Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Институт экологии

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы решения задач математического моделирования

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса - овладение обучающимися основными понятиями и методами приближенного и численного решения математических задач, возникающих при моделировании процессов в экологии и экономике

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	**Компетенция**	**Индикаторы достижения компетенции** (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знать основные разделы научной дисциплины и ее базовые идеи и методы, формулировки актуальных и значимых задач фундаментальной и прикладной математики.
		ОПК-1.2 Уметь использовать методы математического моделирования, информационные технологии для решения задач фундаментальной и прикладной математики..
		ОПК-1.3 Владеть практическими навыками решения задач фундаментальной и прикладной математики, методами математического моделирования, информационными технологиями и основами их использования в профессиональной деятельности, навыками профессионального мышления и арсеналом методов и подходов, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах.
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1 Знать литературные и другие информационные источники по разрабатываемой теме исследований; профессиональную терминологию; основные понятия, методы и принципы математического моделирования, методы построения и исследования математических моделей в естественных науках.
		ОПК-2.2 Уметь применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно использовать математические модели в научных исследованиях, ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей.

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		ОПК-2.3 Владеть основными методами научных исследований, статистической обработки экспериментальных данных, методами и алгоритмами интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели с помощью современных программных комплексов
ПК-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	ПК-1.1 Знать: классические методы, применяемые в прикладной математике и информатике; необходимые и достаточные условия их реализации
		ПК-1.2 Уметь: самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задач и разрабатывать новые методы для получения новых научных и прикладных результатов
		ПК-1.3 Владеть: Наукоемкими технологиями и пакетами прикладных программ для решения прикладных задач
ПК-3	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	ПК-3.1 Знает современные тенденции развития, научные и прикладные достижения в области собственной научно-исследовательской деятельности, физико-математический аппарат для моделирования (формализации) объектов или процессов реального мира
		ПК-3.2 Умеет решать стандартные и не стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности, анализировать и систематизировать результаты собственных исследований, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
		ПК-3.3 Владеет математический аппаратом для моделирования (формализации) объектов или процессов реального мира, анализом отечественной и зарубежной научно-технической информацию по профессиональной тематике

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Численные методы решения задач математического моделирования» относится к *базовой* компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Математические модели экономических процессов Математические модели динамических процессов биосферы	Прикладные задачи математического моделирования Дополнительные главы математического моделирования
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	Теория вероятностей и математическая статистика Дифференциальные уравнения Вариационное исчисление и оптимальное управление	Дополнительные главы математического моделирования
ПК-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива		Технологии вычислительного эксперимента Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика
ПК-3	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	Теория вероятностей и математическая статистика Дифференциальные уравнения Дискретная математика Вариационное исчисление и оптимальное управление Математические модели динамических процессов биосферы	Технологии вычислительного эксперимента Дополнительные главы математического моделирования Теория и методы разработки управленческих решений Финансовое моделирование и прогнозирование Управление природными ресурсами Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования» составляет 4 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для ***ОЧНОЙ*** *формы обучения*

Вид учебной работы		ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
			1	**2**	**3**	**4**
Контактная работа, ак.ч.		*34*		*34*		
Лекции (**ЛК**)		17		17		
Лабораторные работы (**ЛР**)						
Практические/семинарские занятия (**СЗ**)		17		17		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.		*91*		*91*		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.		*19*		*19*		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	**144**		**144**		
	зач.ед.	**4**		**4**		

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для ***<u>ОЧНО-ЗАОЧНОЙ</u>*** *формы обучения**

Вид учебной работы		ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
			1	**2**	**3**	**4**
Контактная работа, ак.ч.		*17*		*17*		
Лекции (**ЛК**)						
Лабораторные работы (**ЛР**)						
Практические/семинарские занятия (**СЗ**)		17		17		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.		*74*		*74*		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.		*36*		*36*		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	**144**		**144**		
	зач.ед.	**4**		**4**		

* - заполняется в случае реализации программы в очно-заочной форме

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	**Содержание раздела (темы)**	**Вид учебной работы***
Интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа	Постановка задачи интерполяции; интерполяционный многочлен Лагранжа; существование и единственность. Оценка погрешности интерполяционной формулы. Многочлены Чебышева, их свойства. Минимизация остаточного члена погрешности интерполирования.	ЛК, СЗ
Интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона	Разделенные разности. Интерполяционный многочлен Лагранжа в форме Ньютона с разделенными разностями. Интерполяционный многочлен с кратными узлами.	ЛК, СЗ
Интерполяция сплайнами	Сплайны; построение кубического интерполяционного сплайна. Метод прогонки для решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей; обоснование метода прогонки.	ЛК, СЗ
Приближение функций	Наилучшее приближение в нормированном пространстве; существование наилучшего приближения; наилучшее равномерное приближение; точки чебышевского альтернанса. Наилучшее приближение в гильбертовом	ЛК, СЗ

	пространстве. Метод наименьших квадратов. Полные системы в гильбертовом пространстве; ортогональные многочлены. Дискретный ряд Фурье.	
Численное интегрирование	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса; оценка погрешности. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Составные квадратурные формулы; формулы Рунге оценки погрешности и уточнения приближения на сгущающихся сетках. Квадратурные формулы Гаусса.	ЛК, СЗ
Численное интегрирование ОДУ	Задача Коши для ОДУ; метод разложения в ряд Тейлора, метод Эйлера. Методы второго порядка для задачи Коши для ОДУ. Методы Рунге-Кутта.	ЛК, СЗ
Решение систем линейных уравнений	Линейные системы уравнений; число обусловленности; регуляризация плохо обусловленных систем. Метод исключения Гаусса с выбором главного элемента; схема Халецкого. Метод квадратного корня.	ЛК, СЗ
Итерационные методы решения линейных систем	Итерационные методы решения линейных систем; метод простой итерации (МПИ); достаточное условие сходимости; теорема о необходимом и достаточном условии сходимости МПИ. 1-я теорема Самарского; метод Зейделя. 2-я теорема Самарского; оптимальный шаг МПИ.	ЛК, СЗ
Решение систем нелинейных уравнений	Решение систем нелинейных уравнений; МПИ; теорема о сжимающем отображении. Теорема о достаточном условии сходимости МПИ. Метод Ньютона; теорема сходимости. Методы решения одного уравнения.	ЛК, СЗ
Поиск минимума функций	Поиск минимума функций; стационарные точки; метод градиентного спуска. Метод наискорейшего градиентного спуска; метод наискорейшего градиентного спуска для линейной системы.	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **<u>ОЧНОЙ</u>** форме обучения: *ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.*

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	**Оснащение аудитории**	**Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины** (при необходимости)
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 15 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	MS Windows 10 64bit Microsoft Office 2010
Для самостоятельной	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для	MS Windows 10 64bit Microsoft Office 2010

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
работы обучающихся	проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО**!

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Бахвалов Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2020. - 639 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70767.
2.Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2020. - 243 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70743.
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 'Прикладная математика' /Изд. 3-е, стер. - Москва : Высшая школа, 2009 .- 839 с.

Дополнительная литература:
1.Численные методы анализа/Ф.Г. Авхадиев .- Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. - 126 с. - http://kpfu.ru/portal/docs/F_739637412/Avhadiev._.Chislennye.metody.analiza.pdf 2. Волков, Е.А.
2. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. - Санкт-Петербург : Лань, 2008. - 256 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/54 3.
3.Вычислительная линейная алгебра : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 230400 'Прикладная математика' и специальности 230401 'Прикладная математика' / В. М. Вержбицкий .- Москва : Высшая школа, 2009 .-350с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Численные методы в задачах и упражнениях - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4399
Единое образовательное окно - http://window.edu.ru/
Методы вычислительной математики - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=255
Общероссийский математический портал - http://www.mathnet.ru/

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент департамента ЭБиМКП		**Ледащева Т.Н.**
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент департамента ЭБиМКП		**Ледащева Т.Н.**
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.

Приложение
К рабочей программе дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования»
ОП ВО «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике»

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Численные методы решения задач математического моделирования»

Описание бально - рейтинговой системы.

Знания студентов оцениваются по рейтинговой системе. Оценка знаний по рейтинговой системе основана на идее поощрения систематической работы студента в течение всего периода обучения.

При выставлении оценок используется бально-рейтинговая система, в соответствии с Положением о БРС оценки качества освоения основных образовательных программ, принятого Решением Ученого совета университета (протокол №6 от 17.06.2013 г) и утвержденного Приказом Ректора Университета от 20.06.2013 года.

Система оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	ESTC
95-100	5	A
86-94		B
69-85	4	C
61-68	3	D
51-60		E
31-50	2	FX
0-30		F
51-100	Зачет	Passed

Правила применения БРС

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Студент не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам.
5. График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.

6. Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершении отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие студента на контрольном мероприятии признается не уважительным.
9. Студент допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре.

шкалы оценивания

Оценочное средство	Шкала оценивания			
	Ниже порогового	Пороговый	Базовый	Высокий
Работа на семинаре, групповое обсуждение, решение общих задач	Отсутствие участия 0	Единичное высказывание 0,5	Активное участие в обсуждении 1	Высказывание неординарных суждений 1
Выполнение домашних заданий	Невыполнение 0	Решение не в срок 1	Решение в срок, с ошибками 2	Решение в срок, без ошибок 2
Контрольная работа, расчетно-графическая работа	Отсутствие решения, неправильное решение 0-4, 0-7	Неполное решение, решение с ошибками 5-8, 8-13	Решение с вычислительными ошибками 9-13, 14-19	Решение без ошибок, с недочетом 14, 20

Варианты вопросов тестовых контрольных работ

1. Функция $u(x,y)$ задана таблицей

$x \setminus y$	1	1,2	1,4
0,5	1,1	1,4	1,7
0,6	1,3	1,5	2,1
0,7	1,8	1,7	2,0

Значение частной производной $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$, вычисленное с помощью центральной разности в точке $x = 0,6$ $y = 1,2$, равно

- 11
- 9
- 10,56
- 10

2. Число 125,7 в ЭВМ для режима с плавающей точкой в нормализованном виде имеет следующее представление

- 125,7
- $1,257 \cdot 10^2$
- $0,01257 \cdot 10^4$
- $0,1257 \cdot 10^3$

3. Явлением Рунге называется такое поведение интерполяционного многочлена $\varphi(x)$ на отрезке при равномерном распределении на нем узлов, когда при n □□

- $\varphi(x)$ расходится во всех точках отрезка
- значения этого многочлена на одной части отрезка сходятся к интерполируемой функции $f(x)$, а на другой - нет
- $\varphi(x)$ сходится во всех точках отрезка
- $\varphi(x)$ сходится во всех точках отрезка, кроме его концов

4. Ядро интегрального уравнения называется вырожденным, если оно имеет вид (ответ-4)

- $K(x,s) = K(s,x)$
- $K(x,s) = f(x)$.
- $K(x,s) = 0$ при $x = s$
- $K(x,s) = \sum_{i=0}^{n} \varphi_i(x)\psi_i(s)$

5. Якобиан системы нелинейных уравнений в данной точке представляет собой

- функцию
- вектор
- матрицу
- число

6. Норма матрицы $A = \{a_{ij}\}$- это

а) вектор – строка; б) число; в) вектор – столбец.

7. Норма 2 матрицы $\begin{pmatrix} 12 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 1 & -9 & 4 \\ 6 & -3 & 3 & 2 \\ 11 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$ равна

а) 30; б) 39; в) 28,6356.

8. Процесс построения значения корней системы с заданной точностью в виде предела последовательности некоторых векторов называется

а) итерационным; б) сходящимся; в) расходящимся.

9. Процесс Зейделя для линейной системы $X = \beta + \alpha X$ сходится к единственному решению при любом выборе начального приближения, если какая-нибудь из норм матрицы α

а) больше единицы; б) меньше единицы; в) равна единице.

10. Процесс нахождения приближенных значений корней уравнения разбивается на

а) построение графика и уточнение корней до заданной степени точности;
б) отделение корней и уточнение корней до заданной степени точности;
в) уточнение корней до заданной степени точности и определение погрешности приближения.

11. Количество действительных положительных корней алгебраического уравнения $P_n(x) = 0$ с действительными коэффициентами (подсчитываемыми каждый столько раз, какова его кратность) либо равно числу перемен знака в последовательности коэффициентов уравнения, либо на четное число меньше. Это правило

а) Декарта; б) Штурма; в) Лагранжа.

12. Верхняя граница положительных корней уравнения $P_n(x) = 0$ по методу Лагранжа находится по формуле

а) $R = 1 + \sqrt[m]{\frac{B}{a_0}}$, m - номер первого отрицательного коэффициента, B -наибольшая из абсолютных величин отрицательных коэффициентов $P_n(x)$;

б) $R = 1 + \frac{A}{a_0}$;

в) $x = R$, при котором $P_n(x)$ и все производные принимают положительные значения.

13. Интерполяционным многочленом называется многочлен,
а) значения которого в узлах интерполяции равны значению табличной функции в этих узлах;
б) n-й степени;
в) параболического вида.

14. Конечные табличные разности используются в интерполяционной формуле
а) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;
б) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;
в) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;
г) Лагранжа для равноотстоящих узлов интерполяции.

15. Первый интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид:

а) $L_n(x) = \sum_{i=0}^{n} y_i \dfrac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)}$;

б) $P_n(x) = y_0 + \dfrac{\Delta y_0}{1!h}(x-x_0) + \dfrac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x-x_0)(x-x_1) + \dots +$

$+\dfrac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_0)\dots(x-x_{n-1})$;

в) $P_n(x) = y_n + \dfrac{\Delta y_{n-1}}{1!h}(x-x_n) + \dfrac{\Delta^2 y_{n-2}}{2!h^2}(x-x_n)(x-x_{n-1}) + \dots +$

$+\dfrac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_n)\dots(x-x_1)$

16. Квадратурная формула Гаусса имеет вид

а) $\int\limits_a^b f(x)\partial x \approx (b-a)\dfrac{f(a)+f(b)}{2}$;

б) $\int\limits_a^b f(x)\partial x \approx \dfrac{(b-a)}{n}\sum\limits_{i=0}^{n-1} y_i$;

в) $\int\limits_a^b f(x)\partial x \approx \dfrac{(b-a)}{6n}\left[(y_0+y_{2n})+(4(y_1+\dots+y_{2n-1})+2(y_2+\dots+y_2+\dots+y_{2n-2}))\right]$;

г) $\int f(x)\partial x \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n)$.

17. По методу Пикара любое приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

а) $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$, где $\Delta y_k = y_k' \dfrac{b-a}{n}$;

б) $y_n(x) = y_0 + \int\limits_{x_0}^{x} f(x, y_{n-1})\partial x$;

в) $y_{i+1} = y_i + h\dfrac{y_i' + \tilde{y}_{i+1}'}{2}$, где $\tilde{y}_{i+1}' = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1})$;

г) $y_{i+1}^{(k)} = y_i + \dfrac{h}{2}\left[f(x_i, y_i) + f\left(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)}\right)\right]$;

д) $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$, где $\Delta y_i = \dfrac{1}{6}\left(k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)}\right)$.

18. Максимальная сумма модулей элементов матрицы по строкам есть
а) норма 2; б) норма 3; в) норма 1.

19. Норма 3 матрицы $\begin{pmatrix} 12 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 1 & -9 & 4 \\ 6 & -3 & 3 & 2 \\ 11 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$ равна

а) 30; б) 39; в) 28,6356.

20. Итерационный процесс построения приближений по формуле $X^{(k+1)} = \beta + \alpha X^{(k)}$ называется

а) методом Зейделя;
б) методом Ньютона;
в) методом итерации.

21. Процесс Зейделя для линейной системы $X = \beta + \alpha X$ сходится к единственному решению при любом выборе начального приближения, если

а) какая - ни будь из норм матрицы α меньше единицы;

б) и только если норма 1 матрицы α меньше единицы;

в) и только если норма 1 матрицы α равна единице.

22. К способам уточнения корней не относится

а) метод проб, метод хорд, метод касательных, метод итераций;

б) метод проб, метод хорд, метод касательных, метод Зейделя;

в) метод проб, метод хорд, метод касательных.

23. Число отрицательных корней уравнения $P_n(x) = 0$ равно числу

а) перемен знака в последовательности коэффициентов $P_n(-x)$ или на четное число меньше;

б) постоянств знака в последовательности коэффициентов $P_n(-x)$ или на четное число меньше;

в) постоянств знака в последовательности коэффициентов $P_n(x)$ или на четное число меньше.

24. Верхняя граница положительных корней уравнения $P_n(x) = 0$ по методу Ньютона находится по формуле

а) $R = 1 + \sqrt[m]{\frac{B}{a_0}}, m$ - номер первого отрицательного коэффициента, B -наибольшая из абсолютных величин отрицательных коэффициентов $P_n(x)$;

б) $R = 1 + \frac{A}{a_0}$;

в) $x = R$, при котором $P_n(x)$ и все производные принимают положительные значения.

25. Разность между значениями функции в соседних узлах интерполяции называется

а) центральной разностью первого порядка;
б) конечной разностью первого порядка;
в) разделенной разностью первого порядка.

Варианты задач

Задача № 1.

Построить кусочно-линейный интерполянт по заданной таблице узлов интерполяции. Вычислить с помощью построенного интерполянта значения функции в точках, расположенных между узлами интерполяции. Определить погрешность вычисления значений функции в точках x_{01}= 23,4, x_{02}= = 50,2
F(x) = lnx^2

x_i	-11,2	-0,5	18,3	43,7	69,2	110,8
$F(x_i)$	4,83	-1,39	5,81	7,55	8,47	9,41

По построенному интерполянту вычислить значения функции F(x) в точках x_{01}= 23,4 и x_{02} = 50,2.

Задача №2.

Найти корни уравнения F(x) = 0 методом половинного деления с точностью ε = 0,01.
Получить в качестве результата значение корня уравнения и значение полученной погрешности решения $x^4 + 3x - 20 = 0 \quad x > 0$

Задача № 3.

Найти корни уравнения F(x) = 0 методом простых итераций с точностью ε = 0,01. $F(x) = \frac{x}{2+x} - \ln x = 0$.