

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»

*Математический факультет*



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

***Б1.Б.6 МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ***

---

Направление подготовки

***02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии***

Направленность (профиль) подготовки

***Информатика и компьютерные науки***

Уровень бакалавриата

Форма обучения

*Очная*

*Кемерово 2015*

Рабочая программа дисциплины утверждена Ученым советом факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 9 от 13. 04. 2015 г. )

Утверждена с обновлениями в части реорганизации структуры факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 12 от 22. 06. 2015 г. )

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры ЮНЕСКО по ИВТ

## 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 .....	5
Квалификация: бакалавр.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Б1.Б.6 Методы вычислений .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.1. Объём дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах).....	5
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).....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	11
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	11
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы .....	11
6.2.1. зачет .....	11
6.2.2 Наименование оценочного средства* ( <i>в соответствии с таблицей 6.1</i> ) .....	13
6.2.3 Контрольная работа.....	16
6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций .....	17
Тема «Погрешность» .....	18
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	22
а) основная учебная литература: .....	22
б) дополнительная учебная литература:.....	22
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	22
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	23
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) .....	24
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	25
12.1 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	25

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

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<b>Коды компетенции</b>	<b>результаты освоения ООП Содержание компетенций*</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**</b>
<b>ПК-2</b>	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий	Знать: современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий. Уметь: понимать современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии. Владеть: системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий.
<b>ПК-3</b>	Способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства	Знать: современные инструментальные и вычислительные средства. Уметь: использовать современные инструментальные и вычислительные средства. Владеть: способностью использовать современные инструментальные и вычислительные средства.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Методы вычислений» входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла с кодом УЦ ООП цикла **Б1.Б.6**.

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 дипломных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных, решением конкретных задач из механики, физики и т.п.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5, 6 семестре.

### **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**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), 216 академических часа.

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

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>	
	для очной формы обучения	
Общая трудоемкость дисциплины		252
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		162
Аудиторная работа (всего):		126
Лекции		72
Лабораторные работы		54
в т.ч. в активной и интерактивной формах		34
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		54
Вид промежуточной аттестации обучающегося		
Зачет (5 семестр)		
Экзамен (6 семестр)		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 (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости	
			аудиторные учебные занятия		самостоите льная работа обучающихся		
			всего	лекции			
1.	Погрешности	6	4	2	2	Контрольная работа	
2.	Интерполирование	18	10	8	8	Защита индивид. заданий	
3.	Спектральная задача	3	2	1	1	Защита индивид. заданий	
4.	Численное интегрирование и дифференцирование	6	4	2	2	Защита индивид. заданий	
5.	Численные методы алгебры	22	12	10	10	Защита индивид. заданий	

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости	
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся		
			всего	лекции	семинары, практические занятия		
6.	Методы решения нелинейных уравнений	4	2	2	2	Защита индивид. заданий	
7.	Методы решения систем нелинейных уравнений	3	2	1	1	Защита индивид. заданий	
8.	Численные методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	10	6	4	4	Защита индивид. заданий	
9.	Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	28	16	12	12	Защита индивид. заданий	
10.	Разностные методы решения задач математической физики	26	14	12	12	Защита индивид. заданий	
11.	Экзамен	36					
12.			72	54	54		

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	<b>Погрешности</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1.1.	<b>Тема Погрешность приближенных чисел</b>	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент, свойства погрешностей, погрешности функций
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	<b>абсолютная и относительная погрешности, погрешность вычисления функций</b>	абсолютная и относительная погрешности, погрешность вычисления функций
2	<b>Интерполирование</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
2.1.	<b>Тема Интерполирование многочленами</b>	Интерполяционная формула Лагранжа, погрешность интерполирования. Многочлены Чебышева
2.2	<b>Многочлен Гаусса</b>	Составление таблиц
2.3	<b>Интерполирование сплайнами</b>	Интерполирование сплайнами. Метод скалярной прогонки.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	<b>Формула Лагранжа.</b>	Формула Лагранжа, Гаусса. Линейный и кубический

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
	<b>Многочлены Ньютона и Гаусса. Линейный и кубический сплайны</b>	сплайны

3	<b>Спектральная задача</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
3.1.	<b>Тема</b> Метод скалярных произведений поиска собственных значений. <b>Метод вращения</b>	Определение собственных значений заданной матрицы методом скалярных произведений и методом вращения.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	Собственные значения матриц	

4	<b>Численное интегрирование и дифференцирование</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
4.1.	<b>Тема</b> Квадратурные формулы вычисления определенных интегралов	формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона, оценка погрешности. Квадратурные формулы интерполяционного типа: вывод и оценки. Симметричные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Численная устойчивость квадратурных формул. Квадратурные формулы Гаусса. Численное дифференцирование. Неустойчивость операций численного дифференцирования функций, заданной приближенно.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	формулы трапеций, Симпсона вычисления интеграла, оценка погрешности	

5	<b>Численные методы алгебры</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
5.1.	<b>Тема Приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений</b>	Методы Гаусса решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, обращение матриц. 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. Итерационные методы вариационного типа: метод минимальных невязок, метод минимальных поправок, метод скорейшего спуска.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	<b>Метод Гаусса</b> <b>Метод Простой итерации</b> <b>Метод Зейделя</b> <b>Метод минимальных</b>	

	<b>невязок</b>	
6	<b>Методы решения нелинейных уравнений</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
6.1.	<b>Тема Итерационные методы решения нелинейных уравнений с одним неизвестным</b>	методы простой итерации, Ньютона, секущих. Сходимость метода простой итерации. Сходимость метода Ньютона. Итерационные методы решения системы нелинейных уравнений: м.простой итерации, Ньютона и др.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	<b>Метод касательных</b>	
7	<b>Методы решения систем нелинейных уравнений</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
7.1.	<b>Тема</b>	Итерационные методы решения системы нелинейных уравнений: м.простой итерации, Ньютона и др.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	<b>Метод простой итерации</b>	
8	<b>Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
8.1.	<b>Тема Задача Коши для О.Д.У.</b>	Исходная задача и примеры численных методов.
8.2	<b>Тема Аналитические методы решения Задачи Коши</b>	Метод интегрирования с помощью степенных рядов, метод Пикара
8.3	<b>Тема. Одношаговые методы решения задачи Коши</b>	Методы Рунге-Кутта, вывод, геометрическая интерпретация
8.4	<b>Тема. Многошаговые методы решения задачи Коши.</b>	разностные методы Адамса, вывод
8.5	<b>Тема. Жесткие уравнения</b>	Численное интегрирование жестких систем ОДУ.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		
	<b>Метод Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса</b>	
9	<b>Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных</b>	

	<b>уравнений</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
9.1.	<b>Тема. Метод конечных разностей.</b>	Определения аппроксимации, устойчивости, сходимости о.д.у.
9.2	<b>Тема. Метод прогонки.</b>	Правая, левая и встречная прогонка
9.3	<b>Тема. Метод прогонки со вторым порядком аппроксимации.</b>	Аппроксимация краевых условий со вторым порядком
9.4	<b>Тема. Устойчивость метода прогонки</b>	Условие и вывод условия устойчивости метода прогонки
9.5	<b>Тема. Проекционные методы решения краевых задач для о.д.у.</b>	Методы коллокаций, минимальных квадратов и Галеркина.
<i>Темы лабораторных занятий</i>		

10	<b>Разностные методы решения задач математической физики</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
10.1.	<b>Тема Классификация уравнений в частных производных. Аппроксимация, устойчивость, сходимость разностных схем.</b>	Примеры уравнений в частных производных. Определения аппроксимации, устойчивости, сходимости разностных схем. Теорема Лакса об эквивалентности.
10.2	<b>Тема. Построение разностных схем методом баланса</b>	Примеры разностной аппроксимации.
10.3	<b>Разностные схемы для уравнений 2-го порядка.</b>	Примеры разностных схем
10.4	<b>Исследование аппроксимации, устойчивости, сходимости</b>	Необходимое спектральное условие устойчивости Неймана
10.5	<b>Разностные схемы для уравнения теплопроводности: явная схема</b>	Аппроксимация, устойчивость, сходимость явной схемы уравнения теплопроводности. Численная реализация.
10.6	<b>Разностные схемы для уравнения теплопроводности: неявная.</b>	Аппроксимация, устойчивость, сходимость неявной схемы уравнения теплопроводности. Численная реализация.
10.7	<b>Разностные схемы для уравнения теплопроводности: с весами, повышенной</b>	Схемы Кранка-Николсона, Схема «ромб», Метод расщепления

	<b>точности</b>	
10.8	<b>Разностная схема для уравнения Пуассона (задача Дирихле), численные методы ее решения.</b>	Аппроксимация уравнения Пуассона, аппроксимация краевых условий. Устойчивость схемы.
10.9	<b>Метод матричной прогонки</b>	Решение задачи методом матричной прогонки.
10.10	<b>Итерационные методы решения операторного уравнения</b>	Методы простой итерации с оптимальным параметром. Метод минимальных невязок.
10.11	<b>Метод установления.</b>	Введение фиктивного времени для установления решения.
10.12	<b>Разностные схемы для волнового уравнения</b>	Аппроксимация, устойчивость, сходимость явной и неявной схемы волнового уравнения. Численная реализация
<b>Темы лабораторных занятий</b>		
	<b>Уравнение теплопроводности.</b> <b>Явная схема.</b> <b>Неявная схема.</b> <b>Схема ромб</b> <b>Схема Кранка-Николсона.</b>  <b>Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона.</b> <b>Явная и неявная схема для волнового уравнения.</b>	Численная реализация явной схемы. Исследование аппроксимации и устойчивости. Численная реализация неявной схемы. Исследование аппроксимации и устойчивости. Численная реализация схемы ромб. Исследование аппроксимации и устойчивости. Численная реализация схемы Кранка-Николсона.. Исследование аппроксимации и устойчивости. Итерационные методы решения  Численная реализация явной и неявной схемы. Исследование аппроксимации и устойчивости.

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

- Гавришина О.Н., Захаров Ю.Н., Фомина Л.Н. Численные методы: учебное пособие.- Кемерово.- КемГУ-2011 -238 с. (130шт.)
  - 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.)
  - 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.)
  - 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.)
  - «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.
  - 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
- РПД «Б1.Б.6 Методы вычислений»

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) / и ее формулировка – по желанию	наименование оценочного средства
1.	Погрешность приближенных вычислений	ПК-2	Контрольная работа
2.	Интерполирование	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания
3.	Численное интегрирование	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания
4.	Методы решения СЛАУ	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания, коллоквиум
5.	Решение задачи Коши для О.Д.У.	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания
6.	Решение краевой задачи для О.Д.У.	ПК -3	Выполнение индивидуального задания
7.	Уравнение параболического типа	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания
8.	Уравнение эллиптического типа	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания
9.	Уравнение гиперболического типа	ПК-2, ПК -3	Выполнение индивидуального задания

В качестве текущего контроля знаний студентов используются два компьютерных тестовых задания. Студенты самостоятельно выполняют два семестровых задания. Итоговый контроль: зачет, 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 курса

### **6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы**

#### **6.2.1. зачет**

**ВОПРОСЫ 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.

а) типовые вопросы (задания)

**Пример контрольного задания в 5 семестре:**

1. Используя полином Гаусса при  $n=2$ , найти значение функции  $y = f(x)$  в точке  $x = x_0$  с заданной точностью  $\varepsilon$ .
2. Используя интерполирование функции сплайнами, построить графики заданной функции  $y = f(x)$ , линейного сплайна  $y = S^1(x)$  и кубического сплайна  $y = S^3(x)$ . Вывести практическую погрешность для сплайнов.
3. Написать программу, реализующую приближение функции  $f(x) = \sin(x) \cdot e^x$  в точке  $x=1,213$  с таким шагом, чтобы погрешность интерполяции не превышала  $\varepsilon=0,001$ .

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Задача Коши.
2. Метод Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Общая теория.
3. Метод Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Метод первого порядка.

4. Метод Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Метод второго порядка.
5. Экстраполяционный метод Адамса.
6. Интерполяционный метод Адамса.
7. Метод с забеганием вперед.
8. Метод сеток решения ОДУ. Идея метода сеток и построение разностных аппроксимаций.
9. Метод сеток решения ОДУ. Метод разностной прогонки.
10. Метод Галеркина.
11. Метод моментов.
12. Метод наименьших квадратов.
13. Разностные схемы решения уравнений в частных производных. Основные понятия.
14. Разностные схемы решения уравнений в частных производных. Теорема Лакса.
15. Разностные схемы решения уравнений параболического типа.
16. Метод расщепления.

a) типовые вопросы (задания)

**Пример контрольного задания в 6 семестре**

1. Написать программу, реализующую решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения  $y' = \sin x + \sin y, y(0)=0, x \in [0,1]$  методом Рунге-Кутта.
2. Написать программу, реализующую решение СЛАУ, являющейся разностной задачей для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка

$$-\frac{u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}}{h^2} = \pi^2 \sin \pi x, \quad h=1/N, \quad u_0 = u_N = 0, \quad x \in [0,1]$$

3. Найти решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$$

в единичном квадрате с вершинами в точках A(0;0), B(0;1), C(1;1), D(1;0) методом минимальных невязок.

### 6.2.2 Наименование оценочного средства

- a) типовые задания (вопросы) - образец
- Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации.
  - Метод конечных разностей для уравнения вида  $[a(x)u']' = f(x)$ . Получение симметричной матрицы коэффициентов.
  - Вычислить число  $\pi$ , если  $\pi/4 = \int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$  с шагом  $h=0,2$  по формуле трапеции. Оценить остаточный член.

**Пример индивидуального задания:**

-Используя полином Гаусса при  $n=2$ , найти значение функции

$y = f(x)$  в точке  $x = x_0$  с заданной точностью  $\epsilon$ .

-Используя интерполирование функции сплайнами, построить графики заданной функции  $y = f(x)$ , линейного сплайна  $y = S^1(x)$  и кубического сплайна  $y = S^3(x)$ . Вывести практическую погрешность для сплайнов.

- Написать программу, реализующую приближение функции

$f(x) = \sin(x) \cdot e^x$  в точке  $x=1,213$  с таким шагом, чтобы погрешность интерполяции не превышала  $\epsilon=0,001$ .

### **Пример индивидуального задания**

- Написать программу, реализующую решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения  $y' = \sin x + \sin y$ ,  $y(0)=0$ ,  $x \in [0,1]$  методом Рунге-Кутта.
- Написать программу, реализующую решение СЛАУ, являющейся разностной задачей для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка

$$-\frac{u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}}{h^2} = \pi^2 \sin \pi x, \quad h = 1/N, \quad u_0 = u_N = 0, \quad x \in [0,1]$$

### **б) критерии оценивания компетенций (результатов)**

В каждом семестре студент должен выполнить пять заданий по изучаемым темам. Каждая тема в зависимости от сложности оценивается в БРС определенным количеством баллов. Студент должен показать на компьютере решение задачи, объяснить постановку задачи, метод решения, алгоритм и анализ полученных результатов. Если студент наряду с отлаженной программой отвечает на теоретические вопросы по теме, что свидетельствует о полном понимании сути решаемой задачи, то получает максимальное количество баллов. Если студент имеет отложенную программу, но не отвечает на теоретические вопросы по теме, то получает минимальное количество баллов от возможного (40%). Если наряду с программой, понимает суть метода и постановку задачи, но не умеет анализировать результаты, получает 60% от максимально возможного, 80% от возможного максимального балла студент получает, если понимает суть метода, но допускает неточности в ответе.

### **в) описание шкалы оценивания**

Тема *Элементы теории погрешностей*: письменная контрольная работа – 5 баллов.

Тема *Интерполирование*: - 15 баллов;

Тема *Численное интегрирование*: - 5 баллов;

Тема *Методы приближенного решения уравнения f(x)=0*: - 5 баллов;

Тема *Методы решения СЛАУ* – 15 баллов;

Тема *Приближенные методы решения задачи Коши для о.д.у.* – 5 баллов;

Тема *Приближенные методы решения краевой задачи для линейных д.у. 2-ого порядка* – 5 баллов:

#### **Тема «Погрешность»**

Для получения 30% от максимального балла студент должен: знать все определения; различать виды погрешностей на простейших примерах (неустранимая, методы, вычислительная); различать абсолютную и относительную погрешность.

Для получения 70% от максимального балла студент должен: уметь написать схему главы; знать схему вывода всех оценок; уметь вывести линейную оценку погрешности; различать линейную и нелинейную оценку погрешности (уметь пользоваться линейной оценкой для оценки суммы и произведения аргументов);

Для получения максимального количества баллов студент должен: уметь различать виды погрешностей на любых примерах; проводить правильно и последовательно все выводы оценок.

#### **Тема «Интерполирование»**

Для получения 30% от максимального балла студент должен: знать вид полинома Лагранжа; знать является ли полином Лагранжа единственным; знать определение разделенных и конечных разностей; формулу полиному Ньютона с разделенными разностями; остаточный член полинома Ньютона с разделенными разностями; вид полинома Чебышева; определение многочлена наименее уклоняющегося от нуля; знать для чего используется полином Чебышева; из каких соображений строится полином Гаусса; определение сходимости интерполяционного процесса; формулировку теоремы сходимости

интерполяционного процесса; понятие обратного интерполирования; понятие численного дифференцирования; определение сплайна.

Для получения 70% от максимального балла студент должен: уметь написать схему главы; доказать единственность полинома Лагранжа; правильно излагать алгоритм построения полинома Лагранжа; уметь получать остаточный член полинома Лагранжа; знать случаи использования формул Ньютона; знать как минимизируется оценка остаточного члена полинома Лагранжа с помощью полинома Чебышева; уметь построить сплайн 1-го порядка; уметь поставить задачу для построения кубического сплайна; доказывать минимизирующую свойство кубического сплайна; различать сплайн и полином Лагранжа.

Для получения максимального количества баллов студент должен: различать точечную и интегральную интерполяцию; уметь построить полином Лагранжа; различать случаи использования разделенных и конечных разностей; выводить полином Ньютона с разделенными разностями; знать теорему о сходимости интерполяционного процесса; получать оценку погрешности формул численного дифференцирования; уметь построить план построения кубического сплайна; знать физический смысл минимизации квадратичного функционала кубическим сплайном; знать сравнительную скорость сходимости интерполирования кубическим сплайном и полином Лагранжа.

#### *Тема «Численное интегрирование»*

Для получения 30% от максимального балла студент должен: знать способ построения квадратуры Ньютона-Котеса и оценки погрешности квадратуры; определение квадратуры; для каких полиномов точны квадратуры Ньютона-Котеса и Гаусса; план построения квадратуры Гаусса; путь получения обобщенных квадратур; определение сходимости квадратурного процесса.

Для получения 70% от максимального балла студент должен: знать процесс ортогонализации; знать идеальные основы получения квадратуры Гаусса; знать формулировки всех лемм и теорем; уметь доказывать все теоремы сходимости; выводить квадратуру Ньютона-Котеса и оценку погрешности; понимать для чего вводится весовая функция; знать вид оценки погрешности квадратуры Гаусса; написать схему главы.

Для получения максимального количества баллов студент должен: уметь строить конкретную формулу Ньютона-Котеса и уметь выводить конкретную оценку погрешности; знать пути повышения точности численного интегрирования; уметь доказывать сходимость квадратурной формулы Гаусса для непрерывной функции; знать доказательства всех лемм и теорем; выводить оценку погрешности квадратуры Гаусса.

#### *Тема «Численные методы алгебры»*

Для получения 30% от максимального балла студент должен: знать идею метода Гаусса и метода Гаусса с выделением главного элемента; знать теорему о достаточных условиях сходимости итерационного процесса; знать что такое оптимальный итерационный параметр, идею построения метода минимальных невязок; вид метода Зейделя; вид формул нахождения максимального по модулю собственного числа и вектора, отвечающего этому числу; идею метода вращений.

Для получения 70% от максимального балла студент должен: уметь изложить алгоритм метода Гаусса; знать формулировки всех лемм и теорем и идеи их доказательств; знать, что может быть в реальном итерационном процессе; знать формулу оптимального итерационного параметра и уметь ее получать; знать и доказывать соотношение в скорости сходимости и численной эффективности схемы минимальных невязок и схемы с постоянным оптимальным итеративным параметром.

Для получения максимального количества баллов студент должен: уметь провести полный вывод всех формул метода Гаусса; уметь доказывать все леммы и теоремы; необходимо объяснить характер сходимости в реальном итерационном процессе; уметь построить метод минимальных невязок; уметь построить итерационный процесс нахождения наибольшего по модулю собственного числа самосопряженной матрицы и собственного вектора, отвечающего этому числу и доказать его сходимость; изложить алгоритм метода вращений.

### *Тема «Решение систем нелинейных уравнений»*

Для получения 30% от максимального балла студент должен: знать вид метода простой итерации и метода Ньютона; формулировку теоремы сходимости метода простой итерации; определение порядка итерационного метода; порядок метода простой итерации и метода Ньютона.

Для получения 70% от максимального балла студент должен: уметь написать любую из трех схем; доказывать теорему сходимости для метода простой итерации;

Для получения максимального количества баллов студент должен: уметь выводить метод Ньютона; уметь доказывать теорему сходимости для метода Ньютона; объяснять различие в использовании модификаций метода Ньютона.

### *Тема «Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений»*

Для получения 30% от максимального балла студент должен: вид метода Пикара; вид метода рядов; вид метода Эйлера; идею построения методов Рунге-Кутта, Адамса; различие между одношаговыми многошаговыми методами; идею метода сеток решения граничных задач; формулы замены первой и второй производной разностными соотношениями; определение погрешности аппроксимации разностного оператора второго порядка; определение разностной схемы; знать для чего используется разностная прогонка; знать идеи методов Галеркина, коллокаций, наименьших квадратов.

Для получения 70% от максимального балла студент должен: написать любую из схем; уметь выводить метод Пикара; знать трудности в использовании метода рядов; знать алгоритм построения методов Рунге-Кутта, Адамса; различать экстраполяционные и интерполяционные методы Адамса; знать условие разрешимости метода сеток решения линейного уравнения второго порядка; знать алгоритм вывода формул прогонки; знать формулировки всех лемм и теорем; знать оценку погрешности метода сеток; знать различия между методами Галеркина, коллокаций, наименьших квадратов.

Для получения максимального количества баллов студент должен: выводить оценку погрешности моментов Рунге-Кутта, Адамса; знать определение порядка точности метода; уметь выводить метод Рунге-Кутта и Адамса второго порядка точности; знать идею построения и идею реализации методов с забеганием вперед; уметь показать порядок аппроксимации метода сеток; знать доказательство всех лемм и теорем; уметь выводить и знать формулы прогонки; уметь построить методы Галеркина, коллокаций, наименьших квадратов на рассмотренных краевых задачах.

### **6.2.3 Контрольная работа**

- б) типовые задания (вопросы) - образец

Письменное задание по теме «Погрешности».

#### Формулировка заданий

1. Определить

а)  $\Delta(a^*)$ , если известны  $a$  и  $a^*$ ;

б)  $\Delta(a^*)$ , если известны  $a$ ,  $a^*$  или  $\delta(a^*)$ .

2. Определить верные и значащие цифры числа.

3. Найти линейную оценку погрешности.

4. Построить таблицу значений функции так, чтобы погрешность интерполяции значений функции многочленом 2-й степени по трем узлам интерполяции не превосходила величины  $\varepsilon = 10^{-3}$ .

#### **Вариант №1**

1. а)  $x = \sqrt{44}$ ,  $x^* = 6,63$ ;

б)  $x^* = 21^{\circ}37'$ ,  $\Delta(x^*) = 2''$ .

2.  $x^* = 0,23845$ ,  $\Delta(x^*) = 0,0001$ .

3.  $y = e^{\sin(x_1 + x_2)}$ .

$x_1^* = 2,712(\pm 0,003)$ ,

$x_2^* = 0,0256(\pm 0,005)$ .

4.  $\sin(\sin(x))$ .

Письменное задание по теме *Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений*

Решить методом Галеркина краевую задачу  $y'' - y + x = 0$

$$y(0)=1; \quad y'(1)=1$$

.критерии оценивания компетенций (результатов)

Задача решена неверно или решение отсутствует – 0 баллов;

Задача решена частично (не менее половины) – 50% - 79% от максимально возможного количества баллов по БРС;

Задача решена с незначительными ошибками – 80% от максимально возможного количества баллов по БРС;

Задача решена верно – 100% от максимально возможного количества баллов по БРС;  
описание шкалы оценивания

Контрольная работа оценивается в 5 баллов.

### **6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Балльно-рейтинговая система курса «**Методы вычислений**»

3 курс МФ (5 семестр), направление «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

#### **5 семестр.**

Темы:

##### **1. Элементы теории погрешностей:**

письменное семестровое задание – 5 баллов.

##### **2. Интерполяция – 30 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по карточкам - 5 баллов:

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 20 баллов:

- многочлен Лагранжа, поведение погрешности – 5 баллов;

- многочлен Гаусса 2-ой степени с заданной точностью – 5 баллов;

- линейный сплайн - 2 баллов;

- кубический сплайн – 8 баллов.

##### **3. Численное интегрирование – 20 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по карточкам - 5 баллов:

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 10 баллов:

- формулы трапеции, Симпсона, оценка погрешности – 5 баллов;

- вычисление интеграла с заданной точностью- 5 баллов.

##### **4. Методы приближенного решения уравнения $f(x)=0$ - 15 баллов**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 10 баллов:

- метод касательных - 5 баллов;

- метод секущих – 5 баллов

##### **5. Методы решения СЛАУ – 30 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 25 баллов:

- метод Гаусса с выбором главного элемента – 5 баллов;

- обусловленность матрицы – 8 баллов;

- метод простой итерации или Зейделя – 5 баллов;

- метод минимальных невязок - 7 баллов.

**Зачет по дисциплине выставляется, если студент набрал не менее 60 баллов.**

### Балльно-рейтинговая система курса «Методы вычислений»

3 курс МФ (6 семестр), направление «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

#### **6 семестр.**

Темы:

#### **1. Приближенные методы решения задачи Коши для о.д.у.**

**- 10 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 5 баллов:

#### **2. Приближенные методы решения краевой задачи для линейных д.у.**

**второго порядка – 10 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 5 баллов:

#### **3. Численное решение уравнения теплопроводности - 20 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 15 баллов:

- явная и неявная схемы – 5 баллов;

- схема ромб или Кранка-Николсона - 5 баллов;

- исследование га устойчивость предложенной схемы – 5 баллов.

#### **4. Численное решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона**

**- 15 баллов:**

письменные ответы на вопросы – 5 баллов;

индивидуальные задания по теме с применением компьютера – 10 баллов:

- метод простой итерации с оптимальным параметром – 5 баллов;

- метод минимальных невязок - 5 баллов;

#### **5. Метод Галеркина (семестровое задание) - 5 баллов.**

Проходной балл за работу в семестре – 21 балл

Экзамен – 40 баллов. Проходной балл – 20 баллов

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка</i>
86-100	5 (отлично)
66-85	4 (хорошо)
41-65	3 (удовлетворительно)
0-40	2 (неудовлетворительно)

#### **Тема «Погрешность»**

1. Данна функция  $y=x^{10}$ . Приближенное значение  $x=1$ . Абсолютная погрешность числа равна 0,001. Абсолютная погрешность равна ...

2. Данна функция  $y=x^{10}$ . Приближенное значение  $x=1$ . Абсолютная погрешность числа равна 0,001. Линейная оценка погрешности будет ...

3. Количество верных и значащих цифр приближенного числа  $A^*=0,02356$  будет равно ..., если его абсолютная погрешность равна 0,0002

4. Количество значащих цифр числа 4500,0 равно ...

5. Значащих цифр числа 0,00560800 будет ...

6. Чему равна относительная погрешность числа 7,343 с одним верным знаком, если абсолютная погрешность равна 0,1

7. Пусть  $a$  – точное значение параметра,  $a^*$  - известное к нему приближение. Какой формулой определяется абсолютная погрешность.

8. Пусть  $a$  – точное значение параметра,  $a^*$  - известное к нему приближение. Какой формулой определяется относительная погрешность.
9. Нелинейная оценка предельной абсолютной погрешности  $A(y^*)$
10. Линейная оценка предельной абсолютной погрешности  $A(y^*)$
12. Классификация погрешности.
13. Как найти абсолютную и относительную погрешности произведения, отношения.
14. Для какого класса функции величины и погрешностей аргументов можно получить формулу нелинейной оценки погрешности.
15. Для какого класса функций и величины погрешности аргументов можно получить формулу линейной оценки погрешности.

### **Тема «Интерполирование»**

1. Вид многочлена Лагранжа. Определить формулу для погрешности полинома Лагранжа ( $n-1$ ) - ой степени, построенного по  $n$  узлам... Является ли полином Лагранжа единственным?
2. Чем отличается интерполяционная формула Ньютона от многочлена Лагранжа?
3. Определение сплайна  $m$ -ого порядка
4. В чем преимущество кубического сплайна перед интерполяцией полиномом Лагранжа?.
5. Какое количество узлов необходимо для построения интерполирующего полинома Лагранжа  $n$ -ой степени?
6. Свойства, необходимые при построении интерполяционного кубического сплайна
7. Многочлен Чебышева  $n$ -ой степени
8. Для чего используются корни полинома Чебышева при интерполировании
9. Первая интерполяционная формула Ньютона на равномерной сетке узлов используется для интерполирования в точке  $\dots$  из  $[a,b]$ .
10. Вторая интерполяционная формула Ньютона на равномерной сетке узлов используется для интерполирования в точке  $\dots$  из  $[a,b]$
11. Полином Гаусса, построенный на равномерной сетке узлов, используется для интерполирования в точке  $\dots$  из  $[a,b]$ .
12. Равномерная сходимость интерполяционного процесса - это  $\dots$ .
13. Чем отличаются конечные разности от разделенных разностей. В каких случаях удобно применять разделенные разности, и когда конечные и почему.
14. Какие есть пути уменьшения погрешности интерполирования.
15. Что такое сходимость интерполяции. Привести пример, когда нет сходимости.

### **Тема «Интегрирование»**

1. Формула Симпсона численного интегрирования является точной для любого полинома степени не выше какой степени?
2. Формула трапеции численного интегрирования является точной для любого полинома степени не выше какой степени?
3. Формулы Ньютона-Котеса - для чего предназначены?
4. Формулы Гаусса численного интегрирования являются точными для полинома .какой.. наивысшей алгебраической степени.
5. Составная формула Симпсона для интегрирования имеет какой порядок точности?
6. К численному интегрированию прибегают тогда, когда  $\dots$
7. Как получаются квадратурные формулы Ньютона-Котеса ?
8. Квадратурная формула интерполяционного типа, построенная по  $(n+1)$  узлу  $(x_0, x_1, x_2, \dots, x_n)$ , является точной для любого многочлена какой степени?
9. Для полиномов какой максимальной степени квадратура Ньютона-Котеса, построенная по  $n$  равномерно расположенным узлам, точна?
10. Для полинома какой максимальной степени точна квадратура Гаусса?

11. Обобщенные квадратуры для приближенного вычисления интеграла  $J(f) = \int_a^b f(x)dx$  получаются каким путем?

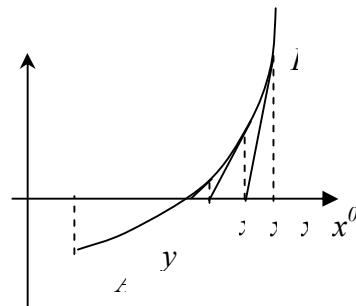
12. Квадратурный процесс сходится тогда, когда ?...
13. Можно ли повысить точность квадратурных формул интерполяционного типа, изменяя количество узлов?
14. Для чего нужна весовая функция  $p(x)$ .
15. Для чего нужна оценка погрешности квадратурной формулы на классе функций.

### Тема «Нелинейные уравнения»

1. Способы отделения корней нелинейного уравнения ...
- 2 Суть метода деления отрезка пополам.
3. За неподвижный конец для начала расчета по методу Ньютона  $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$  берется тот, для которого выполнено условие ?...

4 За подвижный конец для начала расчета по методу Ньютона  $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$  берется тот, для которого выполнено условие ?...

5. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений имеет сходимость какого порядка?.
6. Что означает порядок метода?
7. Доказать сходимость метода касательных
8. Данный график является интерпретацией какого метода



9. Пусть дано нелинейное уравнение  $x^2=\sin(x)$ . Выписать сходящуюся итерационную схему метода простой итерации

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

11. Какой порядок точности имеет метод хорд решения уравнения?
12. Что означает линейная или квадратичная сходимость итерационного метода решения уравнения?

### Тема «Системы линейных алгебраических уравнений»

1. Определение сходимости итерационного метода
2. Что означает, что математическая задача постановлена корректна:
3. Что означает, что устойчивость по входным данным?
4. Чем отличаются прямые методы решения СЛАУ от итерационных?
5. Что такое число обусловленности, что оно характеризует? Свойства числа обусловленности.
6. Как найти число обусловленности симметричной матрицы?
7. Условия применимости Метода Гаусса решения СЛАУ
8. Достаточные условия сходимости метода простой итерации  $x^{k+1} = Bx^k + C$  решения СЛАУ
9. Необходимое и достаточное условие сходимости метода простой итерации  $x_{n+1} = Bx_n + C$  решение СЛАУ  $Ax = f$
10. Что значит стационарный итерационный метод решения СЛАУ?

Что значит неявный итерационный метод решения СЛАУ?

11. Условие сходимости стационарного итерационного метода  $B \frac{x^{k+1} - x^k}{\tau} + Ax^k = f$  решения СЛАУ  $Ax = f$  с симметричной, положительно-определенной матрицей

12. Из каких соображений находятся параметры  $\tau_k$  при построении итерационного метода с чебышевским набором параметров?

13. Как выбираются итерационные параметры  $\tau_k$  в методе минимальных невязок решения СЛАУ?

14. Скорость сходимости метода простой итерации  $x^{n+1} = Bx^n + C$  решения СЛАУ

15. Как найти определитель матрицы, используя метод Гаусса?

### Тема «Задача Коши для обыкновенного диф. уравнения»

1. Постановка задачи Коши для о.д.у. Обзор методов ее решения.
2. Теорема о существовании и единственности задачи Коши для о.д.у.
3. Интегрирование о.д.у. с помощью степенных рядов.
4. Метод последовательных приближений решения задачи Коши для о.д.у.
5. Методы Рунге-Кутта первого порядка (метод Эйлера). Его геометрический смысл.
6. Исправленные методы Эйлера. Геометрическая интерпретация
7. Метод Рунге-Кутта 4-ого порядка.
8. Общий подход к построению многошаговых методов решения задачи Коши для о.д.у. Явные, неявные методы Адамса.
9. Использование методов прогноз-коррекция для решения задачи Коши
10. Устойчивость решения задачи Коши для о.д.у. Плохо обусловленные задачи численного анализа.  
Пример.
11. Жесткие дифференциальные уравнения. Пример. Подходы к решению проблемы.
12. Аппроксимация производной. Явная схема уравнения  $\frac{dy}{dx} + Ay = f(x), A > 0, f(x_0) = y_0$  и ее устойчивость.
13. Аппроксимация производной. Неявная схема уравнения  $\frac{dy}{dx} + Ay = f(x), A > 0, f(x_0) = y_0$  и ее устойчивость.
14. Аппроксимация производной. Схема Ричардсона уравнения  $\frac{dy}{dx} + Ay = f(x), A > 0, f(x_0) = y_0$  и ее устойчивость.

### Тема «Краевая задача для обыкновенного диф. уравнения»

1. Определение хорошей обусловленности линейной краевой задачи.
2. Достаточный признак хорошей обусловленности линейной краевой задачи.
3. Краевые задачи для о.д.у. Общая постановка задач. Примеры различных краевых задач.  
Геометрическая интерпретация. Пример краевой задачи с бесконечным множеством решений, не имеющей решения и имеющей единственное решение.
4. Метод конечных разностей для решения линейной краевой задачи.

5. Метод правой прогонки решения линейной дифференциальных уравнений. Устойчивость метода.
6. Метод левой прогонки решения линейной дифференциальных уравнений. Устойчивость метода.
7. Метод встречных прогонок решения линейных дифференциальных уравнений. Влияние ошибок округления в методе прогонки.
8. Проекционные методы решения линейной дифференциальных уравнений. Суть. Метод коллокации.
9. Проекционные методы решения линейной дифференциальных уравнений. Суть. Метод наименьших квадратов.
10. Проекционные методы решения линейной дифференциальных уравнений. Суть. Метод Галеркина.

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

### **a) основная учебная литература:**

1. Бахвалов, Н. С., Жидков, Н. П. и др. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельников . - 7-е изд. . - М. : Бином. Лаборатория Знаний , 2011 .- 636 с. (50 шт.)
2. Гавришина О.Н., Захаров Ю.Н., Фомина Л.Н. Численные методы: учебное пособие.- Кемерово.- КемГУ-2011 -238 с. (130шт.)
3. 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.)
4. 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.)
5. 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.)

### **б) дополнительная учебная литература:**

1. Самарский, А. А. Методы решения сеточных уравнений. / А. А. Самарский, Е.С. Николаев. – М.: Наука, 1978.
2. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н Калиткин. – М.: Наука – 1978.
3. Гавришина, О.Н. Методы вычислений: учебно – методическое пособие. / О.Н. Гавришина, М.Р. Екимова, Л.Н. Фомина. – Кемерово. – КемГУ. – 2004. – 64 с.
4. Лапчик, М.П., Рагулина, М.И.и др. Численные методы : учеб. пособие / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, Е. К. Хеннер . - 3-е изд., стер. . - М. : Академия , 2008

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

[www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru) – общероссийский математический портал;

[www.library.kemsu.ru](http://www.library.kemsu.ru) - электронный каталог НБ КемГУ;

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека;

[www.lib.mexmat.ru](http://www.lib.mexmat.ru) – электронная библиотека механико-математического факультета МГУ;

[www.newlibrary.ru](http://www.newlibrary.ru) - новая электронная библиотека;  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – федеральный портал российского образования;  
[www.crec.mipt.ru/study](http://www.crec.mipt.ru/study) - кафедра вычислительной математики МФТИ.

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

**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.

### **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 самостоятельно.

### **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.

**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.

**5. Советы по подготовке к экзамену (зачету).** 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. В конце подготовки к экзамену полезно самостоятельно написать программу экзамена.

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

**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 домашнего 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 (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Традиционные образовательные технологии в форме лекций и семинарских занятий, с использованием активных и итеративных технологий (Лекция-визуализация, технология проектной деятельности, лекция-беседа, учебная дискуссия и др.), актуализация прежних знаний (опрос), изложение нового материала, закрепление, домашнее задание; компьютерные лабораторные работы и проведение контрольных мероприятий (экзаменов, зачетов, промежуточного тестирования). И технологии дифференцированного обучения по уровню учебных возможностей студентов и личностно-ориентированные технологии обучения, учитывающие индивидуальные особенности субъекта познания в предметной деятельности. Интернет-тестирование, Интернет-конференции. Интерактивное представление результатов научной деятельности, научные конференции регионального и международного уровня,

общение со студентами посредством скайпа, электронной почты.

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

Два часа в неделю теоретический материал излагается с использованием мультимедийной технологии, два часа на практических занятиях – решение конкретных задач в компьютерных классах.

## **12. Иные сведения и материалы**

### **12.1 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.

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).

Для инвалидов по слуху предусмотрены 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. Вместо устного ответа студентам предлагается отвечать письменно.
4. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом, на котором может присутствовать сурдопереводчик (университет не обязуется предоставлять сурдопереводчика).

Для инвалидов по зрению предусмотрены следующие особенности проведения учебного процесса:

1. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом, во время которых преподаватель в медленном спокойном темпе объясняет учебный материал (возможно повторно), заостряя внимание на ключевых понятиях.
2. Вместо письменного ответа студентам предлагается отвечать устно.
3. Предлагается ознакомиться с литературой по курсу, написанной шрифтом Брайля, при наличии.

Для инвалидов опорно-двигательного аппарата предусмотрены 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. Вместо письменного ответа студентам предлагается отвечать устно.
4. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом.

Составитель (и): Гавришина О.Н., доцент

---