

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

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

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Численные методы Б1.О.12

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Авхадиев Ф.Г.

Рецензент(ы): Агачев Ю.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Авхадиев Ф. Г.

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

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Авхадиев Ф.Г. (Кафедра теории функций и приближений, отделение математики), Farit.Avhadiev@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 фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

Основные численные методы и алгоритмы решения математических задач из разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, дифференциальные уравнения.

Должен уметь:

Разрабатывать численные алгоритмы, оценить их погрешности, реализовать эти алгоритмы

Должен владеть:

методами и технологиями разработки численных методов решения математических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять базовые численные алгоритмы, быть способным оценить их погрешность, уметь реализовать численные алгоритмы

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.12 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3, 4 курсах в 5, 6, 7 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 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 198 часа(ов), в том числе лекции - 98 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 100 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 90 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре; экзамен в 7 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	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Теория интерполяции функций	5	11	0	11	14
2.	Тема 2. Кратная интерполяция, тригонометрическая интерполяция и сплайн-интерполяция	5	11	0	11	14
3.	Тема 3. Квадратурные формулы	5	14	0	14	8
4.	Тема 4. Экзамен	5	0	0	0	
5.	Тема 5. Численные методы решения линейных и нелинейных систем алгебраических уравнений	6	12	0	12	12
6.	Тема 6. Градиентные методы спуска и численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и систем уравнений	6	12	0	12	12
7.	Тема 7. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений	6	10	0	12	14
8.	Тема 8. Экзамен	6	0	0	0	
9.	Тема 9. Наилучшие приближения функций	7	8	0	8	10
10.	Тема 10. Численные методы решения операторных уравнений	7	8	0	8	10
11.	Тема 11. Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений	7	12	0	12	14
12.	Тема 12. Экзамен					

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Теория интерполяции функций

Теория интерполяции алгебраическими полиномами. Представления Лагранжа для интерполяционного полинома. Оценки погрешности интерполяции для гладких функций. Полиномы Чебышева и их применение к оптимальному выбору узлов. Разделенные разности и конечные разности, формула Ньютона для интерполяционного полинома. Лебеговы оценки погрешности. Теоремы Бернштейна, Фавара и Марцинкевича о поведении остатка интерполирования.

Тема 2. Кратная интерполяция, тригонометрическая интерполяция и сплайн-интерполяция

Кратное интерполирование, интерполяционный полином Эрмита-Фейера и оценка погрешности. Общий случай кратного интерполирования. Оценка погрешности. Сплайн-интерполяция: сплайны первой степени, теоремы о погрешностях аппроксимации сплайнами, вариационные свойства сплайнов первой степени, кубические сплайны. Тригонометрическое интерполирование.

Тема 3. Квадратурные формулы

Интерполяционные квадратурные формулы, квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона с оценками погрешности. Квадратурные формулы Гаусса, то есть квадратурные формулы наивысшего алгебраического порядка точности. Построение формул Гаусса и оценка погрешности. Численное интегрирование периодических функций, вычисление несобственных интегралов.

Тема 4. Экзамен

1. Интерполяционные полиномы Лагранжа. Теоремы существования и единственности.
2. Представление Лагранжа для интерполяционного полинома.
3. Оценка погрешности интерполяции Лагранжа для гладких функций и ее следствия.
4. Полиномы Чебышева 1-го рода и минимизация произведения $\Pi(t-t_k)$.
5. Общая задача об оптимальном выборе узлов интерполяции (теорема 2 Чебышева).
6. Лебеговы оценки погрешности интерполирования для непрерывных функций.

7. Применения оценок Лебега, другие примеры о поведении остаточного члена, формулировки теорем Джексона, Фабера и Марцинкевича об интерполяции.
8. Теорема Вейерштрасса о равномерной аппроксимации непрерывных функций алгебраическими полиномами.
9. Разделенные разности и интерполяционные полиномы в форме Ньютона.
10. Конечные разности и интерполяционные полиномы Ньютона по равноотстоящим узлам.
11. Кратное интерполирование. Интерполяционный полином Эрмита - Фейера: обоснование формулы и оценка погрешности.
12. Кратное интерполирование. Теорема существования и единственности интерполяционного полинома Эрмита.
13. Оценка погрешности при кратном интерполировании в общем случае.
14. Тригонометрическое интерполирование, теорема единственности и существования тригонометрического интерполяционного полинома.
15. Тригонометрический интерполяционный полином для равноотстоящих узлов.
16. Сплайн-интерполяция. Сплайны 1-ой степени: определение, теорема существования и единственности, представление типа Лагранжа.
17. Аппроксимационные свойства сплайнов 1-ой степени в классах функций с заданными модулями непрерывности. Свойство "насыщаемости".
18. Экстремальное свойство сплайнов первой степени.
19. Кубические сплайны.
20. Интерполяционные квадратурные формулы: определение, оценка погрешности, алгебраический порядок точности.
21. Квадратурные формулы левых, средних и правых прямоугольников и оценки их погрешности.
22. Квадратурная формула трапеций. Оценки погрешности для формул трапеций.
23. Квадратурная формула Симпсона. Оценки погрешности для формулы Симпсона.
24. Квадратурные формулы Гаусса (наивысшего алгебраического порядка точности): теоремы о том, что порядок точности $2n$ невозможен, а порядок точности $2n-1$ связан с дополнительными условиями ортогональности.
25. Оценки двух типов погрешности квадратурных формул Гаусса.

Тема 5. Численные методы решения линейных и нелинейных систем алгебраических уравнений

Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Формулы Крамера с подсчетом числа необходимых арифметических операций. Метод Гаусса с подсчетом числа необходимых арифметических операций. Модификации метода Гаусса и их применение к вычислению определителя матрицы. Другие точные методы: метод ортогонализации, квадратного корня.

Тема 6. Градиентные методы спуска и численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и систем уравнений

Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы простой итерации, два метода Зейделя, метод покоординатного спуска, методы градиентного спуска. Численные методы решения нелинейных уравнений: метод деления отрезка пополам, итерационные методы, метод касательных Ньютона и метод хорд. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.

Тема 7. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений

Классические методы приближенного решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Основные численные методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений и систем уравнений первого порядка, распространение на уравнения высших порядков. Метод конечных разностей решения краевой задачи для линейных уравнений второго порядка.

Тема 8. Экзамен

1. Метод Гаусса для решения СЛАУ с оценкой числа арифметических операций.
 2. Модификации метода Гаусса с выбором ведущих элементов и с оптимальным исключением переменных.
 3. Применения метода Гаусса к вычислению обратной матрицы и определителя.
 4. Метод прогонки решения СЛАУ для 3-х диагональной матрицы.
 5. Решение СЛАУ методом ортогонализации.
 6. Точные методы решения СЛАУ, основанные на факторизации матриц.
 7. Различные нормы матриц.
 8. Метод простой итерации решения СЛАУ, когда норма матрицы меньше единицы.
- Критерий сходимости метода простой итерации,
9. Применение метода итерации к матрице с диагональным преобладанием.
 10. Итерационный метод Зейделя (первый вариант).
 11. Итерационный метод Зейделя (второй вариант).
 12. Связь решения СЛАУ с точкой минимума квадратичной функции специального вида (случай положительно определенных, симметричных, вещественных матриц).

13. Методы градиентного спуска для решения СЛАУ.
14. Метод покоординатного спуска для СЛАУ и обобщенные методы градиентного спуска.
15. Приближенные решения нелинейных уравнений: метод деления отрезка пополам и метод простой итерации с применением теоремы о сжимающих отображениях.
16. Порядок итерационного метода и уточненные оценки сходимости.
17. Метод Ньютона (метод касательных) и его модификации.
18. Приближенные методы решения систем нелинейных уравнений: метод простой итерации для сжимающих отображений, распространение методов Зейделя на системы.
19. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений, обобщающий метод касательных.
20. Определение собственных значений квадратных матриц.
21. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Метод последовательных приближений Пикара.
22. Метод степенных рядов Коши для решения ОДУ.
23. Метод ломаных Эйлера для решения ОДУ.
24. Обобщения метода ломаных Эйлера. Метод Рунге-Кутты.
25. Численные методы решения задачи Коши для систем ОДУ и ОДУ высших порядков.
26. Разностный метод решения краевой задачи для линейного ОДУ второго порядка.
27. Метод конечных разностей решения краевых задач для УЧП.
28. Численные методы решения интегральных уравнений (методы коллокации).

Тема 9. Наилучшие приближения функций

Наилучшие приближения в нормированных пространствах. Теорема существования элемента наилучшего приближения. Теорема единственности элемента наилучшего приближения в пространствах со строго выпуклой нормой. Примеры пространств, имеющих и не имеющих строго выпуклой нормы. Наилучшие приближения в пространствах Гильберта. Наилучшие приближения полиномами функций, непрерывных на отрезке. Теорема Чебышева об альтернансе и ее следствия.

Тема 10. Численные методы решения операторных уравнений

Приближенные методы решения операторных уравнений. Метод моментов и его основные частные случаи: метод Галеркина и метод наименьших квадратов. Теорема о существовании и сходимости приближенного решения, полученного методом моментов, к точному решению. Прямые методы решения операторных уравнений, связанные с применением проекционных операторов. Метод полиномиальной коллокации для решения интегральных уравнений второго рода. Метод сплайн-коллокации для решения интегральных уравнений второго рода.

Тема 11. Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений

Классические методы. Метод ломаных Эйлера и его обобщения. Алгоритмы Рунге-Кутты порядка два, три и четыре для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения и систем уравнений. Оценки погрешности для одношаговых методов. Многошаговые методы Адамса.

Метод конечных разностей для решения краевых задач на примерах уравнений второго порядка (в обыкновенных и частных производных). Методы моментов для решения операторных уравнений и коллокационные методы решения интегральных уравнений.

Тема 12. Экзамен

1. Наилучшие приближения в линейных нормированных пространствах. Теорема о существовании элемента наилучшего приближения.
2. Теорема о единственности элемента наилучшего приближения в линейном нормированном пространстве со строго выпуклой нормой.
3. Примеры пространств функций со строго выпуклой нормой. Примеры пространств, нормы в которых не являются строго выпуклыми.
4. Наилучшие приближения в пространствах со скалярным произведением.
5. Примеры применения общих теорем о наилучших приближениях в функциональных пространствах.
6. Наилучшие равномерные приближения непрерывных функций полиномами. Теорема о Чебышева об альтернансе.
7. Теорема о единственности полинома наилучшего приближения в пространстве непрерывных функций и ее следствие. Пример Чебышева.
8. Задача Коши для ОДУ. Метод последовательных приближений Пикара с примером.
9. Метод степенных рядов Коши для решения ОДУ с примером.
10. Метод ломаных Эйлера для решения ОДУ и его обобщения.
11. Метод Рунге-Кутты. Алгоритм Рунге-Кутты четвертого порядка.
12. Алгоритмы Рунге-Кутты порядка один и два.
13. Сходимость одношаговых методов решения задачи Коши для ОДУ.

14. Правило Рунге для выбора оптимального шага.
15. Многошаговые методы Адамса.
16. Краевая задача для линейного ОДУ второго порядка.
17. Оценка погрешности МКР при решении краевой задачи для ОДУ второго порядка.
18. О задачах для уравнений в частных производных, Формула Пуассона.
19. Метод конечных разностей в применении к задаче Дирихле для уравнения Пуассона.
20. Метод конечных разностей для уравнений параболического и гиперболического типа.
21. Приближенные методы решения операторных уравнений. Метод моментов.
22. Метод наименьших квадратов как специальный случай метода моментов. Теорема существования и сходимости приближенного решения.
23. Прямые методы приближенного решения операторных уравнений. Определение проекционных методов.
24. Численные методы решения интегральных уравнений (методы коллокации).

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".

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 5			
	Текущий контроль		
1	Письменное домашнее задание	ОПК-2, ОПК-1	1. Теория интерполяции функций

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	2. Кратная интерполяция, тригонометрическая интерполяция и сплайн-интерполяция
3	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	3. Квадратурные формулы
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-2	
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	5. Численные методы решения линейных и нелинейных систем алгебраических уравнений
2	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	6. Градиентные методы спуска и численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и систем уравнений
3	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	7. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-2	
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	9. Наилучшие приближения функций
2	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	10. Численные методы решения операторных уравнений
3	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ОПК-1	11. Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-2	

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					
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 серьёзные 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
					2
					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.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
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.	1
					2
					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.	
Семестр 7					
Текущий контроль					
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.	1
					2
					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. Письменное домашнее задание

Тема 1

1. Различные подходы к доказательству существования и единственности интерполяционного полинома.
2. Представления Лагранжа для интерполяционного полинома.
3. Оценки погрешности интерполяции для гладких функций.
4. Разделенные разности.
5. Конечные разности.
6. Формула Ньютона для интерполяционного полинома.
7. Лебеговы оценки погрешности.
8. Теоремы Бернштейна и Джексона.
9. Теоремы Фавара и Марцинкевича о поведении остатка интерполирования.
10. Равномерная оценка погрешности интерполяции.

2. Письменное домашнее задание

Тема 2

1. Алгебраический порядок точности квадратурных формул.
2. Интерполяционные квадратурные формулы.
3. Оценка погрешности интерполяционных квадратурных формул.
4. Квадратурные формулы левых, правых и средних прямоугольников, оценки погрешности и примеры.
5. Квадратурные формулы трапеций, оценки погрешности и примеры.
6. Квадратурные формулы Симпсона, оценки погрешности и примеры.
7. Квадратурные формулы наивысшего алгебраического порядка точности.
8. Ортогональные многочлены.
9. Построение формул Гаусса и оценка погрешности.
10. Численное интегрирование периодических функций, вычисление несобственных интегралов.

3. Письменное домашнее задание

Тема 3

1. Кратное интерполирование: постановка задачи, частные случаи.
2. Интерполяционный полином Эрмита-Фейера.
3. Оценка погрешности полинома Эрмита-Фейера на примерах.
4. Интерполяционный полином Эрмита в общем случае. Оценка погрешности.
5. Сплайны первой степени: существование, единственность и представление типа Лагранжа.
6. Теоремы о погрешностях аппроксимации сплайнами первой степени для непрерывных, а также непрерывно дифференцируемых функций.
7. Вариационные свойства сплайнов первой степени.
8. Кубические сплайны.
9. Тригонометрическое интерполирование.
10. Тригонометрический интерполяционный полином для случаев равноотстоящих узлов.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Интерполяционные полиномы Лагранжа. Теоремы существования и единственности.
2. Представление Лагранжа для интерполяционного полинома.
3. Оценка погрешности интерполяции Лагранжа для гладких функций и ее следствия.
4. Полиномы Чебышева 1-го рода и минимизация произведения $\prod (t-t_k)$.
5. Общая задача об оптимальном выборе узлов интерполяции (теорема 2 Чебышева).
6. Теорема Вейерштрасса о равномерной аппроксимации непрерывных функций алгебраическими полиномами.
7. Лебеговы оценки погрешности интерполирования для непрерывных функций.
8. Применения оценок Лебега, другие примеры о поведении остаточного члена, формулировки теорем Джексона, Фабера и Марцинкевича об интерполяции.
9. Разделенные разности и интерполяционные полиномы в форме Ньютона.
10. Конечные разности и интерполяционные полиномы Ньютона по равноотстоящим узлам.
11. Кратное интерполирование. Теорема существования и единственности интерполяционного полинома Эрмита.
12. Оценка погрешности при кратном интерполировании в общем случае.
13. Интерполяционный полином Эрмита ? Фейера: обоснование формулы и оценка погрешности.
14. Тригонометрическое интерполирование, теорема единственности и существования тригонометрического интерполяционного полинома.
15. Тригонометрический интерполяционный полином для равноотстоящих узлов.
16. Сплайн-интерполяция. Сплайны 1-ой степени: определение, теорема существования и единственности, представление типа Лагранжа.
17. Аппроксимационные свойства сплайнов 1-ой степени в классах функций с заданными модулями непрерывности (теоремы 3 и 4 в лекциях). Свойство ?насыщаемости?.
18. Экстремальное свойство сплайнов первой степени (теорема 5 в лекциях).
19. Кубические сплайны.
20. Интерполяционные квадратурные формулы: определение, оценка погрешности, алгебраический порядок точности.
21. Составные интерполяционные квадратурные формулы.
22. Квадратурные формулы левых, средних и правых прямоугольников и оценки их погрешности.
23. Квадратурная формула трапеций. Оценки погрешности для формул трапеций.
24. Квадратурная формула Симпсона. Оценки погрешности для формулы Симпсона.
25. Квадратурные формулы Гаусса (наивысшего алгебраического порядка точности): теоремы о том, что порядок точности $2n$ невозможен, а порядок точности $2n-1$ связан с дополнительными условиями ортогональности.
26. Оценки двух типов погрешности квадратурных формул Гаусса.

Семестр 6

Текущий контроль

1. Письменное домашнее задание

Тема 5

1. Формулы Крамера с подсчетом числа необходимых арифметических операций.
2. Метод Гаусса с подсчетом числа необходимых арифметических операций.
3. Модификации метода Гаусса с выбором наибольшего по модулю элемента строки как ведущего элемента
4. Модификации метода Гаусса с выбором наибольшего по модулю элемента столбца как ведущего элемента.
5. Модификации метода Гаусса с применением оптимального выбора ведущих элементов.
6. Применение метода Гаусса к вычислению определителя матрицы.
7. Применение метода Гаусса к вычислению обратной матрицы.
8. Факторизация матриц.
9. Метод ортогонализации решения систем линейных алгебраических уравнений.
10. Метод квадратного корня для решения систем линейных алгебраических уравнений.

2. Письменное домашнее задание

Тема 6

1. Классические методы приближенного решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения: метод последовательных приближений Пикара.
2. Классические методы приближенного решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения: метод степенных рядов Коши.
3. Классические методы приближенного решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения: метод ломаных Эйлера.
4. Модификация и обобщение метода Эйлера.
5. Метод Рунге-Кутты.
6. Распространение численных методов на системы дифференциальных уравнений.
7. Задачи Коши для уравнений высших порядков.
8. Обоснование сходимости одношаговых методов решения задачи Коши.
9. Многошаговые методы Адамса.
10. Метод конечных разностей решения краевой задачи для линейных уравнений второго порядка.

3. Письменное домашнее задание

Тема 7

1. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
2. Метод простой итерации.
3. Теоремы о сходимости метода простой итерации при произвольном выборе начального приближения.
4. Первый метод Зейделя и условия его сходимости.
5. Второй метод Зейделя и условия его сходимости.
6. Теорема сведения решения системы линейных алгебраических уравнений к нахождению точки минимума квадратичной функции.
7. Метод покоординатного спуска и его сравнение со вторым методом Зейделя.
8. Методы градиентного спуска и их обобщения.
9. Численные методы решения нелинейных уравнений: метод деления отрезка пополам, итерационные методы.
10. Метод касательных Ньютона и метод хорд.
11. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Метод Гаусса для решения СЛАУ с оценкой числа арифметических операций.
 2. Модификации метода Гаусса с выбором ведущих элементов и с оптимальным исключением переменных.
 3. Применения метода Гаусса к вычислению определителей и обратной матрицы.
- Итерационное уточнение обратной матрицы, вычисленной приближенно.
4. Метод прогонки решения СЛАУ для 3-х диагональной матрицы.
 5. Решение СЛАУ методом ортогонализации.
 6. Точные методы решения СЛАУ, основанные на факторизации матриц.
 7. Различные нормы матриц.
 8. Метод простой итерации решения СЛАУ, когда норма матрицы меньше единицы.
- Критерий сходимости метода простой итерации,
9. Применение метода итерации к матрице с диагональным преобладанием.
- Способы приведения СЛАУ к виду, удобному для применения метода простой итерации.
10. Итерационный метод Зейделя (первый вариант).
 11. Итерационный метод Зейделя (второй вариант).
 12. Связь решения СЛАУ с точкой минимума квадратичной функции специального вида (случай положительно определенных, симметричных, вещественных матриц).
 13. Методы градиентного спуска для решения СЛАУ.
 14. Метод покоординатного спуска для СЛАУ и обобщенные методы градиентного спуска.
 15. Приближенные решения нелинейных уравнений: метод деления отрезка пополам и метод простой итерации с применением теоремы о сжимающих отображениях.
 16. Порядок итерационного метода и уточненные оценки сходимости.
 17. Метод Ньютона (метод касательных) и его модификации.
 18. Приближенные методы решения систем нелинейных уравнений: метод простой итерации для сжимающих отображений, распространение методов Зейделя на системы.
 19. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений, обобщающий метод касательных.
 20. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Метод последовательных приближений Пикара.
 21. Метод степенных рядов Коши для решения ОДУ.
 22. Метод ломаных Эйлера для решения ОДУ.
 23. Развитие метода ломаных Эйлера. Метод Рунге-Кутты.

24. Численные методы решения задачи Коши для систем ОДУ и ОДУ высших порядков.
25. Разностный метод решения краевой задачи для линейного ОДУ второго порядка.
26. Метод конечных разностей решения краевых задач для УЧП.
27. Численные методы решения интегральных уравнений (методы коллокации).
28. Определение собственных значений квадратных матриц.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Письменное домашнее задание

Тема 9

1. Системы линейно-независимых элементов в функциональных пространствах.
2. Определение наилучшего приближения функций по заданной системе линейно-независимых элементов.
3. Наилучшие приближения в нормированных пространствах.
4. Теорема существования элемента наилучшего приближения в линейных нормированных пространствах.
5. Теорема единственности элемента наилучшего приближения в пространствах со строго выпуклой нормой.
6. Примеры пространств, имеющих строго выпуклую норму.
7. Примеры пространств, нормы которых не являются строго выпуклыми.
8. Наилучшие приближения в пространствах Гильберта.
9. Наилучшие приближения полиномами функций, непрерывных на отрезке.
10. Теорема Чебышева об альтернансе и ее следствия.

2. Письменное домашнее задание

Тема 10

1. Метод полиномиальной коллокации для решения интегральных уравнений второго рода.
2. Метод сплайн-коллокации для решения интегральных уравнений второго рода.
3. Применение коллокационных методов к решению краевых задач для дифференциальных уравнений.
4. Модификация и обобщение метода Эйлера.
5. Метод Рунге-Кутты.
6. Распространение численных методов на системы дифференциальных уравнений.
7. Задачи Коши для уравнений высших порядков.
8. Обоснование сходимости одношаговых методов решения задачи Коши.
9. Многошаговые методы Адамса.
10. Метод конечных разностей решения краевой задачи для линейных уравнений второго порядка.

3. Письменное домашнее задание

Тема 11

1. Приближенные методы решения операторных уравнений.
2. Метод моментов и его основные частные случаи.
3. Метод Галеркина.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Теорема о существовании приближенного решения, полученного методом моментов.
6. Теорема о сходимости приближенного решения, полученного методом моментов.
7. Прямые методы решения операторных уравнений, связанные с применением проекционных операторов.
8. Метод полиномиальной коллокации для решения интегральных уравнений второго рода.
9. Метод сплайн-коллокации для решения интегральных уравнений второго рода.
10. Применение коллокационных методов к решению краевых задач для дифференциальных уравнений.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Наилучшие приближения в нормированных пространствах, теорема существования.
2. Теорема единственности элемента наилучшего приближения в нормированных пространствах.
3. Наилучшие приближения в пространствах Гильберта.
4. Наилучшие приближения в пространстве функций, непрерывных на отрезке.
5. Классические методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений.
6. Метод ломаных Эйлера и его обобщения.
7. Алгоритмы Рунге-Кутты порядка два, три и четыре для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения и систем уравнений.
8. Оценки погрешности для одношаговых методов.
9. Многошаговые методы Адамса.
10. Метод конечных разностей для решения краевых задач на примерах уравнений второго порядка в обыкновенных производных.
11. Метод конечных разностей для решения краевых задач на примерах уравнений второго порядка эллиптического типа.
12. Метод конечных разностей для решения начально-краевых задач на примерах уравнений параболического и гиперболического типа.

13. Методы моментов для решения операторных уравнений.
14. Метод наилучших квадратов.
15. Метод полиномиальной коллокации для решения интегральных уравнений.
16. Метод сплайн коллокации для решения интегральных уравнений.

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 5			
Текущий контроль			
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.	1	18
		2	17
		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 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
Семестр 6			
Текущий контроль			
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.	1	17
		2	17
		3	16
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 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
Семестр 7			
Текущий контроль			
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.	1	17
		2	17
		3	16

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

1. Авхадиев, Ф.Г. Численные методы анализа [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. Г. Авхадиев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГАОУ ВПО 'Казан. (Приволж.) федер. ун-т', Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского. - Электронные данные. - Казань : Казанский федеральный университет, 2013. - 126 с. - URL:http://kpfu.ru/portal/docs/F_739637412/Avhadiev._Chislennyye.metody.analiza.pdf
2. Гулин А.В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 368 с. - (Высшее образование). - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=883943>
3. Калиткин Н.Н. Численные методы: Учебное пособие / Калиткин Н.Н., - 2-е изд., исправленное. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 587 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=944508>

7.2. Дополнительная литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 639 с. - ISBN 978-5-9963-2616-7. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70767>
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков ; под редакцией В.А. Садовниченко. - 4-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 243 с. - ISBN 978-5-9963-2980-9. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70743>
3. Пантелеев А.В. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 512 с. - (Высшее образование). - URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=652316>

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

SCOPUS - <http://scopus.com>

Научная электронная библиотека РФ - www.elibrary.ru

Общероссийский математический портал - <http://math-net.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Основным моментом в ходе лекционных занятий является необходимость конспектирования учебного материала. Надо обращать особое внимание на формулировки, раскрывающие суть тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в рабочих конспектах поля для пометок. Не следует стесняться задавать лектору вопросы, если какие-либо аспекты лекционного материала оказались непонятными.
лабораторные работы	Обратить внимание на то, что работа на практических занятиях предполагает систематическую и планомерную подготовку к занятию. После лекции следует познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы даются преподавателем в конце предыдущего практического занятия.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа требует, прежде всего, изучения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки - работа с учебником. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например, на сайте http://dic.academic.ru .
письменное домашнее задание	Письменное домашнее задание требует изучения рекомендуемых источников и монографических работ. Важным этапом в письменном домашнем задании является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки - работа с учебником. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов. Уделите достаточно времени на тщательное и грамотное оформление письменного домашнего задания.
экзамен	Необходимо тщательно проработать лекции. Следует также обратить внимание на дополнительную литературу и источники, которые разбирались на семинарах в течение семестра. Ответ на экзамене предполагает полное и последовательное изложение изученного материала, а также демонстрацию способности и готовности применить полученные теоретические знания к предлагаемым практическим заданиям.

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:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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.

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

Освоение дисциплины "Численные методы" 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.

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 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки не предусмотрено .