



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и космической физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета

/ Н.М. Буднев

17 апреля 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.О.15.03 Численные методы и математическое моделирование

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) подготовки: Электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника: бакалавр


Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 8

от «22» марта 2024 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

 Паперный В.Л.

Иркутск 2024 г.

## Содержание

<b>I. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП</b> .....	3
<b>III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>IV. Содержание и структура дисциплины</b> .....	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3. Содержание учебного материала .....	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) .....	9
<b>V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)</b> .....	10
а) <i>основная литература</i> .....	10
б) <i>периодические издания</i> .....	11
в) <i>список авторских методических разработок</i> .....	11
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	11
<b>VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)</b> .....	12
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	12
6.2. Программное обеспечение:.....	12
6.3. Технические и электронные средства: .....	12
<b>VII. Образовательные технологии</b> .....	12
<b>VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации</b> .....	12
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС</b> .....	16

## I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

**Цель курса** – дать студентам представление о современных методах обработки информации и исследования явлений путем их численного моделирования на компьютерах, способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

Для достижения данной цели были поставлены **задачи**:

- освоить приемы и методы программирования;
- изучить основы построения численной модели физического явления;
- освоить численные методы и основы математического моделирования.

## II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Курс численные методы и математическое моделирование модуля «информатика» относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла дисциплин. Данная дисциплина предназначена для студентов второго курса.

При изучении данного курса используются разделы и темы следующих дисциплин:

- основы физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, атомная и ядерная физика);
- высшая математика (математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, элементы вычислительной математики, теория вероятностей и математическая статистика)

## III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Курс «Численные методы и математическое моделирование», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, позволяет студенту приобрести следующие общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-5).

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-4	ИДК ОПК5.2	<u>Знать</u> : основные принципы построения систем обработки и передачи информации; <u>Уметь</u> : использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и

		практического использования физических методов
<i>ОПК-5</i>	<i>ИДК ОПК5.1</i>	<u>Знать</u> : основы подхода к анализу информационных процессов; современные аппаратные и программные средства вычислительной техники <u>Владеть</u> : навыками программирования на языке С

#### **IV. Содержание и структура дисциплины**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из них контактная работа 75 часов.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

Из них 30 часов – практическая подготовка

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции и	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
	<b>Раздел 1. Введение в численные методы</b>	<b>4</b>	<b>41,4</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>0,4</b>	<b>10</b>	собеседование, опрос
	Понятие численных методов.		2	1		2			собеседование,
	Визуализация данных.		8	2	2	4		2	собеседование,
	Численное решение нелинейных алгебраических уравнений.		8,1	3	2	4	0,1	2	собеседование
	Решение систем линейных уравнений.		8,1	3	2	4	0,1	2	собеседование
	Численное дифференцирование и интегрирование.		8,1	3	2	4	0,1	2	собеседование
	Интерполяция. Аппроксимация. Экстраполяция.		7,1	3	1	4	0,1	2	собеседование
	<b>Раздел 2. Сплайны</b>	<b>4</b>	<b>39,4</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>0,4</b>	<b>16</b>	собеседование, опрос
	Основные понятия сплайн-функций.		7,1	2	1	4	0,1	2	собеседование
	Локальные B-сплайны.		7,1	3	1	4	0,1	2	собеседование
	Интерполяционные кубические сплайны.		7,1	2	1	4	0,1	2	собеседование
	Сплайны с дефектом, отличным от 1.		7,1	2	1	4	0,1	2	собеседование
	Приближение кривых.		11	1	1	2		8	собеседование
	<b>Раздел 3. Численные методы решений обыкновенных дифференциальных уравнений</b>	<b>4</b>	<b>19,2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0,2</b>	<b>7</b>	собеседование, опрос
	Методы решение уравнений с начальными условиями (задача Коши)		11,1	3	1	6	0,1	4	собеседование
	Методы решения уравнений с граничными условиями (краевая задача).		8,1	2	1	4	0,1	3	собеседование
	Контроль		<b>8</b>						
	<b>Итого часов</b>		<b>108</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	зачёт

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Все разделы	Решение задачи на программирование	В течение семестра	30	Задачи и упражнения	Вся рекомендуемая литература
3	<b>Все разделы</b>	Работа с лекционным материалом и учебной литературой. Подготовка к зачёту	К концу семестра	3	Тест	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				33		

### 4.3. Содержание учебного материала

#### Раздел 1. Введение в численные методы.

##### Тема 1. Понятие численных методов.

Суть возникающих проблем. Влияние погрешности компьютерных вычислений. Пример – “исчезновение” корней и “ложные” корни алгебраических уравнений. Отличие численных алгоритмов от аналитических.

##### Тема 2. Визуализация данных.

Способы отображения вычисленных данных. Использование специализированных средств. Среда Gnuplot. Основные команды, примеры построения графиков функций. Простейшие скрипты среды Gnuplot. Сохранение построенных графиков в файл.

##### Тема 3. Численное решение нелинейных алгебраических уравнений.

Методы касательной, секущей, бисекции. Понятие расходимости алгоритма. Понятие скорости сходимости. Локализация корней.

##### Тема 4. Решение систем линейных уравнений.

Матричный метод (обратной матрицы), метод Крамера, метод Гаусса-Жордана. Реализация методов. Сравнение методов по количеству операций и характеру накопления ошибок. Алгоритмы для случаев диагональных матриц.

##### Тема 5. Численное дифференцирование и интегрирование.

Основная формула дифференциального исчисления. Дифференцирование функций, заданных аналитически. Выбор величины приращения. Дифференцирование дискретно заданных функций. Понятие разделенной разности. Понятие сетки. Численное интегрирование в случае равномерной сетки. Метод прямоугольников и метод Симпсона. Интегрирование функции, заданной на неравномерной сетке. Интегрирование функций, имеющих особую точку.

##### Тема 6. Интерполяция. Аппроксимация. Экстраполяция.

Основные понятия. Линейная и полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа, плюсы и минусы. Кусочная интерполяция. Аппроксимация заданными функциями. Метод наименьших квадратов.

#### Раздел 2. Сплайны.

##### Тема 7. Основные понятия сплайн-функций.

Интерполяционные и аппроксимирующие сплайны. Сглаживающие и локальные сплайны. Представление через B-сплайны. “Сшивки” сплайнов. Понятие дефекта сплайна. Особенности сплайнов на равномерной и неравномерной сетках. Понятие узла сплайна и узла интерполяции.

##### Тема 8. Локальные B-сплайны.

Основные формулы. Подпрограммы вычисления коэффициентов и значений сплайна. Интегрирование и дифференцирование функций, заданных сплайном. Решение уравнений.

##### Тема 9. Интерполяционные кубические сплайны.

Сходимость сплайнов четной и нечетной степеней. Особенности использования на равномерной и неравномерной сетках. Основные формулы. Применение метода универсальной прогонки 3-диагональных матриц для нахождения коэффициентов сплайна.

#### **Тема 10. Сплайны с дефектом, отличным от 1.**

Смысл использования. Алгоритмы построения кубического сплайна дефекта 2 и сплайна 5-степени дефекта 3.

#### **Тема 11. Приближение кривых.**

Проблема замкнутых линий. Использование полярной системы координат. Параметрические сплайны. Кривые Безье. Сплайн Акимы.

### **Раздел 3 . Численные методы решений обыкновенных дифференциальных уравнений.**

#### **Тема 12. Методы решение уравнений с начальными условиями (задача Коши).**

Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго и более высоких порядков.

#### **Тема 13. Методы решения уравнений с граничными условиями (краевая задача).**

Метод «стрельбы» решения обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с граничными условиями. Конечно-разностный метод решения краевой задачи.

#### **4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>5</b>	<b>6</b>
1.	1	Визуализация данных.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	ОПК4 ОПК5
2.	1	Численное решение нелинейных алгебраических уравнений.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	
3.	1	Решение систем линейных уравнений.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	
4.	1	Численное дифференцирование и интегрирование	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	
5.	1	Интерполяция. Аппроксимация. Экстраполяция.	4	4	практ. И твор. Задания, собес.	
6.	2	Основные понятия сплайн-функций.	4	4	практ. И твор. Задания, собес.	
7.	2	Локальные В-сплайны.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	
8.	2	Интерполяционные кубические сплайны.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	
9.	2	Сплайны с дефектом, отличным от 1.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.	



10.	2	Приближение кривых.	4	2	практ. И твор. Задания, собес.
11.	3	Методы решение уравнений с начальными условиями (задача Коши)	6	4	практ. И твор. Задания, собес.
12.	3	Методы решения уравнений с граничными условиями (краевая задача).	4	2	практ. И твор. Задания, собес.

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	Решение задачи на программирование	Написать программу	Вся рекомендуемая литература	31
2.	Текущие консультации				2

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

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.

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не предусмотрены.

**V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)****а) основная литература**

1. Квасов, Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] / Б. И. Квасов. - Москва : Лань", 2016. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2019-3
2. Амосов, А. А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / А. А. Амосов, Н. В. Копченова, Ю. А. Дубинский. - Москва : Лань", 2014. - 672 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Предметный указатель: с. 655-666. - Библиогр.: с. 648-654 (27 назв.). - ISBN 978-5-8114-1623-3
3. Красов, В. И. Практическое программирование [Текст] : учеб. пособие / В. И. Красов, А. А. Перевалов ; рец.: А. Г. Ченский, В. Б. Иванов ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. - 111 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1279-5 : УДК 681.3.06(075.8) . - (66 экз.)

**дополнительная литература**

1. Срочко, В. А. Численные методы [Текст] : курс лекций : учеб. пособие / В. А. Срочко. - СПб. : Лань, 2010. - 202 с. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 200. - ISBN 978-5-8114-1014-9 : УДК 519.6(075.8) - ( 85 экз.)
2. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. Л. Акулич. - Москва : Лань, 2011. - 352 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 347. - ISBN 978-5-8114-0916-7
3. Иванов, В.Б. Компьютерное моделирование и программирование [Текст] : учеб.пособие / В.Б. Иванов; М-во образования РФ. - Иркутск : Изд-во ИГУ.  
Ч.1 : Основы компьютерного моделирования. - 2003. - 91 с. - Библиогр.: с.91. - (33 экз.)  
Ч.2 : Язык программирования СИ. - 2003. - 68 с. - Библиогр.: с. 68. - (50 экз.)  
Ч.3 : Инструментальные средства моделирования. - 2003. - 143 с. - (50 экз.)

*б) периодические издания*

*в) список авторских методических разработок*

1. Красов, В. И. Практическое программирование [Текст] : учеб. пособие / В. И. Красов, А. А. Перевалов ; рец.: А. Г. Ченский, В. Б. Иванов ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. - 111 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1279-5 : УДК 681.3.06(075.8) . – (66 экз.)
2. В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены авторские методические материалы и задания по дисциплине «Численные методы и математическое моделирование».

*г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

- ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

## **VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Применять полученные знания на практике студенты могут в двух специальных дисплейных классах с современной вычислительной техникой и соответствующим программным обеспечением. В классе имеет 14 стационарных компьютеров (Intel Atom CPU D2500) с мониторами (Samsung S19A10 18.5"), WiFi-роутер 54M Wireless Router TL-WR542G, маршрутизатор DES-1005D. Компьютеры имеют доступ к локальной сети университета и выход в Интернет. Студенты могут самостоятельно закреплять полученный на лекциях материал в этих классах. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: переносной проектор (CASIO XJ-A241), стационарный настенный экран (Classic Solution, 244x244), ноутбук Lenovo B590. Кроме того, на факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы.

### **6.2. Программное обеспечение:**

На каждом компьютере установлены ОС Linux (Ubuntu 14.04.2 LTS) и следующие программные пакеты: Geany 1.23.1, Midnight Commander, Leafpad, Mozilla, Gnuplot, Evince 3.10.3, LibreOffice 4.2.8.2. Все установленное программное обеспечение Freeware. Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

Во время занятий в компьютерном классе студентам демонстрируются на экране дополнительные и вспомогательные материалы (презентации, примеры использования программных кодов)

## **VII. Образовательные технологии**

Изучение курса «Численные методы и математическое моделирование» идет в плане накопительной системы, т.е. содержательная часть каждого раздела, как правило, может завершаться либо тестовым контролем оценки знаний, либо индивидуальными заданиями на практическом занятии. Студент в течение каждого семестра должен выполнить определённое количество практических заданий. Контроль самостоятельной работы осуществляется при проверке созданной студентом компьютерной программы или модели из списка *семестровых заданий* по теме соответствующего раздела. Преподаватель оценивает работоспособность программы, её завершенность, гибкость, универсальность и рациональность. В зависимости от степени успеваемости студента и недочетов программы, даётся дополнительное задание. Итоговый контроль: зачёт.

## **VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **8.1. Оценочные материалы (ОМ)**

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

## 8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

Входной контроль не осуществляется.

## 8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Каждое задание предполагает написание студентом программы в среде Geany на заданную тему, отладка и защита ее. При необходимости провести исследование полученной модели путем изменения параметров задачи. За выполнение задания студент получает определенное количество баллов. Однотипные задания собраны в разделы. Для получения оценки за зачёта в семестре необходимо набрать 20 баллов, выполнив хотя бы по одному заданию из каждого раздела. Текст заданий приведён ниже.

1. *Найти корень уравнения  $\sin(x)=0.5$  на интервале от 0 до 1 с относительной ошибкой, не превышающей 1%. Решение получить двумя способами: 1 - использовать метод половинного деления; 2 – использовать метод хорд. Убедиться в том, что для оптимально написанных программ метод хорд более эффективен по быстродействию. Подтверждением этому должен служить тот факт, что для достижения одинаковой точности во втором методе требуется меньшее число обращений к функции (в данном случае к функции  $\sin(x)$ ).*
2. *Методом трапеций и методом Симпсона вычислить с заданной точностью определенный интеграл:*

$$\int_0^{\pi} \sin(x) dx.$$

*Убедиться в том, что метод Симпсона дает более точное значение интеграла по сравнению с методом трапеций при одинаковом числе разбиений интервала интегрирования.*

3. *Решить дифференциальное уравнение  $y'=y$  на интервале от 0 до 2 с начальным условием  $y(0)=1$  методом Эйлера и по неявной схеме. Сравнить оба численных решения с точным  $y=e^x$  путем построения графиков решений. Предусмотреть возможность изменения величины шага интегрирования, и убедиться в том, что с уменьшением шага точность улучшается.*
4. *Методом Рунге-Кутты четвертого порядка решить дифференциальное уравнение:*

$$\frac{dy}{dx} = xy$$

*с начальным условием  $y(0)=1$  на интервале от 0 до 1. Построить графики численного решения и точного решения:*

$$y = e^{x^2/2}.$$

5. *Составить программу, вычисляющую функцию  $\sin(x)$  с помощью разложения в функции в ряд Тейлора. Вычисление функции должно быть выполнено с заданной относительной точностью.*
6. *Найти точку, доставляющую минимум функции двух переменных:*

$$f(x, y) = x^2 - \sqrt{y} + y \sin(2x) + 2.5$$

*при ограничениях:*

$$y \geq 1, \quad x^2 + y^2 \leq 9, \quad 2x + 3y \geq 4.$$

7. *Методом прогонки решить следующую краевую задачу:*

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + 2 \frac{dy}{dx} - xy = e^x, \quad y(1) = 0, \quad y(2) = 1.$$

*Построить графики численного решения и точного решения:*

$$y = \frac{e^x}{2} + \frac{C_1 e^x - C_2 e^{-x}}{x},$$

где

$$C_1 = \frac{5 - 2e^2}{2(e^2 - 1)}, \quad C_2 = \left(C_1 + \frac{1}{2}\right)e^2.$$

Проанализировать зависимость точности численного решения от числа разбиений интервала, на котором ищется решение.

8. Найти производные функций аналитически и численно. Нарисовать графики, сравнить.

1)  $y = |x|$

2)  $y = (x+2)^{\frac{2}{3}} - (x-2)^{\frac{2}{3}}$

3)  $y = \frac{e^x}{1+x}$

4)  $y = \sqrt[3]{\frac{x^2}{x+1}}$

5)  $y = \frac{a^x}{1+a^{2x}} - \frac{1-a^{2x}}{1+a^{2x}} \operatorname{arctg}(a^{-x}) \quad a > 1$

6)  $y = x^2 \sin\left(\frac{1}{x}\right)$

7)  $y = x^3 \sin\left(\frac{1}{x}\right)$

9. Построить интерполяционный полином для функции  $f(x)$ . Исследовать качество интерполяции в зависимости от числа узлов интерполяции.

1)  $f(x) = \sin(2\pi x), \quad x \in [-2, 2]$

2)  $f(x) = e^{-x^2} + x^2 + \sin(2\pi x), \quad x \in [-2, 2]$

3)  $f(x) = \frac{1}{1+2x^2}, \quad x \in [-2, 2]$

10. Написать программу для вычисления базовых сплайнов.

11. Построить графики базисных сплайнов  $B_{0,i}(x)$ ,  $B_{1,i}(x)$ ,  $B_{2,i}(x)$ .

### 8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Собеседование при защите готовой программы	Все темы	ОПК-5
2.	Подготовка к зачёту	Все разделы	ОПК-4, ОПК-5

Примерный список вопросов к зачёту:

1. Приближенное решение трансцендентных уравнений
2. Методы вычислений определенных интегралов
3. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений в постановке задачи Коши.
4. Численное решение линейных дифференциальных уравнений в задаче с краевыми условиями.
5. Формирование математических и компьютерных моделей.
6. Реализация основных численных методов в пакете.

**Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п.III:**

1. Что выполняет подпрограмма:

```
double fr(double a, double b, double eps){
    while(fabs(b-a)>eps) {i++;
        a=b-(b-a)*f(b)/(f(b)-f(a));
        b=a-(a-b)*f(a)/(f(a)-f(b));
    }
    return (b);
}
```


- вычисляет производную функции  $f(x)$ ;
  - вычисляет корень функции  $f(x)$ ;
  - вычисляет интеграл от функции  $f(x)$ ;
  - аппроксимирует функцию  $f(x)$  методом наименьших квадратов
2. Интерполирующая и экстраполирующая функции отличаются
- областью определения
  - областью распространения
  - областью ограничения
  - областью обнаружения
3. Сглаживающий сплайн предназначен для
- дифференцирования
  - интегрирования
  - интерполирования
  - аппроксимации
4. Как правило, все сплайны строят через базисные сплайны (В-сплайны). Это обеспечивает:
- локальность
  - легальность
  - точность
  - гладкость
5. Метод наименьших квадратов (МНК) применяется для
- вычисления коэффициентов интерполирующей функции
  - подбора параметров фитирующей функции
  - уменьшения ошибок аппроксимирующей функции
  - определения радиуса округляющей функции
6. Метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона — способы численного
- дифференцирования
  - интегрирования
  - решения уравнений
  - построения сплайнов

7. Применяя дискретное преобразование Фурье (ДПФ) к набору значений функции с определенным шагом по времени получают набор значений спектра с некоторым шагом по частоте. Это для выигрыша в
- частоте
  - простоте
  - точности
  - помехозащищенности
8. Частота Найквиста — это максимальная известная частота в спектре сигнала для данного набора временных отсчетов. Она определяется
- погрешностью отсчетов
  - шагом отсчетов
  - значением отсчетов
  - количеством отсчетов
9. При численном дифференцировании вычисление 1-ой и 2-ой производной происходит с определенной погрешностью. При этом
- погрешность вычисления  $y'$  больше погрешности  $y''$
  - погрешность вычисления  $y'$  меньше погрешности  $y''$
  - обе погрешности равны
  - обе погрешности равны нулю
10. Фраза «сплайн дефекта 1» позволяет судить о
- качестве сплайна
  - количестве сплайна
  - гладкости сплайна
  - гладкости сплайна
11. Использование базисных сплайнов обеспечивает следующее свойство матрицы интерполяции:
- обратимость
  - квадратность
  - диагональность
  - транспонируемость
12. Методы хорд, секущих, Ньютона, бисекции — это алгоритмы
- интегрирования
  - решения систем линейных уравнений
  - решения нелинейных уравнений
  - решения дифференциальных уравнений
13. Применительно к курсу численных методов математического анализа, «бабочка» — это
- операция алгоритма Кули-Тьюки
  - операция схемы Горнера
  - реализация метода Симпсона
  - стиль плавающей арифметики
14. Для решения уравнения  $F(x)=0$  в случае очень медленно меняющейся функции лучше использовать метод
- Ньютона
  - секущих
  - хорд
  - дихотомии
15. Сплайн — это
- алгоритм
  - функция
  - формула
  - абстракция



16. Формулы Крамера в численных методах не используют из-за
- сложности вычислений
  - ошибок вычислений
  - долгих вычислений
  - неясности вычислений
17. При построении сплайнов ленточные матрицы в условиях интерполяции обеспечивают
- скорость вычислений
  - малую погрешность вычислений
  - оригинальность вычислений
  - простоту вычислений
18. При численном суммировании рядов оказывается, что все ряды «сходятся». Это происходит из-за
- скорости компьютерных вычислений
  - погрешности компьютерных вычислений
  - использования нескольких процессоров
  - правильного порядка байтов в памяти
19. Узлы сплайна — это
- точки задания значений функции и производных
  - точки сшивки значений функции и производных
  - точки интерполяции значений функции и производных
  - точки аппроксимации значений функции и производных

**Разработчики:**

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

доцент, к.ф.-м.н.  
 (занимаемая должность)

С.П., Горбунов  
 (инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
 « 22 » марта 2024 г.

Протокол № 8, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**