

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Непрерывные математические модели Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Математические основы и программное обеспечение информационной безопасности и защиты информации

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 950516

Казань
2016

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 ,
avlapine@mail.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 " Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

"Непрерывные математические модели" входит в состав общенаучных дисциплин, раздел М1.В.2. Читается на 1 курсе в 1 семестре.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-2 (общекультурные компетенции)	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОК-3 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность выполнять работу экспертов в ведомственных, отраслевых или государственных экспертных группах по экспертизе проектов, тематика которых соответствует направленности (профилю) программы магистратуры

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-16 (профессиональные компетенции)	способность участвовать в деятельности профессиональных сетевых сообществ по конкретным направлениям
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий

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.

- - 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 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.

1

1

2

0

0

домашнее
задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных	1	2	2	0	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Задачи оптимального управления	1	3	2	0	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Дискретные модели, построенные на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей.	1	4-6	6	0	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач	1	7-9	6	0	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений	1	10	2	0	0	домашнее задание
7.	Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств	1	11	2	0	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Обсуждение вопросов эффективности реализуемости методов вычислительного процесса.	1	12	2	0	0	домашнее задание
9.	Тема 9. Итерационные методы	1	13-14	4	0	0	домашнее задание письменная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			28	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Методы математического моделирования.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

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

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.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

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

лекционное занятие (6 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

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

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

Тема 8. Обсуждение вопросов эффективной реализуемости методов вычислительного процесса.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

Тема 9. Итерационные методы

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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
1.	Тема 1. Методы математического моделирования.	1	1	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных	1	2	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
3.	Тема 3. Задачи оптимального управления	1	3	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
4.	Тема 4. Дискретные модели, построенные на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей.	1	4-6	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
5.	Тема 5. Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач	1	7-9	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений	1	10	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
7.	Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств	1	11	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
8.	Тема 8. Обсуждение вопросов эффективности реализуемости методов вычислительного процесса.	1	12	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
9.	Тема 9. Итерационные методы	1	13-14	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	8	письменная работа
Итого					80	

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 зачета 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 зачету. При подготовке к сдаче зачета весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, 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.

домашнее задание , примерные вопросы:

Моделирование одномерных стационарных задач математической физики.

Тема 2. Примеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных

домашнее задание , примерные вопросы:

Простейшие вариационные неравенства как примеры нелинейных задач (задач со свободными границами) механики и физики.

Тема 3. Задачи оптимального управления

домашнее задание , примерные вопросы:

Постановки задач оптимального управления системами, описываемыми уравнениями в частных производных.

Тема 4. Дискретные модели, построенные на основе конечномерных аппроксимаций непрерывных моделей.

домашнее задание , примерные вопросы:

Введение в методы конечных разностей и конечных элементов.

Тема 5. Сеточные аппроксимации нелинейных краевых задач

домашнее задание , примерные вопросы:

Аппроксимация эллиптических вариационных неравенств

Тема 6. Краткий обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений

домашнее задание , примерные вопросы:

Прямые и одношаговые итерационные методы решения систем сеточных уравнений.

Тема 7. Решение задач оптимизации и конечномерных вариационных неравенств

домашнее задание , примерные вопросы:

Методы верхней релаксации и Удзавы для вариационных неравенств и задач оптимизации.

Тема 8. Обсуждение вопросов эффективности реализуемости методов вычислительного процесса.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проектирование на конечномерные замкнутые множества. Решение систем уравнений с разреженными матрицами.

Тема 9. Итерационные методы

домашнее задание , примерные вопросы:

Обзор итерационных методов для решения сеточных вариационных неравенств.

письменная работа , примерные вопросы:

Письменная работа заключается в создании программного продукта для решения индивидуальной для студента задачи (нелинейной краевой задачи, задачи оптимального управления, вариационного неравенства и пр). Отчет о выполненной письменной работы должен содержать следующие разделы: 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 зачета. Примерные вопросы для зачета (ссылки на пункты из курса лекций):

1. Теорема об эквивалентности задачи минимизации, вариационного неравенства и включения (Теорема 4.1).
2. Теорема существования решения у вариационного неравенства с положительно определенной матрицей (Теорема 4.2).
3. Задача о препятствии; ее аппроксимация по методу конечных элементов; . алгебраическая формулировка, запись в виде включения (Пункт 5.1, пример 1; Пункт 5.2.1).
4. Методы релаксации для вариационного неравенства с положительно определенной матрицей (Пункт 6.2).
5. Конечно-разностная аппроксимация одномерной задачи с ограничением на производную от решения (Пункт 7.2.1).
6. Эквивалентные формулировки седловой задачи (7.11) (Пункт 7.3, стр. 70-72).
7. Комбинированный метод блочной релаксации-Узавы (Пункт 8.2).

7.1. Основная литература:

Математическое и компьютерное моделирование, Тарасевич, Юрий Юрьевич, 2012г.

2. Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие / М.В. Абакумов, А.В. Гулин; МГУ им. М.В. Ломоносова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-006108-5, 500 экз. [www.znanium.com](http://znanium.com) <http://znanium.com/go.php?id=364601>

3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.:Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 636 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4397

7.2. Дополнительная литература:

1. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0333-9 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=370603>)

2. Балдин, К. В. Математические методы и модели в экономике [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев; под общ. ред. К. В. Балдина. - М.: ФЛИНТА : НОУ ВПО "МПСи", 2012. - 328 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=454661>

3. Дуреева, Н. С. Роль моделей в теории познания [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Н. С. Дуреева, Р. Н. Галиахметов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 192 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/bookread.php?book=443234>

7.3. Интернет-ресурсы:

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.mathnet.ru>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.math.ru/>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.allmath.com/>

Электронная библиотека по техническим наукам - <http://techlibrary.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

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 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и магистерской программе Математические основы и программное обеспечение информационной безопасности и защиты информации .

Автор(ы):

Лапин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З. _____

"__" _____ 201__ г.