

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кемеровский государственный университет
Институт фундаментальных наук

«УТВЕРЖДАЮ» Директор института



Гудов А.М.

2017 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.Б.8 Численные методы

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки

Исследование операций и системный анализ

Уровень бакалавриата

Форма обучения

очная

Кемерово 2017

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата | 4 |
| 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся..... | 4 |
| 3.1. Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)..... | 4 |
| 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий | 5 |
| 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) | 5 |
| 4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) | 6 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)..... | 8 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)..... | 9 |
| 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)..... | 9 |
| 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы..... | 10 |
| 6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций | 17 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) | 19 |
| а) основная учебная литература: | 19 |
| б) дополнительная учебная литература: | 19 |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля) | 20 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) | 20 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) | 22 |
| 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) | 24 |
| 12. Иные сведения и (или) материалы | 24 |

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

В результате освоения ООП бакалавра обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП | Перечень планируемых результатов по дисциплине |
|------------------|--|---|
| ОПК-1 | способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой | Знать: основные численные методы; Уметь: применять на практике численные методы и алгоритмы решения типовых мат задач; Владеть: методологией и навыками решения научных и практических задач по численным методам; |

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина входит в базовую часть с кодом УП ОПОП цикла **Б1.Б8**. Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики, языков и методов программирования. Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении курсов математического моделирования, вычислительного практикума, дисциплин по выбору, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой результатов экспериментов, решением конкретных задач естественнонаучного направления.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, **252** академических часа.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

| Объем дисциплины | Всего часов |
|--|--------------------------|
| | для очной формы обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины | 252 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 180 |
| Аудиторная работа (всего): | |
| Лекции | 72 |
| Лабораторные работы | 72 |
| в т.ч. в активной и интерактивной формах | 40 |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 72 |
| Вид промежуточной аттестации обучающегося <i>Зачет (5 семестр), Экзамен (6 семестр)</i> | 36 |

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических

часах)

| № п/п | Раздел дисциплины | Общая трудоемкость (часы) | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | Формы текущего контроля успеваемости |
|-------|--|---------------------------|---|-----------|----------------------|--|
| | | | аудиторные учебные занятия | | Самостоятельная раб. | |
| | | | Лек. | | | |
| 1 | Погрешности. Линейная оценка погрешности функции | 24 | 8 | 8 | 8 | тест, контрольная работа, опрос, семестровое задание |
| 2 | Интерполяция и наилучшее приближение; многочлены Чебышева | 42 | 14 | 14 | 14 | Защита индивид.заданий, тест. |
| 3 | Численное дифференцирование | 12 | 4 | 4 | 4 | Защита индивид.заданий |
| 4 | Численное интегрирование | 30 | 10 | 10 | 10 | Защита индивид.заданий, тест. Зачет |
| | Итого 5 семестр | 108 | 36 | 36 | 36 | |
| 5 | Численные методы линейной алгебры | 42 | 14 | 14 | 14 | Защита индивид.заданий, опрос |
| 6 | Методы решения нелинейных уравнений и систем | 24 | 8 | 8 | 8 | Защита индивид.заданий, опрос |
| 7 | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка | 12 | 4 | 4 | 4 | Защита индивид.заданий, тест |
| 8 | Численное решение краевой задачи различными подходами | 30 | 10 | 10 | 10 | Защита индивид.заданий, тест, семестровое задание |
| | Итого 6 семестр | 108 | 36 | 36 | 36 | |
| | Экзамен | 36 | | | | |
| | Всего часов: | 252 | 72 | 72 | 72 | |

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Содержание лекционных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|---|---|--|
| 1 | Погрешности. Линейная оценка погрешности функции | |
| | 1.1. Числовые погрешности | Абсолютная, относительные погрешности данных |
| | 1.2. Погрешности вычисления функции | Линейная и нелинейная оценка погрешности функции |
| 2 | Интерполяция и наилучшее приближение; многочлены Чебышева | |
| | 2.1. Интерполяция | Интерполяционная формула Лагранжа, погрешность интерполирования. Многочлены Чебышева |
| | 2.2. Полиномы Чебышева | Многочлены Чебышева. Применение полиномов Чебышева |
| | 2.3. Сплайн интерполя- | Интерполирование сплайнами. Метод скалярной прогон- |

| | | |
|---|--|---|
| | ция | ки для построения кубического сплайна |
| 3 | Численное дифференцирование | |
| | 3.1. Численное дифференцирование полиномов | Приближения производных с разными порядками. Неустойчивость операций численного дифференцирования функций, заданной приближенно. |
| 4 | Численное интегрирование | |
| | 4.1. Квадратурные формулы интерполяционного типа | Квадратурные формулы вычисления определенных интегралов (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона), оценка погрешности, вывод и оценки. Симметричные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Численная устойчивость квадратурных формул. Квадратурные формулы Гаусса. |
| 5 | Численные методы линейной алгебры | |
| | 5.1 Прямые методы решения СЛАУ | Методы Гаусса решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, обращение матриц |
| | 5.2. Итерационные методы решения СЛАУ | Итерационные методы решения СЛАУ. Примеры и канонический вид итерационных методов решения СЛАУ (методы Якоби, Зейделя, простой итерации, верхней релаксации). Исследование сходимости итерационных методов. Необходимое и достаточное условие сходимости стационарных итерационных методов. |
| | 5.3. Вариационные методы решения СЛАУ | Итерационные методы вариационного типа: метод минимальных невязок, метод минимальных поправок, метод скорейшего спуска. |
| | 5.4. Проблема собственных значений | Метод скалярных произведений поиска собственных значений. Метод вращения. |
| 6 | Методы решения нелинейных уравнений и систем | |
| | 6.1. Поиск решения нелинейного уравнения | Аналитические, графические подходы при поиске решения нелинейного уравнения |
| | 6.2. Итерационные методы решения уравнения | Уточнение значения корня уравнения методами: простой итерации, Ньютона, хорд, дихотомии, Чебышева |
| | 6.3. Итерационные методы решения системы уравнений | Уточнение значения корня системы уравнений методами: простой итерации, Ньютона |
| | 6.4. Теоремы сходимости | Условия теорем сходимости, итерационного процесса |
| 7 | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | |
| | 7.1. Постановка задачи Коши | Общая постановка задачи Коши, сведение системы ОДУ к решению обыкновенного дифференциального уравнения |
| | 7.2. Одношаговые методы решения ОДУ | Метод Эйлера, семейство методов Рунге-Кутта |
| | 7.3. Многошаговые методы решения ОДУ | Методы Адамса, Милна |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | Численное решение краевой задачи различными подходами | |
| | 8.1 Краевая задача дифференциального уравнения | Постановка краевой задачи, с граничными условиями первого рода. |
| | 8.2. Краевая задача дифференциального уравнения | Постановка краевой задачи, с граничными условиями второго рода. |
| | 8.3. Реализация краевой задачи | Применение метода сеток. Реализация метода скалярной прогонки |
| | 8.4 Проекционные методы решения краевой задачи | Применение метода Галеркина для решения краевой задачи |

Содержание лабораторных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|---|--|---|
| 1 | Погрешности. Интерполяция | |
| | 1.1. Числовые погрешности | Абсолютная, относительные погрешности данных |
| | 1.2. Погрешности вычисления функции | Линейная и нелинейная оценка погрешности функции |
| | 1.3. Интерполяция | Интерполяционная формула Лагранжа, погрешность интерполирования. Многочлены Чебышева |
| | 1.4. Сплайн интерполяция | Интерполирование сплайнами. Метод скалярной прогонки для построения кубического сплайна |
| 2 | Численное интегрирование | |
| | 2.1. Квадратурные формулы интерполяционного типа | Квадратурные формулы вычисления определенных интегралов (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона), оценка погрешности, вывод и оценки. Симметричные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Численная устойчивость квадратурных формул. Квадратурные формулы Гаусса. |
| | 2.2. Численное дифференцирование | Приближения производных с разными порядками. Неустойчивость операций численного дифференцирования функций, заданной приближенно. |
| 3 | Численные методы линейной алгебры | |
| | 3.1 Прямые методы решения СЛАУ | Методы Гаусса решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, обращение матриц |
| | 3.2. Итерационные методы решения СЛАУ | Итерационные методы решения СЛАУ. Примеры и канонический вид итерационных методов решения СЛАУ (методы Якоби, Зейделя, простой итерации, верхней релаксации). Исследование сходимости итерационных ме- |

| | | |
|---|--|---|
| | | тодов. Необходимое и достаточное условие сходимости стационарных итерационных методов. |
| | 3.3. Вариационные методы решения СЛАУ | Итерационные методы вариационного типа: метод минимальных невязок, метод минимальных поправок, метод скорейшего спуска. |
| | 3.4. Проблема собственных значений | Метод скалярных произведений поиска собственных значений. Метод вращения. |
| 4 | Методы решения нелинейных уравнений и систем | |
| | 4.1. Поиск решения нелинейного уравнения | Аналитические, графические подходы при поиске решения нелинейного уравнения |
| | 4.2. Итерационные методы решения уравнения | Уточнение значения корня уравнения методами: простой итерации, Ньютона, хорд, дихотомии, Чебышева |
| | 4.3. Итерационные методы решения системы уравнений | Уточнение значения корня системы уравнений методами: простой итерации, Ньютона |
| | 4.4. Теоремы сходимости | Условия теорем сходимости, итерационного процесса |
| 5 | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | |
| | 5.1. Постановка задачи Коши | Общая постановка задачи Коши, сведение системы ОДУ к решению обыкновенного дифференциального уравнения |
| | 5.2. Одношаговые методы решения ОДУ | Метод Эйлера, семейство методов Рунге-Кутты |
| | 5.3. Многошаговые методы решения ОДУ | Метод Адамса, Милна |
| 6 | Численные методы решения краевых задач | |
| | 6.1 Краевая задача дифференциального уравнения второго порядка | Постановка краевой задачи, с граничными условиями первого рода, второго рода. Применение метода сеток. Реализация метода скалярной прогонки |
| | 6.2. Проекционные методы решения краевой задачи | Общий случай. Классификация частных случаев. |
| | 6.3. Уравнение теплопроводности | Разностные схемы: явная и неявная. Условия устойчивости, аппроксимации, сходимости |

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

1. Гавришина О.Н., Захаров Ю.Н., Фомина Л.Н. Численные методы: учебное пособие.- Кемерово.- КемГУ-2011 -238 с. (130шт.)
2. Гавришина,О.Н. Методы приближенных вычислений: учебное пособие. Часть 1./ О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина. – Кемерово. – КемГУ. – 2006. – 64 с. (147 шт.)

3. Гавришина, О.Н. Методы приближенных вычислений: учебное пособие. Часть 2./ О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина. – Кемерово. – КемГУ. – 2008. – 67 с. (151 шт.)
4. Гавришина, О.Н. Методы приближенных вычислений: учебное пособие. Часть 3./ О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина. – Кемерово. – КемГУ. – 2008. – 96 с. (70 шт.)
5. «Электронный учебник по методам вычислений» / Гавришина О.Н., Грузина Э.Э., Захаров Ю.Н. (Электронная обучающая система на сервере МФ). Гриф учебного пособия. КемГУ, 2002.
6. Гавришина О. Н. Численные методы: мультимедийный электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / О. Н. Гавришина, Л. Н. Фомина, Ю. Н. Захаров, Э. Э. Грузина; КемГУ. - Электрон.дан. - Кемерово: КемГУ, 2011. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - Систем.требования: РС с процессором Pentium III 500 МГц; операц. система Windows XP; Internet Explorer, Flash Player; SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit)/ - Загл. с экрана. - Диск с сопроводительным материалом помещены в контейнер 14x12,5см. - Номер гос. регистрации 0321101811

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам) | Код контролируемой компетенции (или её части) | Наименование оценочного средства |
|-------|---|---|--|
| 1. | Погрешности. Интерполяция | ОПК-1 | опрос, контрольное задание, семестровое задание, выполнение индивидуального задания, коллоквиум, зачет |
| 2. | Численное интегрирование | ОПК-1 | Выполнение индивидуального задания, коллоквиум, зачет |
| 3. | Численные методы линейной алгебры | ОПК-1 | Выполнение индивидуального задания, коллоквиум, экзамен |
| 1. | Методы решения нелинейных уравнений и систем | ОПК-1 | Выполнение индивидуального задания, коллоквиум, экзамен |
| 2. | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | ОПК-1 | Выполнение индивидуального задания, коллоквиум, экзамен |
| 3. | Численные методы решения краевой задачи | ОПК-1 | Выполнение индивидуального задания, коллоквиум, экзамен |

В качестве текущего контроля знаний студентов используются два компьютерных тестовых коллоквиума на основе основных вопросов к зачету и экзамену. Студенты самостоятельно выполняют семестровые задания и индивидуальные задания по подобию разобранного на лекциях. Итоговый контроль: экзамен. Два часа в неделю теоретический материал излагается с использованием мультимедийной технологии, два часа на практических занятиях – решение конкретных задач в компьютерных классах. Итоговая оценка знаний студентов имеет рейтинговую структуру, которая формируется в течение всего периода изучения кур-

са.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. ЗАЧЕТ И ЭКЗАМЕН

а) типовые вопросы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ подготовки к ЗАЧЕТУ

1. Источники и классификация погрешностей.
2. Абсолютная и относительная погрешности.
3. Погрешность функции. Линейная оценка погрешности.
4. Погрешность функции. Нелинейная оценка погрешности.
5. Интерполяционный полином Лагранжа.
6. Оценка остаточного члена интерполяционного полинома Лагранжа.
7. Интерполяционная формула Ньютона с разделенными разностями.
8. Интерполяционная формула Гаусса.
9. Интерполирование с кратными узлами.
10. Применение аппарата интерполирования. Обратная интерполяция.
11. Скорость сходимости интерполяционного процесса.
12. Численное дифференцирование.
13. Сплайны. Построение сплайна первого порядка.
14. Сплайны. Кубические сплайны. Построение.
15. Сплайны. Кубические сплайны. Минимизирующее свойство сплайна.
16. Квадратурная формула Ньютона-Котеса.
17. Квадратурная формула Гаусса. Постановка задачи.
18. Квадратурная формула Гаусса. Построение.
19. Квадратурная формула Гаусса. Оценка погрешности.
20. Обобщенные квадратурные формулы.
21. Сходимость квадратурных формул.
22. Метод последовательного исключения неизвестных.
23. Метод простой итерации решения СЛАУ.
24. Оптимизация скорости сходимости итерационных процессов.
25. Метод минимальных невязок.
26. Метод Зейделя.
27. Частичная проблема собственных значений.
28. Метод вращений решения полной проблемы собственных значений.
29. Метод простой итерации решения систем нелинейных уравнений.
30. Метод Ньютона, решения систем нелинейных уравнений.
31. Видоизменения метода Ньютона.
32. Алгебраическая проблема собственных значений. Преобразования подобия(теоремы).
33. Примеры задач на собственные значения.
34. Вычисление собственных значений симметричной матрицы.
35. LU-алгоритм разложения матриц.
36. QR-алгоритм разложения матриц.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ подготовки к Экзамену 6 семестр

типовые вопросы (сообщения)

1. Аналитический метод отыскания корней алгебраических уравнений.
2. Метод бисекции определения корней нелинейного уравнения.

3. Метод последовательных приближений.
4. Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации.
5. Метод Ньютона, уточнения корня трансцендентного уравнения.
6. Теорема о сходимости метода Ньютона.
7. Модифицированный метод Ньютона для решения нелинейного уравнения.
8. Метод секущих для решения нелинейного уравнения.
9. Метод хорд.
10. Комбинированный метод.
11. Нелинейные системы уравнений.
12. Метод простой итерации для систем двух уравнений (теорема сходимости).
13. Метод простой итерации для систем n-уравнений. Теорема – принцип сжимающих отображений.
14. Метод Ньютона для систем из двух уравнений.
15. Метод Ньютона для систем из n-уравнений.
16. Теорема существования и сходимости метода Ньютона для систем уравнений.
17. Постановка задачи Коши.
18. Методы решения задачи Коши.
19. Метод Эйлера решения задачи Коши.
20. Ошибки дискретизации.
21. Теорема об ошибке дискретизации метода Эйлера.
22. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Общая теория.
23. Методы Рунге-Кутты.
24. Многошаговые методы.
25. Методы Адамса-Башфорта.
26. Методы Адамса-Моултона.
27. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Метод первого порядка.
28. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Метод второго порядка.
29. Экстраполяционный метод Адамса.
30. Интерполяционный метод Адамса.
31. Метод с забеганием вперед.
32. Метод сеток решения ОДУ. Идея метода сеток и построение разностных аппроксимаций.
33. Метод сеток решения ОДУ. Метод разностной прогонки.
34. Метод Галеркина.
35. Метод моментов.
36. Метод наименьших квадратов.

Критерии оценивания теоретических знаний 5-го семестра

При определении требований к текущим оценкам по курсу необходимо руководствоваться следующим:

-оценки "***отлично***" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности, в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

- оценки "***хорошо***" заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценки "хорошо" выставляются студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине.

лине и способы к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе

дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

- оценки "**удовлетворительно**" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, которые предусмотрены программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "**удовлетворительно**" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка "**неудовлетворительно**" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "**неудовлетворительно**" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании ВУЗа без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Тема « **Погрешность** »

на отметку "**удовлетворительно**":

- 1) знать все определения;
- 2) различать виды погрешностей на простейших примерах (неустраняемая, методы, вычислительная);
- 3) различать абсолютную и относительную погрешность;

на отметку "**хорошо**":

- 1) написать схему главы;
- 2) знать схему вывода всех оценок;
- 3) уметь вывести линейную оценку погрешности;
- 4) различать линейную и нелинейную оценку погрешности (уметь пользоваться линейной оценкой для оценки суммы и произведения аргументов);

на оценку "**отлично**":

- 1) различать виды погрешностей на любых примерах;
- 2) понимать двуединство абсолютной и относительной погрешностей;
- 3) проводить правильно и последовательно все выводы оценок.

Тема « **Интерполирование** »

на отметку "**удовлетворительно**":

- 1) знать вид полинома Лагранжа;
- 2) является ли полином Лагранжа единственным или нет;
- 3) определение разделенных и конечных разностей;
- 4) формулу полиному Ньютона с разделенными разностями;
- 5) остаточный член полинома Ньютона с разделенными разностями;
- 6) вид полинома Чебышева;
- 7) определение многочлена наименее уклоняющегося от нуля;
- 8) для чего используется полином Чебышева;
- 9) из каких соображений строится полином Гаусса;
- 10) определение сходимости интерполяционного процесса;
- 11) формулировку теоремы сходимости интерполяционного процесса;
- 12) понятие обратного интерполирования;
- 13) понятие численного дифференцирования;
- 15) определение сплайна;

на отметку "**хорошо**":

- 1) написать схему главы;
- 2) доказать единственность полинома Лагранжа;
- 3) правильно излагать алгоритм построения полинома Лагранжа;
- 4) уметь получать остаточный член полинома Лагранжа;
- 5) знать случаи использования формул Ньютона;

- 6) доказать формулу;
- 7) знать, как минимизируется оценка остаточного члена полинома Лагранжа с помощью полинома Чебышева;
- 8) знать план доказательства теоремы сходимости интерполяционного процесса;
- 9) уметь построить сплайн 1-го порядка;
- 10) уметь поставить задачу для построения кубического сплайна;
- 11) доказывать минимизирующее свойство кубического сплайна;
- 12) различать сплайн и полином Лагранжа;
на отметку "отлично":
- 1) различать точечную и интегральную интерполяцию;
- 2) уметь построить полином Лагранжа;
- 3) различать случаи использования разделенных и конечных разностей;
- 4) выводить полином Ньютона с разделенными разностями;
- 5) доказывать лемму о минимизирующем многочлене;
- 6) строить полином с кратными узлами интерполирования и выводить оценку погрешности;
- 7) уметь доказывать теорему сходимости интерполяционного процесса;
- 8) получать оценку погрешности формул численного дифференцирования;
- 9) уметь построить план построения кубического сплайна;
- 10) знать физический смысл минимизации квадратичного функционала кубическим сплайном;
- 11) знать сравнительную скорость сходимости интерполирования кубическим сплайном и полиномом Лагранжа.

Тема «Численное интегрирование»

на отметку "удовлетворительно"

- 1) знать способ построения квадратуры Ньютона-Котеса и оценки погрешности квадратуры;
- 2) определение квадратуры;
- 3) определение квадратуры точной на некоторой функции;
- 4) для каких полиномов точны квадратуры Ньютона-Котеса и Гаусса;
- 5) план построения квадратуры Гаусса;
- 6) определение ортогональной системы;
- 7) вид формулы Эрмита;
- 8) путь получения обобщенных квадратур;
- 9) определение сходимости квадратурного процесса;
- 10) формулировку одной теоремы сходимости квадратурного процесса;
на отметку "хорошо"

- 1) знать процесс ортогонализации;
- 2) знать идейные основы получения квадратуры Гаусса;
- 3) знать формулировки всех лемм и теорем;
- 4) уметь построить план доказательства, что формула Эрмита является квадратурой Гаусса;
- 5) уметь доказывать все теоремы сходимости;
- 6) выводить квадратуру Ньютона-Котеса и оценку погрешности;
- 7) понимать для чего вводится весовая функция;
- 8) знать вид оценки погрешности квадратуры Гаусса;
на отметку "отлично"
- 1) необходимо уметь строить конкретную формулу Ньютона-Котеса и уметь выводить конкретную оценку погрешности;
- 2) знать пути повышения точности численного интегрирования;
- 3) уметь доказывать сходимость квадратурной формулы Гаусса для непрерывной функции;
- 4) знать доказательства всех лемм и теорем;
- 5) выводить оценку погрешности квадратуры Гаусса.

Тема «Численные методы алгебры»

на отметку "удовлетворительно"

- 1) знать идею метода Гаусса и метода Гаусса с выделением главного элемента;
- 2) когда можно использовать метод квадратного корня;
- 3) теорему о достаточных условиях сходимости итерационного процесса;
- 4) что такое оптимальный итерационный параметр;

- 5) идею построения метода минимальных невязок;
- 6) вид метода Зейделя;
- 7) вид формул нахождения максимального по модулю собственного числа и вектора, отвечающего этому числу;
- 8) идею метода вращений;
на отметку "*хорошо*"
- 1) написать любую из пяти схем;
- 2) изложить алгоритм метода Гаусса и метода квадратного корня;
- 3) знать формулировки всех лемм и теорем и идеи их доказательств;
- 4) знать, что может быть в реальном итерационном процессе;
- 5) знать формулу оптимального итерационного параметра и уметь ее получать;
- 6) знать и доказывать соотношение в скорости сходимости и численной эффективности схемы минимальных невязок и схемы с постоянным оптимальным итеративным параметром;
на отметку "*отлично*"
- 1) провести полный вывод всех формул метода Гаусса и метода квадратного корня;
- 2) уметь доказывать все леммы и теоремы;
- 3) необходимо объяснить характер сходимости в реальном итерационном процессе;
- 4) уметь построить метод минимальных невязок;
- 5) уметь построить итерационный процесс нахождения \max по mod собственного числа самосопряженной матрицы и собственного вектора, отвечающего этому числу и доказать его сходимость;
- 6) изложить алгоритм метода вращений.

Тема «Решение систем нелинейных уравнений»

на отметку "*удовлетворительно*"

- 1) знать вид метода простой итерации и метода Ньютона;
- 2) определение сжимающего отображения;
- 3) формулировку теоремы сходимости метода простой итерации;
- 4) определение порядка итерационного метода;
- 5) порядок метода простой итерации и метода Ньютона;
на отметку "*хорошо*"
- 1) написать любую из трех схем;
- 2) доказывать теорему сходимости для метода простой итерации;
на отметку "*отлично*"
- 1) уметь выводить метод Ньютона;
- 2) уметь доказывать теорему сходимости для метода Ньютона;
- 3) объяснять различие в использовании модификаций метода Ньютона.

ЭКЗАМЕН

- б) типовые вопросы (сообщения)
37. Аналитический метод отделения корней алгебраических уравнений.
 38. Метод бисекции определения корней нелинейного уравнения.
 39. Метод последовательных приближений.
 40. Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации.
 41. Метод Ньютона, уточнения корня трансцендентного уравнения.
 42. Теорема о сходимости метода Ньютона.
 43. Модифицированный метод Ньютона для решения нелинейного уравнения.
 44. Метод секущих для решения нелинейного уравнения.
 45. Метод хорд.
 46. Комбинированный метод.
 47. Нелинейные системы уравнений.
 48. Метод простой итерации для систем двух уравнений (теорема сходимости).
 49. Метод простой итерации для систем n -уравнений. Теорема – принцип сжимающих отображений.

50. Метод Ньютона для систем из двух уравнений.
51. Метод Ньютона для систем из n -уравнений.
52. Теорема существования и сходимости метода Ньютона для систем уравнений.
53. Постановка задачи Коши.
54. Методы решения задачи Коши.
55. Метод Эйлера решения задачи Коши.
56. Ошибки дискретизации.
57. Теорема об ошибке дискретизации метода Эйлера.
58. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Общая теория.
59. Методы Рунге-Кутты.
60. Многошаговые методы.
61. Методы Адамса-Башфорта.
62. Методы Адамса-Моултона.
63. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Метод первого порядка.
64. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Метод второго порядка.
65. Экстраполяционный метод Адамса.
66. Интерполяционный метод Адамса.
67. Метод с забеганием вперед.
68. Метод сеток решения ОДУ. Идея метода сеток и построение разностных аппроксимаций.
69. Метод сеток решения ОДУ. Метод разностной прогонки.
70. Метод Галеркина.
71. Метод моментов.
72. Метод наименьших квадратов.
73. Разностные схемы решения уравнений в частных производных. Основные понятия.
74. Разностные схемы решения уравнений в частных производных. Теорема Лакса.
75. Разностные схемы решения уравнений параболического типа.
76. Метод расщепления.
77. Необходимое спектральное условие устойчивости Неймана.

Критерии оценивания теоретических знаний 6-го семестра

Раздел 1,

на отметку "удовлетворительно"

- 1) знать вид метода простой итерации и метода Ньютона;
- 2) определение сжимающего отображения;
- 3) формулировку теоремы сходимости метода простой итерации;
- 4) определение порядка итерационного метода;
- 5) порядок метода простой итерации и метода Ньютона;

на отметку "хорошо"

- 1) написать любую из трех схем;
- 2) доказывать теорему сходимости для метода простой итерации;

на оценку "отлично"

- 1) уметь выводить метод Ньютона;
- 2) уметь доказывать теорему сходимости для метода Ньютона;
- 3) объяснять различие в использовании модификаций метода Ньютона.

Раздел 2,

на отметку "удовлетворительно"

- 1) вид метода Пикара;

- 2) вид метода рядов;
- 3) вид метода Эйлера;
- 4) идею построения методов Рунге-Кутты, Адамса;
- 5) различие между одношаговыми многошаговыми методами;
- 6) идею метода сеток решения граничных задач ;
- 7) формулы замены первой и второй производной разностными соотношениями;
- 8) определение погрешности аппроксимации разностного оператора второго порядка;
- 9) определение разностной схемы;
- 10) знать для чего используется разностная прогонка;
- 11) знать идеи методов Галеркина, моментов, наименьших квадратов, Ритца;

на отметку "хорошо"

- 1) написать любую из схем;
- 2) уметь выводить метод Пикара;
- 3) знать трудности в использовании метода рядов;
- 4) знать алгоритм построения методов Рунге-Кутты, Адамса;
- 5) различать экстраполяционные и интерполяционные методы Адамса;
- 6) знать условие разрешимости метода сеток решения линейного уравнения второго порядка;
- 7) знать алгоритм вывода формул прогонки;
- 8) знать формулировки всех лемм и теорем;
- 9) знать оценку погрешности метода сеток;
- 10) знать различия между методами моментов, Галеркина, наименьших квадратов, Ритца;

на оценку "отлично"

- 1) выводить оценку погрешности моментов Рунге-Кутты, Адамса;
- 2) знать определение порядка точности метода;
- 3) уметь выводить метод Рунге-Кутты и Адамса второго порядка точности;
- 4) знать идею построения и идею реализации методов с забеганием вперед;
- 5) знать различие в точности методов Адамса и метода Коуэлла;
- 6) уметь показать порядок аппроксимации метода сеток;
- 7) знать доказательство всех лемм и теорем;
- 8) уметь выводить и знать формулы прогонки;
- 9) уметь построить методы моментов, Галеркина, наименьших квадратов, Ритца на рассмотренных краевых задачах.

Раздел 3,

на отметку "удовлетворительно"

- 1) идею метода сеток;
- 2) определение аппроксимации , порядка аппроксимации, устойчивости, сходимости разностных схем;
- 3) определение шаблона разностной схемы;
- 4) формулировку теоремы сходимости разностных схем;
- 5) идею метода расщепления;
- 6) необходимое условие устойчивости Неймана;

на отметку "хорошо"

- 1) написать схему главы;
- 2) уметь построить разностную схему для основных типов уравнений;
- 3) уметь проверить порядок аппроксимации;
- 4) доказывать теорему сходимости;

- 5) доказывать устойчивость явной схемы;
- 6) знать для чего нужен метод расщепления;
- 7) алгоритм получения необходимого критерия устойчивости Неймана;
- 8) знать идею аппроксимации граничных условий при решении уравнений Пуассона;
- 9) знать итерационные схемы и оптимальные параметры решения разностных схем аппроксимирующих уравнения Пуассона;

на оценку "отлично"

- 1) выводить схему расщепления ;
- 2) уметь вывести необходимый критерий устойчивости Неймана;
- 3) уметь пользоваться критерием Неймана для оценки устойчивости;
- 4) знать как аппроксимировать краевые условия при решении уравнения Пуассона;
- 5) уметь находить оптимальные параметры и необходимое количество итераций для получения решения разностных схем для уравнения Пуассона с заданной точностью.

6.2.2 Наименование оценочного средства

типичные вопросы (задания)

Пример индивидуального задания в 5 семестре:

1. Определить значащие и верные цифры приближенного числа a , если его значение $a = 0,0056241852$, а абсолютная погрешность $\Delta(a^*)=0,000005$.
2. Найти относительную погрешность $\delta(a^*)$, если $a^*=210^\circ 37''$, $\Delta(a^*)=1''$.

Пример контрольного опроса в 5 семестре

1. При каком количестве узловых точек можно построить полином Лагранжа $(n+1)$ степени.
2. Свойство коэффициентов интерполяционного многочлена Лагранжа.
3. Квадратура – это?

Пример индивидуального лабораторного задания в 5 семестре:

1. Построить многочлен наилучшего равномерного приближения третьей степени на отрезке $[0,2]$ для функции $x^5 - 5x^4 + x + 1$.
2. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа, удовлетворяющий условиям $f(0)=1$, $f(1)=0$, $f'(1)=1$, $f(2)=2$.

2. Вычислить приближенное значение интеграла $\int_a^b f(x)dx$, используя формулы трапеции, Симпсона, «трех-восьмых», прямоугольников и Гаусса. Оценить остаточный член формул, где подынтегральная функция $f(x)=x^3 e^{2x}$, $a=0$, $b=1$.

Пример контрольного опроса в 6 семестре:

1. Что такое нелинейные системы?
2. Условия сходимости метода простой итерации для нелинейного уравнения?
3. Геометрическая интерпретация метода Ньютона.

Пример лабораторного задания в 6 семестре:

1. Найти решение нелинейного уравнения $y = x^3 - 0.2x^2 - 0.2x - 1.2$, с точностью $\varepsilon=0,002$ методами дихотомии, Ньютона, хорд, Чебышева.

2. Найти приближенное решение системы

$$\begin{cases} \sin(x - y) - xy = -1, \\ x^2 - y^2 = \frac{3}{4}. \end{cases}$$

а) методом Ньютона;

б) методом простой итерации с заданной точностью ε

Пример тестового вопроса:

Укажите правильный ответ:

Преимущество кубического сплайна перед интерполяцией полиномом Лагранжа является ...

- В точности вычислений.
- В устойчивости процесса вычислений.
- В простоте реализации.
- В наглядности.
- Ни в чем

Пример экзаменационного билета в 6 семестре

1. Метод Зейделя.
2. Критерий сходимости метода простой итерации.
3. Геометрическая интерпретация метода Ньютона.
4. Метод Эйлера решения задачи Коши.
5. неподвижная точка?

Пример тестового задания коллоквиума

Укажите правильный ответ:

Пусть дано нелинейное уравнение вида $x = \varphi(x)$. Сходящаяся итерационная схема метода простой итерации требует условия:

1. $0 < \varphi' < 1$;
2. $|\varphi'(x)| < 1$;
3. $-1 < \varphi' < 0$;

6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине – 100 баллов. За работы и выполнения всех видов деятельности в течении семестра студент набирает баллы (0-60 для экзамена и 0-80 для зачета). Данные баллы студент может набрать регулярно посещая занятия и активно работая на них, выполняя предложенные индивидуальные задания. Экзамен проводится в виде теоретического опроса (письменного), за ответы получая баллы от 0-40, в зависимости от полноты и правильности ответа. Баллы суммируются (за работу в семестре и на экзамене). В зависимости от суммарного количества набранных баллов студенту выставляются следующие оценки: 0-50 баллов – «неудовлетворительно»; 51-65 баллов – «удовлетворительно»; 66-85 баллов – «хорошо»; 86-100 баллов – «отлично». Зачет учитывает

баллы набранные за практическую работу в семестре 0-80 и теоретические ответы 0-20 в виде ответов на поставленные вопросы или результаты тестирования.

Студенту, при сдаче теоретического материала, необходимо показать свое глубокое понимание сути поставленной задачи. Если студент пропустил занятие, он может его «отработать» - прийти с выполненным заданием к преподавателю в часы консультаций. Если было набрано в течении семестра минимальное количество баллов, для получения положительной оценке на экзамене к билету прилагаются дополнительные вопросы по темам.

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости по дисциплине в 5 семестре

1. Максимальная сумма баллов, набираемая студентом в этом семестре по дисциплине – 100 баллов.
2. В зависимости от суммарного количества набранных баллов, студенту выставляются следующие итоговые оценки:
 - 0-50 баллов – «не зачтено»;
 - 51-100 баллов – «зачтено»;
3. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 80 баллов.
Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (зачета) – 20 баллов.
4. Оценка промежуточной аттестации (текущей успеваемости).
 - 4.1. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 80 баллов.
Оценка промежуточной аттестации, при проведении контрольной работы:
 - а). Погрешности. Линейная оценка погрешности функции – 10 баллов;
 - б). Интерполяция и наилучшее приближение; многочлены Чебышева – 30 баллов:
 - многочлен Лагранжа, поведение погрешности – 5 баллов;
 - многочлен Гаусса 2-ой степени с заданной точностью – 5 баллов;
 - многочлены Чебышева – 4 баллов;
 - линейный сплайн - 4 баллов;
 - кубический сплайн – 12 баллов.
 - в). Численное дифференцирование – 15 баллов:
 - аппроксимация первой производной с 1-ым порядком – 5 баллов;
 - аппроксимация первой производной со 2-ым порядком – 5 баллов;
 - аппроксимация второй производной – 5 баллов;
 - г). Численное интегрирование – 25 баллов
 - квадратурные формулы трапеции, оценка погрешности – 5 баллов;
 - квадратурные формулы Симпсона, оценка погрешности – 5 баллов;
 - квадратурные формулы прямоугольника, оценка погрешности – 5 баллов;
 - квадратурные формулы Гаусса, оценка погрешности – 5 баллов;
 - вычисление интеграла с заданной точностью 5 баллов.

Максимальное количество баллов по каждому из разделов выставляется тем студентам, кто самостоятельно, ответил на поставленную задачу, с выдачей необходимой иллюстрации. Любое практическое задание должно быть наглядным, запрограммированным в произвольном приложении (при «программировании» в листе Excel минус 1 балл).
5. Для усиления контроля посещаемости занятий, предусмотрены «штрафные баллы»:
 - пропуск лекционного занятия вне зависимости от причины – штраф – 3 балла;
 - отработка занятия вне зависимости от причины пропуска возможна в часы консультаций преподавателей, ведущих дисциплину до начала экзаменационной сессии.
6. Оценка семестровой аттестации (зачета).

Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (зачета) – 20 баллов.

На зачете студент должен ответить полностью на поставленные теоретические вопросы или написать коллоквиум в системе АСТ.

Рейтинговая система оценки успеваемости по дисциплине в 6 семестре

1. Максимальная сумма баллов, набираемая студентом в этом семестре по дисциплине – 100 баллов.
2. В зависимости от суммарного количества набранных баллов, студенту выставляются следующие итоговые оценки:
 - 0-50 баллов – «неудовлетворительно»;
 - 51-65 баллов – «удовлетворительно»;
 - 66-85 баллов – «хорошо»;
 - 86-100 баллов – «отлично».
3. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 60 баллов.
Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (экзамена) – 40 баллов.
4. Оценка промежуточной аттестации (текущей успеваемости).
 - 4.1. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 60 баллов.
Оценка промежуточной аттестации, при проведении контрольной работы:
 - а). По теме «Численные методы линейной алгебры» – 20 баллов,
 - решение СЛАУ методом Гаусса – 4 баллов;
 - решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главного элемента – 3 баллов;
 - решение СЛАУ итерационным методом простой итерации – 4 баллов;
 - решение СЛАУ итерационным методом вариационного типа – 4 баллов;
 - поиск элементов обратной матрицы, число обусловленности – 5 баллов
 - б). По теме «Методы решения нелинейных уравнений и систем» – 10 баллов:
 - решение нелинейного уравнения методом простой итерации – 2 баллов;
 - решение нелинейного уравнения методом хорд – 1 баллов;
 - решение нелинейного уравнения методом Ньютона – 1 баллов;
 - решение нелинейного уравнения модифицированным методом Ньютона – 1 баллов;
 - решение нелинейного уравнения методом дихотомии – 1 баллов;
 - решение нелинейной системы методом простой итерации – 2 баллов;
 - решение нелинейной системы методом Ньютона – 2 баллов;
 - в). По теме «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка» можно набрать 10 баллов, а именно:
 - решение задачи Коши методом Эйлера 2 балла,
 - решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 2-го порядка 3 балла,
 - решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка 3 балла,
 - решение задачи Коши многошаговым методом 2 балла;
 - г). По теме «Численное решение краевой задачи различными подходами» – 20 баллов;
 - решение краевой задачи методом сеток – 10 балла,
 - решение краевой задачи методом Галеркина – 10 балла,

Максимальное количество баллов по каждому из разделов выставляется тем студентам, кто самостоятельно, ответил на поставленную задачу, с выдачей необходимой иллюстрации. Любое практическое задание должно быть наглядным, запрограмми-

рованным в произвольном приложении (при «программировании» в листе Excel минус 1 балл).

Для усиления контроля посещаемости занятий, предусмотрены «штрафные баллы»:

- пропуск занятия вне зависимости от причины – штраф – 3 балла;
- отработка занятия вне зависимости от причины пропуска возможна в часы консультаций преподавателей, ведущих дисциплину до начала экзаменационной сессии.

5. Оценка семестровой аттестации (экзамена).

Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (экзамена) – 40 баллов.

На экзамене студент должен ответить полностью на поставленные теоретические вопросы. Каждый вопрос, максимально раскрытый, «стоит» 8 баллов.

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

а) основная литература:

1. Гавришина О.Н. Численные методы: учебное пособие / О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина; Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2011. – 238 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков; «Бином. Лаборатория знаний». – 2012. – 636 с. (<http://e.lanbook.com>)
3. Волков Е.А. Численные методы / Е.А. Волков; «Лань». – 2008. – 256 с. (<http://e.lanbook.com>)

б) дополнительная литература:

1. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С., Бахвалов, Н.П.Жидков, Г.М.Кобельков. – М.: Наука. – 1987. – 636 с.
2. Самарский А.А. Численные методы / А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука. – 1989.
3. Гавришина О.Н. Методы приближенных вычислений: учебно – методическое пособие. / О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина. – Кемерово. – КемГУ. – 2006. – 64 с.
4. Гавришина, Ольга Николаевна. Методы приближенных вычислений [Текст] : учеб. пособие. Ч. 1 / О. Н. Гавришина, Ю. Н. Захаров, Л. Н. Фомина. - Кемерово : Кузбассвуиздат, 2006. - 51 с.
5. Гавришина, Ольга Николаевна. Методы приближенных вычислений [Текст] : учеб. пособие. Ч. 2 / О. Н. Гавришина, Ю. А. Захаров, Л. Н. Фомина ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра вычислительной математики. - Кемерово : Кузбассвуиздат, 2008. - 67 с.
6. Гавришина, Ольга Николаевна. Методы приближенных вычислений [Текст] : учеб. пособие. Ч. 3 / О. Н. Гавришина, Ю. Н. Захаров, Л. Н. Фомина ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра вычислительной математики. - Томск : Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2008. - 96 с. <http://edu.kemsu.ru/res/res.htm?id=9686>
7. Самарский А.А. Методы решения сеточных уравнений / Е.С.Николаев, А.А.Самарский. – М.: Наука. – 1978. – 591 с.
8. Калиткин Н.Н. Численные методы / Калиткин Н.Н. – М.: Наука – 1978.–512 с.
9. Ильин В.П. Методы и технологии конечных элементов / В.П. Ильин. – Новосибирск: Изд-во ИВМ и МГ СО РАН. – 2007.–307 с.

8. Перечень ресурсов информационного-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

www.mathnet.ru – общероссийский математический портал;
<http://e.lanbook.com/books/?p f 1 temp id=18&p f 1 65=917&p f 1 63=&p f 1 67=> – электронно-библиотечная система, издательство «Лань»;
www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета МГУ;
http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/matematika/kompyutery_i_matematika/ – электронная библиотека по математике;
http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2720 – федеральный портал российского профессионального образования: Математика и естественно-научное образование;
www.crec.mipt.ru/study – кафедра вычислительной математики МФТИ.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

9.1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины. Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции «Численные методы» в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Подготовка к практическому занятию – 1 час.

Всего в неделю – 3 часа 25 минут.

9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой по численному анализу в библиотеке.

2. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и опробовать решить аналогичную задачу са-

мостоятельно.

9.3. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.

Рекомендуется использовать методические указания по курсу численных методов, текст лекций преподавателя (если он имеется). Рекомендуется использовать электронные учебно-методические пособия по решению задач по численным методам, имеющиеся на факультетском сервере.

9.4. Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по численным методам. Литературу по курсу численных методов рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу численных методов. Однако легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, сколько теорем в этом параграфе и каков их смысл «своими словами», будет ли верна теорема, если опустить некоторые условия в ее формулировке?. Доказательства теорем следует не заучивать, а «понять». С этой целью рекомендуется записать идею доказательства, составить план доказательства, попробовать доказать теорему самостоятельно, может быть другим способом, сравнить доказательство теоремы в конспекте и в учебнике. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики.

9.5. Советы по подготовке к экзамену. Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником по «Численным методам». Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, сколько теорем в этом параграфе и каков их смысл «своими словами», будет ли верна теорема, если опустить некоторые условия в ее формулировке? Доказательства теорем следует не заучивать, а «понять». С этой целью рекомендуется записать идею доказательства, составить план доказательства, попробовать доказать теорему самостоятельно, может быть другим способом, сравнить доказательство теоремы в конспекте и в учебнике. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики.

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и формулировки теорем до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь графически интерпретировать метод решения.

9.6. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами, по выполнению домашних заданий. При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, попытаться запрограммировать. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и опробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

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

1. Компьютерные классы с набором лицензионного базового программного обеспечения для проведения лабораторных занятий;
2. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий;
3. Компьютерное тестирование в системе АСТ по итогам изучения разделов;
4. Skype, для проведения дистанционного обучения и консультаций.

При реализации курса дисциплины используются активные и интерактивные формы обучения, применяются технологии:

Активные формы проведения занятий – это такие формы организации образовательного процесса, которые способствуют разнообразному (индивидуальному, групповому, коллективному) изучению (усвоению) учебных вопросов (проблем), активному взаимодействию обучаемых и преподавателя, живому обмену мнениями между ними, нацеленному на выработку правильного понимания содержания изучаемой темы и способов ее практического использования.

Лекция-визуализация

- Главное – наглядность
- Лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.
- Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации. Чем больше проблемности в наглядной информации, тем выше степень мыслительной активности студента.
- Чтение лекции сводится к связному, развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных материалов, полностью раскрывающему тему данной лекции.
- Формы наглядности: схемы, рисунки, чертежи и т.п.).
- Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

Учебная дискуссия

- Свободная дискуссия – спонтанность развития и невысокая организованность.
- Программированная дискуссия – регламентирована, строится по сценарию. Каждый участник получает роль «генератор идей», «эксперт», «энтузиаст», «синектор» («затравщик»).
- Межгрупповая дискуссия – презентация и обсуждение решений, принятых в микрогруппах.

Лекция-провокация (с запланированными ошибками)

- Подготовка преподавателя к лекции состоит в том, чтобы заложить в ее содержание определенное количество ошибок содержательного, методического или поведенческого характера.
- Список таких ошибок преподаватель приносит на лекцию и знакомит с ними студентов только в конце лекции.
- Подбираются наиболее часто допускаемые ошибки, которые делают как студенты, так и преподаватели в ходе чтения лекции.
- Задача студентов заключается в том, чтобы по ходу лекции отмечать в конспекте замеченные ошибки и назвать их в конце лекции. На разбор ошибок отводится 10-15

минут. В ходе этого разбора даются правильные ответы на вопросы - преподавателем, студентами или совместно.

Преподаватель должен иметь перечень этих ошибок на бумаге, который он по просьбе слушателей обязан предъявить в конце лекции. Лекция с запланированными ошибками выполняет не только стимулирующую функцию, но и контрольную.

Технология мозгового штурма

- Цель – упорядочение, повышение организованности и рационализации творческого процесса.
- Форма – групповая дискуссия, состоящая из двух этапов: коллективной дискуссии и критики и аналитики высказанных решений.
- Правила: на первом этапе – критика запрещена, на втором – выбор лучших идей, их ранжирование, классификация.

Case-study (изучение случаев) метод анализа ситуаций.

- Суть технологии – студентам предлагается текст с подробным описанием ситуации или задачи.
- Задание: осуществить процедуры, связанные с аналитической деятельностью (систематизировать проблемы, ранжировать, произвести расчеты, осуществить сравнение)
- Отличительные особенности: четкая постановка задачи, анализ реальных данных, необходимость выполнять расчеты, представление вариантов решения в количественных показателях, графиках, формулах и т.д.; многовариантность решения

Лекция-беседа

- **Диалог с аудиторией**
- **Основной прием:** озадачивание студентов вопросами в начале лекции и по ее ходу. Вопросы адресуются всей аудитории. Студенты отвечают с мест.
- Вопросы могут быть как простыми для того, чтобы сосредоточить внимание студентов на отдельных аспектах темы, так и проблемными.
- Во время проведения лекции-беседы преподаватель должен следить, чтобы задаваемые вопросы не оставались без ответов

Лекция с разбором конкретных ситуаций

- на обсуждение преподаватель ставит не вопросы, а конкретную ситуацию.
- Студенты анализируют и обсуждают эти микроситуации, обсуждают их сообща, всей аудиторией.

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

При освоении дисциплины для выполнения лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с приложениями программирования на языках C/C++, Delphi, Fortran, с возможностью многопользовательской работы и централизованного администрирования. Каждое рабочее место должно быть оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду КемГУ (в том числе депозитарий информационно-образовательных ресурсов КемГУ) и в электронно-библиотечные системы "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН", "ЛАНЬ" Для проведения лекционных занятий, необходимы мультимедий-

ная аудитория с набором лицензионного базового программного обеспечения. Основным инструментом для тестирования служит программная среда «АСТ-Тест», программные оболочки собственного производства.

Самостоятельная работа по дисциплине может проводиться в компьютерных классах 2 корпуса во внеучебные часы.

В процессе изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптированные формы обучения с учётом индивидуальных психофизиологических особенностей. При определении форм проведения занятий с обучающимися инвалидами учитываются рекомендации данные по результатам медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пользуются специальными рабочими местами, созданными с учётом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

Для лиц с нарушением зрения (слепых и слабовидящих):

- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 201;
- Компьютерный класс RAMEC GALE;
- специализированное мобильное место ЭлНОТ 301;
- принтер Брайля (+ПО для трансляции текста в шрифт Брайля).

Для лиц с нарушением слуха:

- система информационная для слабослышащих стационарная «Исток» С-1И;
- Компьютерный класс RAMEC GALE;
- Платформа Intel BOXSTCK1A32WFC;
- беспроводная звукозаписывающая аппаратура коллективного пользования: радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-3.1.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- компьютерный стол для лиц с нарушениями опорнодвигательной системы с электроприводом;
- клавиатура с накладной и с кнопочной мышкой с расположением кнопок сверху Аккорд;
- беспроводная мышь трекбол для ПК Logitech M570;
- клавиатура с джойстиком для выбора клавиши на цветовом поле.

12. Иные сведения и материалы

12.1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Численные методы» являются:

– качественные базовые математические и естественнонаучные знания, востребованные обществом;

– подготовить бакалавра к успешной работе в области естественнонаучного направления на основе гармоничного сочетания научной, фундаментальной и профессиональной подготовки кадров;

– создать условия для овладения универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

– сформировать социально-личностные качества выпускников: целеустремленность, организованность, трудолюбие, коммуникабельность, умение работать в коллективе, ответственность за конечный результат своей профессиональной деятельности, гражданствен-

ность, толерантность; повышение их общей культуры, способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения.

Курс сопровождается лабораторными занятиями по численным методам, где рассматриваются конкретные приемы разработки математических моделей и применению численных методов, где студенты обязаны решить определенное количество задач на ЭВМ, используя известные методы.

12.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано по выбору студента в следующем виде:

- совместно с другими обучающимися: студент посещает занятия на общих основаниях и непосредственно вовлекается в учебный процесс;
- дистанционно посредством телекоммуникационных технологий: студент прослушивает материал занятий в режиме реального времени, по средствам прямого телемоста (применение Skype или других аналогичных программ и технологий), не находясь непосредственно в учебной аудитории;
- в индивидуальном порядке: преподаватель занимается со студентом индивидуально контактно или посредством телекоммуникационных технологий.

Особые условия предоставляются студентам с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

В случае индивидуального обучения, по окончании изучения курса со студентом проводится индивидуальное собеседование, на котором он демонстрирует полученные знания. В случае необходимости, студенту может заранее быть выдано индивидуальное практическое задание, для самостоятельной подготовки (за месяц или за две недели).

В случае совместного обучения с другими обучающимися лицу с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для выполнения заданий и сдачи экзамена/зачёта, но не более чем на 0.5 часа, при необходимости. Студенты с ограниченными возможностями здоровья сдают экзамен/зачёт в одной аудитории совместно с иными обучающимися, если это не создает трудностей для студентов при сдаче экзамена/зачёта.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья могут в процессе обучения и прохождения текущего и итогового контроля пользоваться техническими средствами, необходимыми им в связи с их индивидуальными особенностями.

Допускается присутствие в аудитории во время сдачи экзамена/зачёта ассистента из числа работников КемГУ или привлечённых лиц, оказывающих студентам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учётом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателями).

Для **лиц с ограниченными возможностями здоровья** предусматриваются следующие особенности проведения учебного процесса:

1. Преподаватель предоставляет студенту учебно-методические материалы, необходимые для освоения изучаемого материала (программа курса, план занятия, опорный конспект, методические пособия или слайд презентации, в случае наличия).

2. Лекционный материал преподается в наглядном виде слайд презентаций или сопровождается схемами, наглядными таблицами.
3. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом, на котором может присутствовать личный помощник.

Для лиц с нарушением слуха дидактический материал (слайд-презентации лекций, задания и инструкции к их выполнению) предоставляются в письменной форме или электронном виде при необходимости. Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.

Для лиц с тяжелыми нарушениями речи текущий и промежуточный контроль проводятся в письменной форме.

Для лиц с нарушением зрения задания и инструкции по их выполнению предоставляются с укрупненным шрифтом, для слепых задания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются им. При необходимости обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, предоставляется увеличивающее устройство, а также возможность использовать собственное увеличивающее устройство.

При необходимости *лица с нарушениями двигательных функций нижних конечностей* выполняют лабораторные работы в аудиториях 2 и 8 корпуса, оснащенных специализированным оборудованием, в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья. Письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС.

Для лиц с нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей лабораторные работы выполняются в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; экзамен и зачет сдаются в устной форме.

Составитель: Фомина Л. Н. доцент кафедры ЮНЕСКО по ИВТ ИФН КемГУ

Макет рабочей программы дисциплины (модуля) разработан в соответствии с приказом Минобрнауки России от 19.12.2013 № 1367, одобрен научно-методическим советом (протокол № 8 от 09.04.2014 г.) и утвержден приказом ректора от 23.04.2014 № 224/10..

Макет обновлён с поправками в части подписей на титульной странице, п.3 добавлена строка для указания часов, проводимых в активной и интерактивной формах обучения, добавлен п. 12.1 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (протокол НМС № 6 от 15.04.2015 г.), утвержден приказом ректора.