

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.11.2022 05:19:36

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825191a4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д.МИЛЛИОНЩИКОВА

Химическая технология нефти и газа

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

«23» 06 2022 г., протокол № 5а

Заведующий кафедрой

А.М. Гачаев



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

### «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

#### Направление подготовки

18.04.01 «Химическая технология»

#### Направленность (профиль)

«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

«Химическая технология органических веществ»

#### Квалификация

Магистр

Составитель \_\_\_\_\_ / А.М. Гачаев /



(подпись)

Грозный 2022 г.

## ПАСПОРТ

### ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

#### «Численные методы в решении задач химико-технологических процессов»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Основные методы приближенного решения уравнений и их систем	ОПК-2.	Собеседование
2.	Интерполирование и аппроксимация функций	ОПК-2.	Собеседование
3.	Численное интегрирование дифференциальных уравнений	ОПК-2.	Контрольная работа
4.	Статистические методы обработки экспериментальных данных	ОПК- 2	Контрольная работа

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	<i>Собеседование</i>	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам и разделам дисциплины
2.	<i>Контрольная работа</i>	Статистические методы обработки экспериментальных данных. Построение парных, множественных, нелинейных уравнений регрессий, вычисление коэффициентов корреляции, t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера	Вопросы по темам разделам дисциплины

### Вопросы для коллоквиума (собеседования)

1. Основные источники и классификация погрешностей.
2. Понятие абсолютной и относительной погрешностей
3. Понятие предельной абсолютной и предельной относительной погрешностей
4. Значащая цифра. Число верных знаков
5. Погрешность суммы
6. Погрешность разности
7. Погрешность произведения
8. Погрешность частного. Число верных знаков частного
9. Действия с приближенными величинами.
10. Многочлен Лагранжа
11. Погрешность формулы Лагранжа
12. Формула линейной интерполяции ( $n=1$ )
13. Формула квадратичной интерполяции ( $n=2$ )
14. Формула кубической интерполяции ( $n=3$ )
15. Первая интерполяционная формула Ньютона
16. Погрешность первой формулы Ньютона
17. Вторая интерполяционная формула Ньютона
18. Погрешность второй формулы Ньютона
19. Метод наименьших квадратов. Нахождение приближающей функции в виде линейной функции
20. Формула Ньютона – Котеса
21. Формула трапеций и ее погрешность
22. Метод Крамера решения СЛАУ
23. Метод Гаусса решения СЛАУ
24. Метод квадратного корня решения систем линейных уравнений
25. Отделение корней уравнения
26. Метод половинного деления для решения уравнений
27. Метод Ньютона для решения уравнений
28. Метод итерации для решения уравнений
29. Метод Эйлера (геометрический способ)
30. Элементы теории вероятностей: понятие вероятности, свойства вероятности, основные правила теории вероятностей и их следствия, законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, функции распределения, числовые характеристики случайных величин.

**Критерии оценки:** Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении контроля знаний студентов ГГНТУ (г. Грозный). В балльно-рейтинговой системе установлены следующие виды контроля учебной деятельности студентов: текущий контроль, промежуточный контроль, заключительный контроль (зачет или экзамен), итоговый междисциплинарный экзамен.

**Текущий контроль (ТК)** призван оценить прилежание студента в изучении данного предмета, и определяется посещаемостью лекций, оценкой, полученной на семинарах или лабораторных работах, количеством и значимостью допущенных ошибок при выполнении домашнего задания, курсовой работы и соответствием их графикам, установленным кафедрой и деканатом.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- письменные домашние задания;

- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача письменных контрольных и домашних заданий.

**Промежуточный контроль (ПК)** контроль студентов по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач) либо в сочетании различных форм (устный опрос, решения задач и пр.)

### **Критерии оценки знаний студента на зачете**

**Оценка «зачтено»** выставляется при условии правильного ответа студентом не менее чем 51 % изученного материала.

**Оценка «незачтено»** выставляется при условии правильного ответа студентом не менее чем 50 % изученного материала.

### **Критерии оценки ответов на теоретические вопросы:**

**- 0 баллов выставляется студенту, если дан неполный ответ,** представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

**- 1-2 баллов выставляется студенту, если дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ.** Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. *Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.*

**- 3-4 баллов выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос,** но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. *Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.*

**- 5 баллов выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ** на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки.

*Баллы за тему выводятся как средний балл по заданным студенту вопросам, не считая количество «наводящих» и уточняющих вопросов.*

*Баллы за текущую аттестацию выводятся как средний балл по всем темам.*

## Контрольная работа по численным методам

### Задания

В контрольной работе каждый студент обязан письменно выполнить один вопрос теоретической части и пять заданий практической части: по одному варианту из каждой темы практической части. Номер вопроса и варианта равен последней цифре в зачетной книжке. Каждый студент выполняет свой вариант в каждой теме практической части.

Вопросы теоретической части, не вошедшие в контрольную работу, студент должен прочитать и выучить.

### Теоретическая часть

1. Теоретические основы численных методов. Особенности математических вычислений, выполняемых на вычислительных системах. Понятие погрешности. Виды погрешностей, источники погрешностей.
2. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Условия сходимости методов. Оценка погрешностей.
3. Методы решения нелинейных систем. Оценка погрешностей.
4. Методы поиска экстремума функций одной переменной. Методы поиска экстремума функций нескольких переменных.
5. Конечные разности разных порядков. Постановка задачи интерполирования. Интерполяционные формулы Ньютона, Лагранжа.
6. Формулы приближенного дифференцирования. Приближенное интегрирование - общие замечания. Квадратурные формулы интегрирования.
7. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты. Оценка погрешностей одношаговых методов.
8. Методы решения уравнения теплопроводности. Явная и неявная разностные схемы.
9. Стационарные уравнения. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Методы Якоби, Либмана.
10. Проблема аппроксимации. Аппроксимация функций многочленами.

### Практическая часть

Необходимо выполнить пять заданий – по одному из каждой темы. Номер варианта равен последней цифре в зачетной книжке. В контрольной работе записать расчетные формулы используемого метода, провести вычисления, сделать блок-схемы и записать полученные результаты. Блок-схемы выполнить по ГОСТу 19.701-90 (ИСО 5807-85).

#### Тема 1. Численное интегрирование функций.

Приближенное интегрирование - общие замечания.

Метод прямоугольников. Расчетные формулы.

Метод трапеций. Расчетные формулы.

Метод Симпсона. Расчетные формулы.

Задание 1. Численное интегрирование функции методами прямоугольников в среднем, трапеций и методом Симпсона.

Вычислить интеграл методами прямоугольников в среднем, методом трапеций и методом Симпсона с шагом  $h=0.01$ . Подготовить отчет с результатами. Сравнить результаты.

В контрольной работе сделать блок-схемы по всем трем методам.

Вариант 1. Вычислить интеграл:

$$\int_0^{2.0} \frac{1}{\sqrt{9+x^2}} dx.$$

Вариант 2. Вычислить интеграл:

$$\int_1^{2.0} \frac{\sqrt{x^2+0.16}}{x^2} dx.$$

Вариант 3. Вычислить интеграл:

$$\int_1^{2.0} \frac{x^3}{3.0+x} dx.$$

Вариант 4. Вычислить интеграл:

$$\int_1^{2.0} x \frac{e^x - e^{-x}}{2} dx.$$

Вариант 5. Вычислить интеграл:

$$\int_0^{1.0} 2^{3x} dx.$$

Вариант 6. Вычислить интеграл:

$$\int_{2.0}^{3.0} (x \ln(x))^2 dx.$$



Вариант 7. Вычислить интеграл:

$$\int_{0.0}^{\pi} e^x \sin(x) \cos(x) dx .$$

Вариант 8. Вычислить интеграл:

$$\int_{2.0}^{3.0} \frac{\ln^2(x)}{x} dx .$$

Вариант 9. Вычислить интеграл:

$$\int_{2.0}^{3.0} \frac{1}{x \lg(x)} dx .$$

Вариант 10. Вычислить интеграл:

$$\int_0^{2.0} \frac{1}{\sqrt{1+3x+2x^2}} dx .$$

**Тема 2. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Метод Эйлера. Расчетные формулы.

Метод Рунге-Кутты 2 (улучшенный метод Эйлера). Расчетные формулы.

Метод Рунге-Кутты 4. Расчетные формулы.

Задание 2. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера, Рунге-Кутты 2 (улучшенным методом Эйлера) и методом Рунге-Кутты 4

Решить задачу Коши методами Эйлера, улучшенным методом Эйлера (метод Рунге-Кутты 2) и методом Рунге-Кутты 4. Заполнить таблицу вычисленных значений параметров от начального значения, равного 0, до max значения, равного 0,1, с шагом 0,01.

В контрольной работе сделать блок-схемы по всем трем методам.

Вариант 1.

$$\frac{dx}{dt} = x(1 - \sqrt{x^2 + y^2}) - y, \quad x^0 = 1,0;$$

$$\frac{dy}{dt} = y(1 - \sqrt{x^2 + y^2}) + x, \quad y^0 = 1,0;$$

Вариант 2.

$$y'_1 = 2(y_1 - y_1 \cdot y_2), \quad y_1^0 = 1,0;$$

$$y'_2 = -(y_2 - y_1 \cdot y_2), \quad y_2^0 = 3,0;$$

Вариант 3.

$$y'_1 = -y_2 + \frac{y_1 \cdot y_3}{\sqrt{y_1^2 + y_2^2}}, \quad y_1^0 = 3,0;$$

$$y'_2 = y_1 - \frac{y_2 \cdot y_3}{\sqrt{y_1^2 + y_2^2}}, \quad y_2^0 = 0,0;$$

$$y'_3 = \frac{y_1}{\sqrt{y_1^2 + y_2^2}}, \quad y_3^0 = 0,0;$$

Вариант 4.

$$y_1' = y_2 y_3, \quad y^0 = 0,0;$$

$$y_2' = -y_1 y_3, \quad y^0 = 1,0;$$

$$y_3' = -0,51 y_1 y_2, \quad y_3^0 = 1,0;$$

Вариант 5.

$$y_1' = y_2, \quad y_1^0 = 2,0;$$

$$y_2' = (1 - y_1^2) y_2 - y_1, \quad y_2^0 = 0,0;$$

Вариант 6.

$$\frac{dy_1}{dx} = \sin(x + y_1 y_2), \quad y_1^0 = 2,0;$$

$$\frac{dy_2}{dx} = \cos(x^2 - y_1 + y_2), \quad y_2^0 = 1,0;$$

Вариант 7.

$$\frac{dx_1}{dt} = 3x_1 - 2x_2 + x_3, \quad x_1^0 = 1,0;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = x_1^2 - x_3^2, \quad x_2^0 = 2,0;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = x_1 x_2 - x^2, \quad x_3^0 = 4,0;$$

Вариант 8.

$$y_1' = y_2, \quad y_1^0 = 0,0$$

$$y_2' = -0,07xy_2 - x^2y_1, \quad y_2^0 = 0,125;$$

Вариант 9.

$$y_1' = -(55 + y_3)y_1 + 65y_2, \quad y_1^0 = 1,0;$$

$$y_2' = 0,0785(y_1 - y_2), \quad y_2^0 = 1,0;$$

$$y_3' = 0,1y_1, \quad y_3^0 = 0,0$$

Вариант 10.

$$\frac{dx}{dt} = (-2 + y)x + 0,1x^2, \quad x^0 = 1,0;$$

$$\frac{dy}{dt} = (4 - 2,5x)y - 0,1y^2, \quad y^0 = 3,0;$$

**Тема 3. Решение уравнения теплопроводности**

Уравнение теплопроводности. Явная и неявная разностные схемы. Расчетные формулы.

Задание 3. Решение уравнения теплопроводности, одномерный случай, явная разностная схема.

Решить уравнение теплопроводности с помощью явной разностной схемы. Задание выполнить при  $h=0.1$  для  $0.0 \leq t \leq 100.0$ ,

$0.0 \leq x \leq 300.0$ . В контрольной работе сделать блок-схему программы и записать первые десять вычисленных значения температур.

**Тема 4. Решение стационарного уравнения**

Стационарные уравнения. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Методы Якоби, Либмана. Расчетные формулы.

Задание 4. Решение стационарного уравнения Лапласа методом Либмана.

Используя метод сеток, составить приближенное решение задачи Дирихле для

уравнения Лапласа в квадрате ABCD с вершинами  $A(0,0)$ ,  $B(0,1)$ ,  $C(1,1)$ ,  $D(1,0)$ ; шаг  $h=0.2$ . При решении задачи использовать формулы Либмана. Вычисления закончить, выполнив 200 итераций.

В контрольной работе сделать блок-схему программы записать вычисленные значения искомой функции во всех узлах сетки.

Варианты указывают формулы, задающие искомую функцию на сторонах квадрата ABCD.

Варианты.

№ варианта	$U/_{AB}$	$U/_{BC}$	$U/_{CD}$	$U/_{AD}$
1	$30y$	$30(1-x^2)$	0	0
2	$20y$	$30\cos(\frac{\pi x}{2})$	$30\cos(\frac{\pi y}{2})$	$20 \cdot 0 \cdot x^2$
3	$50y(1-y^2)$	0	0	$50\sin(\pi x)$
4	$20y$	20	$20y^2$	$50x(1-x)$
5	0	$50x(1-x)$	$50y(1-y^2)$	$50x(1-x)$
6	$30\sin(\pi y)$	$20x$	$20y$	$30x(1-x)$
7	$30(1-y)$	$20\sqrt{x}$	$20y$	$30x(1-x)$
8	$50\sin(\pi y)$	$30\sqrt{x}$	$30y^2$	$50\sin(\pi x)$
9	$40y^2$	40	40	$40\sin(\frac{\pi x}{2})$
10	$50y^2$	$50(1-x)$	0	$60x(1-x^2)$

**Тема 5. Численные методы линейной алгебры**

Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса.

Задание 5. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.

Решить систему линейных уравнений методом Гаусса.

В контрольной работе сделать блок-схему программы.

- $$5,5x - 123,1y + 37z = 438,73$$

$$24,1x + 7,2y - 11,9z = -3,17$$

$$101,5x + 54,8y - 213,7z = -208,63$$
- $$5,5x + 3,1y + 27z = 6,42$$

$$40,1x + 17,2y - 21,9z = 119,02$$

$$115x + 581,5y + 123z = 1535,74$$
- $$29,2x + 113,4y + 37,1z = 7,05$$

$$41,3x + 113,7y + 37,8z = -30,99$$

$$241,3x + 133,7y + 57,8z = 680,99$$

4.  $10,5x+11,1y+27z = 6,42$   
 $40,1x+17,3y-21,9z = 119,02$   
 $115x+581,5y-123z = 1535,74$

5.  $15,5x-13,1y+37z = 16,79$   
 $40,1x+7,2y-11,9z = -53,23$   
 $11,5x+54,8y+23,7z = 141,57$

6.  $11,5x+54,8y+23,7z = 141,57$   
 $15,5x-13,1y+47z = 33,79$   
 $40,1x+7,2y-11,9z = -53,23$

7.  $20,5x-13,1y+37z = -60,92$   
 $40,1x+17,2y-11,9z = 106,02$   
 $11,5x+54,8y+23,7z = 129,01$

8.  $2,9x+23,4y-17,4z = -324,43$   
 $12,9x+3,6y+0,7z = 5,45$   
 $221,9x+32,4y-37,4z = -320,33$

9.  $2,9x+23,4y-17,4z = -38,27$   
 $12,9x+3,6y+0,7z = 27,66$   
 $221,9x+32,4y+374z = 3954,21$

10.  $2,9x+23,4y-17,4z = -324,43$   
 $69,2x-13,4y+171,4z = 2150,56$

11.  $1,3x+133,7y+57,8z = 262,191$ ) С помощью электронных таблиц постройте график функций  $y=2^x$ ,  $y=3^x$ ,  $y=5^x$  на промежутке  $[-2;2]$ . (1 балл)

2) С помощью электронных таблиц постройте график функций  $y=\log_2x$ ,  $y=\log_3x$ ,  $y=\log_5x$  на промежутке  $[0,2;4]$ . (1 балл)

3) С помощью электронных таблиц методом Монте-Карло вычислите интеграл от функции  $\sin(x)$  на промежутке  $[0;1]$ . В качестве ответа выпишите возможные результаты для 300 и 500 точек. (5 баллов)



4) С помощью электронных таблиц промоделируйте метод решения уравнений **делением отрезка пополам**. В качестве образца возьмите функцию  $f = -\cos(A \cdot x) + A \cdot x$  с точностью  $\epsilon = 10^{-5}$ . (3 балла)

5) С помощью электронных таблиц промоделируйте метод решения уравнений **градиентного спуска**. В качестве образца возьмите функцию  $f = -\cos(A \cdot x) + A \cdot x$  с точностью  $\epsilon = 10^{-5}$ . (5 баллов)

**Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:**

1. Основные понятия теории погрешностей.
2. Какое соотношение связывает число верных знаков с погрешностью числа?
3. Что значит отделить корни уравнения?
4. Когда можно отделить корни уравнения аналитическим методом, графическим методом и машинным методом?
5. Суть итерационного метода.
6. Каковы достаточные условия сходимости итерационной последовательности для уравнения  $x = \varphi(x)$  на отрезке  $[a, b]$ , содержащем один корень?
7. При итерационном методе решения уравнений от исходного уравнения  $f(x) = 0$  переходят к эквивалентному уравнению вида  $x = \varphi(x) \equiv x - \psi(x)f(x)$ , где  $\psi(x)$  - произвольная непрерывная функция.

Какая функция  $\psi(x)$  приводит к методу хорд, а какая к методу Ньютона?

8. Каким образом выбираем  $x_0$  и  $x_1$  в методе хорд для следующих случаев:

$$\begin{aligned} &\text{а) } f' \cdot 0, \text{ в) } f' \cdot 0; \quad \text{б) } f' \cdot 0, \quad f' \cdot 0; \\ &\quad \quad \quad f' \cdot 0, \quad f' \cdot 0; \quad \text{г) } f' \cdot 0, \quad f' \cdot 0. \end{aligned}$$

9. Какое условие является критерием для достижения заданной точности при решении уравнения комбинированным методом?
10. Постановка задачи интерполирования.
11. Почему приближают многочленами?
12. Интерполяционная формула Лагранжа имеет вид:

$$L(x) = \sum_{i=0}^n y_i \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)}$$

Написать в развернутом виде два первых слагаемых суммы.

13. Как связана степень многочлена с количеством узлов интерполяции?
14. Определить обобщенную степень числа.
15. Как получаются формулы приближенного дифференцирования?
16. Задача численного дифференцирования является некорректной - что это означает?
17. Суть численного интегрирования.
18. Как получаются квадратурные формулы Ньютона - Котеса?
19. Как меняется вычислительный алгоритм при изменении кратности интеграла для классических квадратурных формул и для метода Монте-Карло?
20. К какому типу методов - прямым или итерационным относится метод главных

элементов?

21. Каким образом получается эмпирическая формула?
22. Чем отличается метод наименьших квадратов от метода интерполирования?
23. Каким образом строится приближающая функция в виде различных элементарных функций?

24. Цель статистической обработки.  
 25. Что значит детерминированный алгоритм?  
 26. На чем основан метод Монте-Карло?  
 27. Метод Монте-Карло для вычисления кратных интегралов.  
 28. Когда дифференциальное уравнение можно решить методом Пикара?  
 29. Когда дифференциальное уравнение можно решить численным методом?  
 Как определить, что задача хорошо обусловлена (устойчива)

### Приложение 1

#### Задания к методу Гаусса, методу Зейделя и методу простой итерации (варианты)

##### Вариант 1

$$\begin{array}{rcl} 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 + x_4 & = & 11 \\ x_1 + 4x_2 - 5x_3 + 8x_4 & = & 20 \\ 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 - 7x_4 & = & -11 \\ 7x_1 + 2x_2 - 3x_3 + x_4 & = & 10 \end{array}$$

**Ответ (1; 2; 1; 2)**

##### Вариант 2

$$\begin{array}{rcl} x_1 + 4x_2 + 8x_3 - 5x_4 & = & 1 \\ 4x_1 + 2x_2 - 3x_3 - x_4 & = & 2 \\ 5x_1 + 8x_2 + x_3 - 3x_4 & = & 0 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 - 4x_4 & = & -2 \end{array}$$

**Ответ (2; -1; 1; 1)**

##### Вариант 3

$$\begin{array}{rcl} x_1 + 4x_2 - 9x_3 + 7x_4 & = & -11 \\ 2x_1 + x_2 + 7x_3 - 5x_4 & = & 20 \\ 3x_1 + 8x_2 + 3x_3 + x_4 & = & 29 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 & = & 10 \end{array}$$

**Ответ (1; 2; 3; 1)**

##### Вариант 4

$$\begin{array}{rcl} x_1 - 5x_2 + 6x_3 + 2x_4 & = & 22 \\ -3x_1 - x_2 + 5x_3 - x_4 & = & 6 \\ 4x_1 + 9x_2 + x_3 + x_4 & = & -1 \\ -2x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 3x_4 & = & -1 \end{array}$$

**Ответ (1; -1; 2; 2)**

##### Вариант 5

$$\begin{array}{rcl} x_1 + 8x_2 - 7x_3 + 3x_4 & = & 1 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 & = & 8 \\ -x_1 + 4x_2 + 2x_3 - 6x_4 & = & 9 \\ 11x_1 - 5x_2 - 3x_3 - 7x_4 & = & 32 \end{array}$$

**Ответ (3; 1; 1; -1)**

##### Вариант 6

$$\begin{array}{rcl} x_1 + 3x_2 - 5x_3 + 7x_4 & = & 16 \\ 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 + x_4 & = & -4 \\ 5x_1 + 8x_2 - 9x_3 + 3x_4 & = & -9 \\ 3x_1 + 14x_2 - 10x_3 + 5x_4 & = & -11 \end{array}$$

**Ответ (1; -1; 2; 4)**

**Вариант 7**

$$\begin{array}{rclcl}
 7x_1 & -3x_2 & +12x_3 & -x_4 & = & 20 \\
 3x_1 & +5x_2 & -6x_3 & +2x_4 & = & 11 \\
 2x_1 & +x_2 & +5x_3 & +3x_4 & = & 19 \\
 -5x_1 & +9x_2 & +x_3 & -11x_4 & = & -33
 \end{array}$$

**Ответ (2; 1; 1; 3)****Вариант 8**

$$\begin{array}{rclcl}
 5x_1 & +4x_2 & -8x_3 & +x_4 & = & -17 \\
 2x_1 & +7x_2 & +3x_3 & +4x_4 & = & -7 \\
 -3x_1 & +2x_2 & -74x_3 & -5x_4 & = & -9 \\
 x_1 & & +x_3 & +2x_4 & = & -1
 \end{array}$$

**Ответ (1; -1; 2; -2)****Вариант 9**

$$\begin{array}{rclcl}
 2x_1 & +3x_2 & -5x_3 & & = & 8 \\
 3x_1 & -x_2 & +2x_3 & +5x_4 & = & 10 \\
 -4x_1 & +5x_2 & +3x_3 & +x_4 & = & 11 \\
 2x_1 & -7x_2 & +4x_3 & +2x_4 & = & -11
 \end{array}$$

**Ответ (2; 3; 1; 1)****Вариант 10**

$$\begin{array}{rclcl}
 5x_1 & +8x_2 & -9x_3 & +x_4 & = & 2 \\
 -7x_1 & +11x_2 & -3x_3 & +7x_4 & = & 41 \\
 2x_1 & +4x_2 & +x_3 & -9x_4 & = & 3 \\
 3x_1 & +8x_2 & +4x_3 & +3x_4 & = & 32
 \end{array}$$

**Ответ (-1; 3; 2; 1)**

**Вариант 11**

$$\begin{aligned}
 5x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 &= 2 & 3x_1 + 9x_2 - 5x_3 + x_4 &= 0 \\
 7x_1 + 3x_2 - 5x_3 + 2x_4 &= -10 & 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 - 7x_4 &= -7 \\
 3x_1 + 4x_2 + 7x_3 + x_4 &= 17 & x_1 + x_3 &= 5 \\
 2x_1 - 6x_2 + 2x_3 + 11x_4 &= -2 & -x_1 + 2x_2 + x_3 + 8x_4 &= 11
 \end{aligned}$$

**Ответ (-1; 1; 2; 2)****Вариант 12****Ответ (4; -1; 1; 2)****Вариант 13**

$$\begin{aligned}
 x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 5x_4 &= 8 & 2x_1 + x_2 + 7x_3 + 4x_4 &= 7 \\
 7x_1 - 5x_2 - 4x_3 - x_4 &= 7 & x_1 + 9x_2 + 3x_3 - 5x_4 &= 31 \\
 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 9x_4 &= 22 & x_1 - x_2 + 5x_3 &= -6 \\
 7x_1 + x_2 + 8x_3 + 3x_4 &= 11 & 4x_1 + 7x_2 + 2x_3 + x_4 &= 39
 \end{aligned}$$

**Ответ (2; 2; -1; 1)****Вариант 14****Ответ (3; 4; -1; 1)****Вариант 15**

$$\begin{aligned}
 3x_1 + 4x_2 - 5x_3 - 7x_4 &= -5 & x_1 + 2x_2 + x_4 &= 2 \\
 2x_1 + 7x_2 - 9x_3 + 4x_4 &= 4 & 2x_1 + 3x_2 - 5x_3 + x_4 &= -12 \\
 13x_1 - 7x_2 + 5x_3 - 4x_4 &= 7 & 3x_1 - 7x_2 + 6x_3 - 3x_4 &= 4 \\
 2x_1 + 3x_2 + 6x_3 - x_4 &= 10 & 2x_1 + 4x_2 - 9x_3 + 6x_4 &= -27
 \end{aligned}$$

**Ответ (1; 1; 1; 1)****Вариант 16****Ответ (-1; 2; 3; -1)**

Задание к схеме Эйткена и полиному Лагранжа

$x$	$y$	№ варианта	$x^*$	$x$	$y$	№ варианта	$x^*$
0,2050	0,207921	1	0,2064	0,8902	1,23510	2	0,8942
0,2052	0,208130	5	0,2073	0,8909	1,23687	6	0,8973
0,2060	0,208964	9	0,2082	0,8919	1,23941	10	0,8958
0,2065	0,209486	13	0,2079	0,8940	1,24475	14	0,8948
0,2069	0,209904	17	0,2088	0,8944	1,24577	18	0,8934
0,2075	0,210530			0,8955	1,24858		
0,2085	0,211575			0,8965	1,25114		
0,2090	0,212097			0,8975	1,25371		
0,2096	0,212724			0,9010	1,26275		
0,2100	0,213142			0,9026	1,26691		
$x$	$y$	№ варианта	$x^*$	$x$	$y$	№ варианта	$x^*$
0,6100	1,83781	3	0,6120	0,5400	1,66825	4	0,5415
0,6104	1,83686	7	0,6124	0,5405	1,66636	8	0,5424
0,6118	1,83354	11	0,6142	0,5410	1,66448	12	0,5436
0,6139	1,82860	15	0,6163	0,5420	1,66071	16	0,5442
0,6145	1,82720	19	0,6182	0,5429	1,65734	20	0,5451
0,6158	1,82416			0,5440	1,65322		
0,6167	1,82207			0,5449	1,64987		
0,6185	1,81791			0,5455	1,64764		
0,6200	1,81446			0,5465	1,64393		
0,6225	1,80876			0,5473	1,64097		

Задания к методу Эйлера и методу Рунге-Кутты

№ варианта	Уравнение	Начальное приближение $y^0$	Отрезок интегрирования
1	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{5}}$	$y^0(1,8)=2,6$	[1,8;2,8]
2	$y' = x + \cos \frac{y}{3}$	$y^0(1,6)=4,6$	[1,6;2,6]
3	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{10}}$	$y^0(0,6)=0,8$	[0,6;1,6]
4	$y' = x + \cos \frac{y}{\pi}$	$y^0(0,5)=0,6$	[0,5;1,5]
5	$y' = x + \cos \frac{y}{2,25}$	$y^0(1,7)=5,3$	[1,7;2,7]
6	$y' = x + \cos \frac{y}{e}$	$y^0(1,4)=2,2$	[1,4;2,4]
7	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{2}}$	$y^0(1,4)=2,5$	[1,4;2,4]
8	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{5}}$	$y^0(0,8)=1,4$	[0,8;2,8]
9	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{8}}$	$y^0(1,2)=2,1$	[1,2;2,2]
10	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{11}}$	$y^0(2,1)=2,5$	[2,1;3,1]
11	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{5}}$	$y^0(1,8)=2,6$	[1,8;2,8]

12	$y' = x + \sin \frac{y}{3}$	$y^0(1,6)=4,6$	[1,6;2,6]
13	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{10}}$	$y^0(0,6)=0,8$	[0,6;1,6]
14	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{7}}$	$y^0(0,5)=0,6$	[0,5;1,5]
15	$y' = x + \sin \frac{y}{\pi}$	$y^0(1,7)=5,3$	[1,7;2,7]
16	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{2,8}}$	$y^0(1,4)=2,2$	[1,4;2,4]
17	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{e}}$	$y^0(0,8)=1,3$	[0,8;2,8]
18	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{1,25}}$	$y^0(1,1)=1,5$	[1,1;2,1]
19	$y' = x + \sin \frac{y}{1,5}$	$y^0(0,6)=1,2$	[0,6;1,6]
20	$y' = x + \sin \frac{y}{15}$	$y^0(0,5)=1,8$	[1,8;2,8]