

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. Д.А. Таюрский



» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Численные методы Б1.О.21

Направление подготовки: 09.03.02 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы в образовании

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Глазырина Л.Л.

**Рецензент(ы):** Коннов И.В.

### 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.

## 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) доцент, к.н. (доцент) Глазырина Л.Л. (кафедра вычислительной математики, отделение прикладной математики и информатики), Ludmila.Glazyrina@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	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
ОПК-2	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности;
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные понятия, приемы и методы вычислительной математики

Должен уметь:

- аппроксимировать функции
- вычислять интегралы численными методами
- применять итерационные методы для решения нелинейных уравнений
- применять численные методы для решения систем линейных уравнений
- применять численные методы для решения проблемы собственных значений
- применять разностные методы для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Должен владеть:

- математическим аппаратом решения задач вычислительной математики

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.О.21 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.02 "Информационные системы и технологии (Информационные системы в образовании)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 126 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; 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. Интерполяция функций алгебраическими многочленами.	5	6	0	12	18
2.	Тема 2. Среднеквадратическое приближение функций	5	4	0	0	18
3.	Тема 3. Интерполяционные квадратурные формулы.	5	4	0	12	18
4.	Тема 4. Квадратурные формулы типа Гаусса.	5	4	0	12	18
5.	Тема 5. Итерационные методы решения нелинейных уравнений.	6	2	0	8	12
6.	Тема 6. Прямые методы решения систем линейных уравнений.	6	4	0	4	12
7.	Тема 7. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.	6	4	0	12	12
8.	Тема 8. Полная и частичная проблема собственных чисел.	6	4	0	4	6
9.	Тема 9. Методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.	6	4	0	8	12
Итого			36	0	72	126

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Интерполяция функций алгебраическими многочленами.

Интерполяция функций алгебраическими многочленами. Интерполяционный полином Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционных полиномов Лагранжа. Разделенные разности. Свойства. Интерполяционный полином Ньютона. Минимизация остаточного члена интерполирования. Полином Чебышева. Свойства.

###### Тема 2. Среднеквадратическое приближение функций

Дается понятие среднеквадратического приближения функций. Понятие ортогонального полинома. Рассматривается система ортогональных полиномов. Изучаются свойства системы ортогональных полиномов. Разбираются свойства корней ортогонального полинома. Изученные понятия демонстрируются на примерах.

###### Тема 3. Интерполяционные квадратурные формулы.

Изучаются интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы прямоугольников. Погрешность. Рассматривается формула трапеций, а также ее погрешность. Формула Симпсона. Остаточный член формулы Симпсона. Составные квадратурные формулы. Изученные понятия демонстрируются на примерах.

###### Тема 4. Квадратурные формулы типа Гаусса.

Рассматриваются квадратурные формулы типа Гаусса. Формулируется теорема о квадратурной формуле наивысшей алгебраической степени точности. Рассматривается квадратурная формула Гаусса. Изучается квадратурная формула Эрмита. Изученные понятия подробно демонстрируются на различных примерах.

#### **Тема 5. Итерационные методы решения нелинейных уравнений.**

Изучаются итерационные методы решения нелинейных уравнений. Рассматривается метод простой итерации. Приводятся примеры. Изучается метод Ньютона, который также показывается на примере. Далее разбирается метод секущих, аналогично приводятся примеры. Показывается метод хорд. Порядок сходимости.

#### **Тема 6. Прямые методы решения систем линейных уравнений.**

Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Рассматривается идея Гаусса, применения критерия совместности и определенности систем линейных уравнений. разбираются примеры. Изучается метод прогонки решения систем линейных уравнений с трехдиагональной матрицей. Метод квадратного корня.

#### **Тема 7. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.**

Среди итерационных методов рассматриваются итерационные методы Якоби, Зейделя, релаксации. Теоремы сходимости. Итерационные методы решения систем линейных уравнений с симметричной и положительно определенной матрицей. Итерационные методы вариационного типа: метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска.

#### **Тема 8. Полная и частичная проблема собственных чисел.**

Рассматривается понятие собственного числа. Изучается полная и частичная проблема собственных чисел. Разбирается метод прямой итерации, его применение. Затем рассматривается метод обратной итерации, его применение. Изучается метод вращений, рассматриваются соответствующие примеры. Сходимость метода.

#### **Тема 9. Методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.**

Рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка. Изучается метод Рунге-Кутты решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод подробно разбирается на примерах. Демонстрируются особенности его применения. Явные и неявные методы Рунге-Кутты.

### **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 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "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 удаления 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".

Естественно-научный портал - <http://en.edu.ru/>

ЭБС - <http://znanium.com/>

ЭБС - <http://e.lanbook.com/>

## 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
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Отчет	ОПК-1 , УК-1 , ОПК-2	1. Интерполяция функций алгебраическими многочленами. 3. Интерполяционные квадратурные формулы. 4. Квадратурные формулы типа Гаусса.
2	Письменная работа	ОПК-1 , УК-6	2. Среднеквадратическое приближение функций
3	Письменное домашнее задание	УК-1 , ОПК-2 , ОПК-1	1. Интерполяция функций алгебраическими многочленами.
	<b>Зачет</b>	ОПК-1, ОПК-2, УК-1, УК-6	
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	УК-6 , УК-1 , ОПК-2 , ОПК-1	7. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.
2	Отчет	УК-1 , ОПК-2 , ОПК-1	6. Прямые методы решения систем линейных уравнений. 7. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.
3	Письменное домашнее задание	УК-6 , ОПК-2 , ОПК-1	9. Методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-1, ОПК-2, УК-1, УК-6	



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 5					
Текущий контроль					
Отчет	Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Исползованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован средний уровень владения материалом. Исползованы надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Исползованные источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Исползованные источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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.		
Семестр 6					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная 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. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Использованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Использованы надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Использованные источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Использованные источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	2
Письменное домашнее задание	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. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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 5

#### Текущий контроль

##### 1. Отчет

Темы 1, 3, 4

1. Решение задачи интерполирования по двум наборам узлов интерполяции. Исследование погрешности интерполяции. Построение графиков зависимости погрешности интерполирования от числа узлов интерполяции. Разработка алгоритма, программы, реализующий алгоритм. Оформление отчета по результатам вычислений.

2. Численное интегрирование. Интерполяционные квадратурные формулы. Вычисление интеграла с заданной точностью, используя составные квадратурные формулы. Разработка алгоритма и программы. Проведение численных расчетов. Оформление отчета.

3. Численное интегрирование. Квадратурная формула Гаусса с двумя узлами. Вычисление интеграла с заданной точностью, используя составные квадратурные формулы. Разработка алгоритма и программы. Проведение численных расчетов. Оформление отчета.

##### 2. Письменная работа

Тема 2

Тема письменной работы:

Построить наилучшее среднеквадратичное приближение по системе тригонометрических функций для заданной функции на отрезке от нуля до двух пи. Проверить ортогональность системы тригонометрических функций.

Варианты функций:

1.  $f(x) = x$ .
2.  $f(x) = x^2$ .
3.  $f(x) = x^2 + 1$ .
4.  $f(x) = x^2 - 1$ .
5.  $f(x) = x^2 + x$ .
6.  $f(x) = x + 1$ .
7.  $f(x) = x - 1$ .
8.  $f(x) = x^2 - x$ .

9.  $f(x) = x^2 + 2x$ .

10.  $f(x) = x^2 - 2x$ .

### 3. Письменное домашнее задание

#### Тема 1

Вопросы к письменному домашнему заданию:

1. Тригонометрическая интерполяция.
2. Приближение рациональными функциями.
3. Дробно-линейная интерполяция.
4. Наилучшее приближение функции, заданной таблично. Случай равенства числа узлов и базисных функций.
5. Наилучшее приближение функции, заданной таблично. Случай, когда число узлов больше числа базисных функций.
6. Сглаживание сеточной функции по трем соседним точкам.
7. Сглаживание сеточной функции по пяти соседним точкам.
8. Построение двумерной интерполяции.
9. Определение кубического сплайна.
10. Построение кубического сплайна.

#### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Задача интерполяции.
2. Интерполяционный полином Лагранжа, построение.
3. Разделенные разности.
4. Алгоритм вычисления разделенных разностей.
5. Полином Ньютона.
6. Алгоритм построения полинома Ньютона.
7. Погрешность интерполирования.
8. Поведение погрешности на отрезке интерполирования.
9. Полином Чебышева.
10. Свойства полинома Чебышева.
11. Минимизация погрешности интерполирования.
12. Поведение погрешности на отрезке интерполирования.
13. Интерполяционные квадратурные формулы.
14. Квадратурная формула левых прямоугольников. Погрешность.
15. Квадратурная формула правых прямоугольников. Погрешность.
16. Квадратурная формула центральных прямоугольников. Погрешность.
17. Квадратурная формула трапеции. Построение.
18. Погрешность квадратурной формулы трапеции.
19. Квадратурная формула Симпсона. Вычисление коэффициентов.
20. Составные квадратурные формулы, погрешность.
21. Квадратурная формула Гаусса. Построение.

### Семестр 6

#### Текущий контроль

##### 1. Письменная работа

#### Тема 7

Тема письменной работы:

1. Исследование условий сходимости итерационного метода Якоби для заданной системы линейных алгебраических уравнений.
2. Исследование условий сходимости итерационного метода Зейделя для заданной системы линейных алгебраических уравнений.
3. Исследование условий сходимости итерационного метода верхней релаксации для заданной системы линейных алгебраических уравнений.
4. Исследование условий сходимости итерационного метода нижней релаксации для заданной системы линейных алгебраических уравнений.
5. Исследование условий сходимости итерационного наискорейшего спуска для заданной системы линейных алгебраических уравнений.
6. Исследование условий сходимости двухслойного итерационного процесса для заданной системы линейных алгебраических уравнений.
7. Алгоритм метода минимальных невязок.
8. Алгоритм метода минимальных поправок.
9. Алгоритм метода сопряженных градиентов.

##### 2. Отчет

Темы 6, 7

1. Решение системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей методом прогонки. Исследование устойчивости метода. Разработка алгоритма, программы, реализующий алгоритм. Оформление отчета по результатам вычислений.
2. Решение системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей итерационными методами: Якоби, Зейделя, релаксации, наискорейшего спуска. Исследование сходимости методов. Определение оптимального параметра метода релаксации. Сравнительный анализ. Разработка алгоритма, программы, реализующий алгоритм. Оформление отчета по результатам вычислений.
3. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Исследование сходимости метода на тестовой задаче. Разработка алгоритма и программы. Проведение численных расчетов. Изучение свойств решаемой задачи. Оформление отчета по результатам вычислений.

##### 3. Письменное домашнее задание

Тема 9

Тема письменного домашнего задания:

1. Построить метод Рунге- Кутта второго порядка точности.
2. Построить метод Рунге- Кутта третьего порядка точности.
3. Построить метод Рунге- Кутта четвертого порядка точности.
4. Построить метод Рунге-Кутта пятого порядка точности.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Задача интерполяции. 2. Интерполяционный полином Лагранжа. 3. Существование и единственность интерполяционного полинома. 4. Погрешность интерполирования. 5. Разделенные разности. Свойства. 6. Интерполяционный полином Ньютона. 7. Поведение погрешности на отрезке. 8. Полином Чебышева. 9. Минимизация погрешности интерполирования. 10. Система ортогональных полиномов. 11. Свойства системы ортогональных полиномов. 12. Наилучшее среднеквадратичное приближение. 13. Интерполяционные квадратурные формулы.
14. Квадратурные формулы прямоугольников. Погрешность.15. Квадратурная формула трапеции. Погрешность.
16. Квадратурная формула Симпсона. Вычисление коэффициентов. 17. Погрешность квадратурной формулы Симпсона. 18. Составные квадратурные формулы, погрешность. 19. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности. 20. Теорема о квадратурной формуле типа Гаусса. 21. Квадратурная формула Гаусса. 22. Метод деления отрезка пополам. 23. Метод касательных. 24. Метод секущих. 25. Метод хорд.26. Метод Гаусса. 27. Метод прогонки. 28. Метод Якоби, теорема сходимости. 29. Метод Зейделя, теорема сходимости. 30. Метод вращений решения полной проблемы собственных значений. 31. Метод Эйлера. 32. Методы Рунге-Кутты. 33. Теорема сходимости методов Рунге-Кутта.

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
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	1	30
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 6</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	2	35
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	5
<b>Экзамен</b>	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 даётся 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. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 639 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70767>
- Шевцов Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011. - 496 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1800>
- Амосов А.А. Вычислительные методы. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2014.- 672 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/42190>
- Даутов, Р.З. Практикум по курсу Численные методы. Решение задачи Коши для системы ОДУ. [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Казань : КФУ, 2014. ? 100 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72806>

**7.2. Дополнительная литература:**

- Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - СПб. : Лань, 2010. - 208 с. <http://e.lanbook.com/book/378>
- Рябенкий, В.С. Введение в вычислительную математику. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2008. - 288 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2297>
- Демидович Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. - СПб. : Лань, 2010. - 400 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/537>
- Волков Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] : учеб. - СПб. : Лань, 2008. - 256 с. <http://e.lanbook.com/book/54>

**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/>  
Портал ресурсов по естественно-научным дисциплинам - <http://en.edu.ru/>  
Сайт образовательных ресурсов по математике - <http://www.exponenta.ru/>  
Справочник по компьютерной математике - <http://www.users.kaluga.ru/math/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовке к лекционным занятиям важно обратить внимание на указания и индивидуальные задания преподавателя. Самостоятельно изучается рекомендуемая литература, проводится работа с литературными фондами и электронными источниками информации. Работая над литературой, надо иметь в виду следующее: указанные в учебно-методическом комплексе названия не исчерпывают всех источников, которые студенту необходимо знать, чтобы всесторонне раскрыть вопрос.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным работам необходимо повторить изученный материал в объеме лекционного времени, а также рассмотреть дополнительные литературные источники по тематике занятия. Подготовить свои вопросы по тематике занятия для дискуссии с одногруппниками и консультации с преподавателем. Разобрать примеры, рассмотренные на лекции.
самостоятельная работа	Успешность в освоении дисциплины зависит от уровня понимания основных математических аспектов, излагаемых в лекционном курсе, а также от самостоятельного активного участия в изучении лекционных вопросов, анализе решения практических задач на лабораторных занятиях. Важным звеном при организации самостоятельной работы являются: анализ основной и дополнительной литературы, подготовка к лабораторным работам, углубляющим понимание материала, изложенного в лекции, а также самоанализ и самооценка сформированных умений в процессе подготовке к занятиям, составление индивидуальной программы освоения дисциплины.
письменное домашнее задание	При подготовке к письменному домашнему заданию необходимо повторить лекционный материал тех тем, которые охватывает данная работа. Выяснить все неясные моменты. Подкрепить теоретический материал примерами из лабораторных работ, подробно разобрав их решение, обращая внимание на логические выводы и заключения в процессе решения задач.
письменная работа	При подготовке к письменной работе необходимо повторить лекционный материал тех тем, которые охватывает данная работа. Выяснить все неясные моменты. Подкрепить теоретический материал примерами из лабораторных работ, подробно разобрав их решение, обращая внимание на логические выводы и заключения в процессе решения задач.
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.
зачет	При подготовке к зачету необходимо изучить теоретический материал лекций, а также просмотреть теорию по вопросам, предложенным преподавателем. При этом обогатить основной материал, рассмотренный на учебных занятиях, дополнительными сведениями из новейших источников. Продемонстрировать навыки и умения, полученные в ходе выполнения лабораторных работ.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо изучить материал по вопросам, предложенным преподавателем. При этом обогатить основной лекционный материал дополнительными сведениями из основной и дополнительной литературы. Быть готовым продемонстрировать умения и навыки решения практических задач, иллюстрирующих теоретический материал. При ответе на вопрос раскрыть содержание теории и привести примеры.

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

Освоение дисциплины "Численные методы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian



Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Освоение дисциплины "Численные методы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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 09.03.02 "Информационные системы и технологии" и профилю подготовки Информационные системы в образовании .