

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Итерационные методы решения нелинейных краевых задач Б1.В.ДВ.15

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Системное программирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Автор(ы): Макаров М.В.

Рецензент(ы): Даутов Р.З.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Казань
2019

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) младший научный сотрудник, б/с Макаров М.В. (НИЛ Вычислительные технологии и компьютерное моделирование, Институт вычислительной математики и информационных технологий), makarovmaksim@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ОПК-2	Способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОПК-3	Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям
ПК-10	Способность реализации решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов на повышение информационной грамотности, обеспечения общедоступности информационных услуг
ПК-11	Способность к планированию и осуществлению педагогической деятельности в конкретной предметной области (математика и информатика)
ПК-7	Способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

Основные понятия, приемы вычислительной математики, численные методы решения нелинейных краевых задач.

Должен уметь:

- применять итерационные методы для решения нелинейных уравнений;
- аппроксимировать дифференциальные и интегральные операторы;
- строить разностные схемы;
- применять сеточные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
- применять итерационные методы для решения нелинейных краевых задач.

Должен владеть:

математическим аппаратом решения нелинейных краевых задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в своей профессиональной деятельности.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.15 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика (Системное программирование)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 45 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 63 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Итерационные методы решения нелинейных уравнений	6	0	0	12	9
2.	Тема 2. Обобщение итерационных методов на случай систем нелинейных уравнений	6	0	0	8	5
3.	Тема 3. Численные методы нахождения минимума функции одной или многих переменных	6	0	0	8	5
4.	Тема 4. Интерполяция, численное дифференцирование и численное интегрирование	6	0	0	12	6
5.	Тема 5. Численные методы решения задачи Коши	6	0	0	12	6
6.	Тема 6. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	6	0	0	8	6
7.	Тема 7. Решение систем нелинейных дифференциальных уравнений	6	0	0	12	8
	Итого		0	0	72	45

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Итерационные методы решения нелинейных уравнений

Условие существования решения. Методы локализации отрезка. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации. Метод релаксации. Метод секущих и метод хорд для решения нелинейных уравнений. Адаптивный метод Брэндта. Сравнение методов. Графическая интерпретация методов. Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации.

Тема 2. Обобщение итерационных методов на случай систем нелинейных уравнений

Принцип сжимающих отображений. Обобщение метода простой итерации для решения систем нелинейных уравнений. Определение скорости (порядка) сходимости. Методы второго и третьего порядка сходимости. Метод Ньютона на случай систем нелинейных уравнений. Условие сходимости метода Ньютона. Метод Чебышева построения итераций высшего порядка.

Тема 3. Численные методы нахождения минимума функции одной или многих переменных

Задача оптимизации (нахождение минимума). Стационарные точки. Неподвижная точка. Теорема о сходимости метода Ньютона и его доказательство. Вычисление матрицы Якоби. Критерий сжимающего отображения. Производная Гато. Дифференциал и производная Фреше. Исследование порядка сходимости методов. Модифицированный метод Ньютона.

Тема 4. Интерполяция, численное дифференцирование и численное интегрирование

Существование и единственность интерполяционного полинома. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности интерполирования. Численное дифференцирование. Вычислительные погрешности формул численного дифференцирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса (левых, правых и центральных прямоугольников, трапеций, Симпсона): построение и оценки погрешности. Устойчивость квадратурных формул. Квадратурные формулы Гаусса.

Тема 5. Численные методы решения задачи Коши

Разностная схема. Основные понятия теории разностных схем. Сходимость. Аппроксимация. Понятие устойчивости. Погрешность аппроксимации. Спектральный признак устойчивости. Теорема Лакса-Рябенского-Филлипова и её доказательство. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Штурма-Лиувилля. Явный и неявный методы Эйлера для решения задачи Коши. Метод Рунге-Кутты.

Тема 6. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Разностные аппроксимации краевой задачи. Постановка краевой задачи для линейного ОДУ с граничными условиями Дирихле. Задача Неймана. Метод сумматорных тождеств. Пространство Соболева. Обобщенная постановка. Методы Ритца и Бубнова -- Галеркина (вариационно разностные методы). Решение одномерной линейной краевой задачи теории упругости для системы дифференциальных уравнений четвертого порядка.

Тема 7. Решение систем нелинейных дифференциальных уравнений

Итерационный метод решения одномерной нелинейной задачи теории упругости. Итерационный метод решения нелинейного параболического уравнения с опусканием нелинейности на нижний слой. Приближенный метод решения нелинейного параболического уравнения, сочетающий схему предиктор-корректор с опусканием нелинейности на нижний слой. Разностные методы решения задачи для нелинейного параболического уравнения с монотонным оператором: обобщенная постановка, вспомогательные результаты.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
Текущий контроль			
1	Контрольная работа	ОПК-2, ОПК-1, ОПК-3	1. Итерационные методы решения нелинейных уравнений 2. Обобщение итерационных методов на случай систем нелинейных уравнений 4. Интерполяция, численное дифференцирование и численное интегрирование
2	Компьютерная программа	ПК-11, ПК-10	5. Численные методы решения задачи Коши 6. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений 7. Решение систем нелинейных дифференциальных уравнений
3	Отчет	ПК-7	1. Итерационные методы решения нелинейных уравнений 2. Обобщение итерационных методов на случай систем нелинейных уравнений 4. Интерполяция, численное дифференцирование и численное интегрирование
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-10, ПК-11, ПК-7	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 4

1. Для заданного нелинейного уравнения построить с помощью метода простой итерации на основании принципа сжимающих отображений итерационный процесс и реализовать его.
2. С помощью метода секущих для заданного нелинейного уравнения построить и реализовать итерационный процесс.
3. С помощью метода хорд для заданного нелинейного уравнения построить и реализовать итерационный процесс.
4. С помощью метода Ньютона для заданного нелинейного уравнения построить и реализовать итерационный процесс.
5. С помощью модифицированного метода Ньютона для заданного уравнения построить и реализовать итерационный процесс.
6. С помощью метода Ньютона для заданной системы нелинейных уравнений построить и реализовать итерационный процесс.

7. Заданный интеграл вычислить приближенно с помощью составной квадратуры прямоугольников, оценить погрешность.
8. Заданный интеграл вычислить приближенно с помощью составной квадратуры трапеций, оценить погрешность.
9. Заданный интеграл вычислить приближенно с помощью составной квадратуры Симпсона, оценить погрешность.
10. Вычислить узлы и коэффициенты квадратуры Гаусса для заданных весовых функций 1-м, 2-х, 3-х узлах.

2. Компьютерная программа

Темы 5, 6, 7

Обучающиеся получают уникальное задание, связанное решением системы нелинейных дифференциальных уравнений. Необходимо построить разностную схему и итерационный процесс для нелинейности. Работа выполняется с использованием пакета Матлаб и отчет по работе программы сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий на ЭВМ.

3. Отчет

Темы 1, 2, 4

Задание прикреплено в формате .pdf

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Метод деления отрезка пополам для решения нелинейного уравнения.
2. Метод простой итерации для решения нелинейного уравнения.
3. Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации и её доказательство.
4. Метод релаксации для решения нелинейного уравнения. Оценка скорости сходимости.
5. Метод секущих для решения нелинейных уравнений. Оценка скорости сходимости.
6. Метод хорд для решения нелинейных уравнений. Оценка скорости сходимости.
7. Адаптивный метод Брэндта.
8. Графическая интерпретация методов Ньютона, хорд, секущих.
9. Принцип сжимающих отображений.
10. Обобщение метода простой итерации для решения систем нелинейных уравнений.
11. Определение скорости (порядка) сходимости.
12. Построить методы второго и третьего порядка сходимости.
13. Метод Ньютона для решения нелинейного уравнения.
13. Метод Ньютона на случай систем нелинейных уравнений.
14. Условие сходимости метода Ньютона.
15. Матрица Якоби и её свойства.
16. Производная Гато.
17. Дифференциал и производная Фреше.
18. Модифицированный метод Ньютона.
19. Канонический вид двухслойных методов.
20. Определение методов Рунге-Кутты. Вывод семейства формул 2-го порядка.
21. Явный и неявный методы Эйлера.
22. Теорема Лакса-Рябенского-Филлипова и её доказательство.
23. Основные понятия теории разностных схем: сходимость, аппроксимация, устойчивость.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определенном языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдается преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата.	2	20
Отчет	Обучающийся пишет отчет, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определенных видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчета предъявляемым требованиям.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

7.1 Основная литература:

- Бахвалов Н.С. Численные методы / Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.; : Учебное пособие -Издательство 'Лаборатория знаний', 2015.- 639 с. URL:https://e.lanbook.com/book/70767?category_pk=915#authors
- Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях / Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В.; :Учебное пособие - Издательство 'Лаборатория знаний', 2015.- 243 с. URL: https://e.lanbook.com/book/70743?category_pk=915#authors
- Глазырина Л. Л. Введение в численные методы: учебное пособие / Л.Л. Глазырина, М. М. Карчевский; Казан.федер. ун-т.-Казань: Казанский университет,2012.?121, [1] с.: ил.; 21.?Библиогр. в конце кн. (3 назв.). - URL: http://repository.kpfu.ru/?p_id=47327
- Демидович Б.П. Основы вычислительной математики: учебное пособие [Электронный ресурс] / ДемидовичБ.П., Марон И.А. - СПб.: Лань, 2011. - 672 с.URL: https://e.lanbook.com/book/2025?category_pk=915#authors
- Амосов А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / Амосов А.А., Дубинский Ю.А.,Копченова Н.В. -СПб.: Лань, 2014. - 672 с.URL: https://e.lanbook.com/book/42190?category_pk=915#authors
- Численные методы. Курс лекций : Учебное пособие/ Срочко В.А. - СПб.: Издательство'Лань', 2010. - 208 с.ISBN 978-5-8114-1014-9 e.lanbook.comhttp://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=378
- 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.znaniy.comhttp://znanium.com/go.php?id=364601](http://znanium.comhttp://znanium.com/go.php?id=364601)

7.2. Дополнительная литература:

- Фаддеев Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] /Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. -СПб.: Лань, 2009. - 736 с.URL: https://e.lanbook.com/book/400?category_pk=915#authors
- Шевцов Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] / Шевцов Г.С., Крюкова О.Г.,Мызникова Б.И. - СПб.: Лань, 2011. - 496 с.URL: https://e.lanbook.com/book/1800?category_pk=915#authors
- Демидович Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. [Электронный ресурс] /Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - СПб.: Лань, 2010. - 400 с. URL:https://e.lanbook.com/book/537?category_pk=915#authors
- Киреев В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Киреев В.И. Пантелеев А.В. -СПб.: Лань, 2015. - 448 с.ЭБС 'Лань' URL: https://e.lanbook.com/book/65043?category_pk=915#authors

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

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

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

Сайт образовательных ресурсов по математике - <http://www.exponenta.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины при выполнении лабораторной работы. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
самостоятельная работа	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 и экзамену. При подготовке к сдаче зачета экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету и экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени
контрольная работа	Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также выполнение контрольных заданий по курсу. Для подготовки к контрольной работе необходимо изучить теоретический, лекционный материал. Полезно также ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Успешное выполнение контрольной работы предполагает получение практических навыков, в том числе путем программной реализации рассматриваемых в курсе численных методов на одном из языков программирования. Рекомендуемые языки программирования - Матлаб, питон, с++.
компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определенном языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдается преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата. Необходимо особое внимание уделить качественному графическому представлению результатов вычислений.
отчет	Отчет по выполненной работе должен носить развернутый характер, отражать основные моменты его выполнения, указывать на основные достижения в процессе работы, а также содержать анализ и самостоятельные выводы автора по выполненным действиям, отражать наличие затруднений, если таковые имели место, а также содержать рекомендации по улучшению действий при выполнении предложенных заданий.
экзамен	Для подготовки к экзамену необходимо глубокое понимание лекционного материала. Полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Подготовка к экзамену 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.

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

Освоение дисциплины "Итерационные методы решения нелинейных краевых задач" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

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

Освоение дисциплины "Итерационные методы решения нелинейных краевых задач" 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 монитора 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
 - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование .