модели, построенные на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей. Методы конечных разностей, конечных элементов и конечных объемов для линейных эллиптических задач. Основные свойства матриц дискретных моделей.	1	4-6	0	0	6	
5.	Тема 5. Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач, вариационных неравенств, задач оптимального управления. Основные свойства матриц и конечномерных операторов. Теоремы существования решений.	1	7	0	0	2	
6.	Тема 6. Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений с большими разреженными матрицами. Итерационные методы решения больших систем нелинейных уравнений -- метод Ньютона, его обобщения и модификации.	1	8	2	0	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	
7.	Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: итерационные методы для задач с положительно определенными матрицами.	1	9,10	2	0	2	отчет
8.	Тема 8. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств: обсуждение вопросов эффективности методов, контроля точности вычислений и критериев окончания вычислительного процесса.	1	11,12	2	0	2	
9.	Тема 9. Итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: с седловыми матрицами.	1	13-15	3	0	3	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			15	0	15	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Методы математического моделирования. Примеры линейных краевых задач для уравнений в частных производных, моделирующих процессы механики и физики.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Примеры линейных краевых задач для уравнений в частных производных, моделирующих процессы механики и физики.

Тема 2. Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, в том числе, задач с ограничениями, математическими моделями которых являются задачи на минимум функционалов энергии или вариационные неравенства.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, в том числе, задач с ограничениями, математическими моделями которых являются задачи на минимум функционалов энергии или вариационные неравенства.

Тема 3. Задачи оптимального управления правой частью и граничными условиями линейных эллиптических уравнений. Задачи с ограничениями на управление и состояние системы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задачи оптимального управления правой частью и граничными условиями линейных эллиптических уравнений. Задачи с ограничениями на управление и состояние системы.

Тема 4. Дискретные модели, построенные на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей. Методы конечных разностей, конечных элементов и конечных объемов для линейных эллиптических задач. Основные свойства матриц дискретных моделей.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение дискретных моделей на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей: методы конечных разностей, конечных элементов и конечных объемов для линейных эллиптических задач. Основные свойства матриц дискретных моделей.

Тема 5. Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач, вариационных неравенств, задач оптимального управления. Основные свойства матриц и конечномерных операторов. Теоремы существования решений.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач, вариационных неравенств, задач оптимального управления. Основные свойства матриц и конечномерных операторов. Теоремы существования решений.

Тема 6. Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений с большими разреженными матрицами. Итерационные методы решения больших систем нелинейных уравнений -- метод Ньютона, его обобщения и модификации.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений с большими разреженными матрицами. Итерационные методы решения больших систем нелинейных уравнений -- метод Ньютона, его обобщения и модификации.

Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: итерационные методы для задач с положительно определенными матрицами.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теоретические основы методов решения задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: итерационные методы для задач с положительно определенными матрицами.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Алгоритмы и программы, реализующие итерационные методы для задач с положительно определенными матрицами.

Тема 8. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств: обсуждение вопросов эффективной реализуемости методов, контроля точности вычислений и критериев окончания вычислительного процесса.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теоретические основы методов решения задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств: обсуждение вопросов эффективной реализуемости методов, контроля точности вычислений и критериев окончания вычислительного процесса.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Алгоритмы и программы, реализующие итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств.

Тема 9. Итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: с седловыми матрицами.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности с седловыми матрицами: построение методов, исследование сходимости.

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Алгоритмы и программы, реализующие итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности с седловыми матрицами

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
7.	Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: итерационные методы для задач с положительно определенными матрицами.	1	9,10	подготовка к отчету	21	отчет
9.	Тема 9. Итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: с седловыми матрицами.	1	13-15	подготовка к отчету	21	отчет
	Итого				42	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины "Непрерывные математические модели" на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы.

Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

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

Тема 1. Методы математического моделирования. Примеры линейных краевых задач для уравнений в частных производных, моделирующих процессы механики и физики.

Тема 2. Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, в том числе, задач с ограничениями, математическими моделями которых являются задачи на минимум функционалов энергии или вариационные неравенства.

Тема 3. Задачи оптимального управления правой частью и граничными условиями линейных эллиптических уравнений. Задачи с ограничениями на управление и состояние системы.

Тема 4. Дискретные модели, построенные на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей. Методы конечных разностей, конечных элементов и конечных объемов для линейных эллиптических задач. Основные свойства матриц дискретных моделей.

Тема 5. Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач, вариационных неравенств, задач оптимального управления. Основные свойства матриц и конечномерных операторов. Теоремы существования решений.

Тема 6. Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений с большими разреженными матрицами. Итерационные методы решения больших систем нелинейных уравнений -- метод Ньютона, его обобщения и модификации.

Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: итерационные методы для задач с положительно определенными матрицами.

отчет , примерные вопросы:

Постановка задачи, аппроксимация. Описание итерационного метода. Программа на ЭВМ, анализ результатов расчетов.

Тема 8. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств: обсуждение вопросов эффективности реализуемости методов, контроля точности вычислений и критериев окончания вычислительного процесса.

Тема 9. Итерационные методы для задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств большой размерности: с седловыми матрицами.

отчет , примерные вопросы:

Постановка задачи, аппроксимация. Описание итерационного метода. Программа на ЭВМ, анализ результатов расчетов.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена. Примерные вопросы для экзамена:

Билет ♦ 1

1. Теорема об эквивалентности задачи минимизации, вариационного неравенства и включения

2. SOR-метод для вариационного неравенства с положительно определенной матрицей. Применение к сеточной задаче о препятствии.

Билет ♦ 2

1. Теорема существования решения у вариационного неравенства с положительно определенной матрицей.
2. Конечно-разностная аппроксимация одномерной задачи с ограничением на производную от решения

Билет ♦ 3

1. Задача о препятствии; ее аппроксимация по методу конечных элементов; алгебраическая формулировка, запись в виде включения
2. Комбинированный метод блочной релаксации-Узавы для общей седловой задачи.

Билет ♦ 4

1. Методы Якоби для вариационного неравенства с положительно определенной матрицей.
2. Конечно-разностная аппроксимация двумерной задачи с ограничением на градиент от решения.

Билет ♦ 5

1. Эквивалентные формулировки седловой задачи.
2. SOR-метод для сеточной задачи о препятствии.

7.1. Основная литература:

- 1.Бахвалов Н.С. Жидков Н.П. Кобельков Г.М. Численные методы. -М.: Бинوم. Лаборатория знаний , 2012 -636с.
<http://e.lanbook.com/view/book/4397/>
- 2.Бахвалов Н.С.,Лапин А.В.,Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. - М.:Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. - 240с.
<http://e.lanbook.com/view/book/4399/>
- 3.Демидович Б.П. Марон И.А. Основы вычислительной математики. - СПб.: Лань, 2011-672с.
<http://e.lanbook.com/view/book/2025/>
- 4.Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. СПб.: Лань , 2009. - 608 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/255/>

7.2. Дополнительная литература:

- 1.Плохотников, К. Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс] : курс лекций / К. Э. Плохотников. - М. : ФЛИНТА, 2012. - 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3
<http://znanium.com/bookread.php?book=456334>
- 2.Математическое и компьютерное моделирование : вводный курс : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 "Информатика" / Ю. Ю. Тарасевич .? Изд. 6-е .? Москва : URSS : [ЛИБРОКОМ, 2013] .? 148, [1] с. : ил. ; 22 .? На 4-й с. обл. авт.: Ю. Ю. Тарасевич, к.ф.-м.н. ? Библиогр. в конце кн. ? ISBN 978-5-397-03828-7 ((в обл.) .
3. Зарипов, Фархат Шаукатович. Введение в математическое моделирование [Текст: электронный ресурс] : учебно-методический комплекс курса по направлению подготовки: 050100 Педагогическое образование, профиль: математическое образование, информатика и информационные технологии : [учебное пособие] / Зарипов Ф. Ш. ; Казан. федер. ун-т, Каф. высш. математики и мат. моделирования .? Электронные данные (1 файл: 0,589 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2013) .? Загл. с экрана .? Для 3-го семестра .? Режим доступа: открытый .? <URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_A5-000508.pdf>.

7.3. Интернет-ресурсы:

Википедия - wikipedia.org

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.exponenta.ru>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>

Портал ресурсов по математике, алгоритмике и ИТ - <http://algotlist.manual.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Непрерывные математические модели" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Лекции и практические занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.68 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности .

Автор(ы):

Лапин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З. _____

"__" _____ 201__ г.