ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕСИИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЗАОЧНИКОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ»

Ростов-на-Дону
2022

Составитель: ст. преп. Лазуренко Р.Р.

Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников по дисциплине «Математическо моделирование развития пожаров и взрывов» / ДГТУ, Ростов-на-Дону, 2022, 23 с.

Предназначены для студентов специальности 20.05.01 "Пожарная безопасность" заочной формы обучения.

Печатается по решению методической комиссии факультета «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология».

ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение будущих специалистов по пожарной безопасности навыкам математического моделирования процессов распространения пожаров и взрывов, а также применения математического программного обеспечения для реализации численных методов на ЭВМ.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

При ответе на вопросы контрольной работы выбор номеров вопросов осуществляется по последней и предпоследней цифрам учебного шифра студента (см. таблицу).

Номера вопросов		Последняя цифра номера зачетной книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	**1**	1, 16, 28,	2, 17, 29,	3, 18, 30,	4, 19, 31	5, 20, 32	6, 21, 33	7, 22, 34	8, 23, 35	9, 24, 36	10, 25, 37
	2	11, 26, 38	12, 27, 39	13, 16, 40	14, 17, 28	15, 18, 29	2, 19, 30	3, 20, 31	4, 21, 32	5, 22, 33	6, 23, 34
	3	7, 24, 35	8, 25, 36	9, 26, 37	10, 27, 38	11, 16, 39	12, 17, 40	13, 18, 28	14, 19, 29	15, 20, 30	1, 21, 31
	4	3, 22, 32	4, 23, 33	5, 24, 34	6, 25, 35	7, 26, 36	8, 27, 37	9, 16, 38	10, 17, 39	11, 18, 40	12, 19, 28
	5	13, 20, 29	14, 21, 30	15, 22, 31	1, 23, 32	2, 24, 33	4, 25, 34	5, 26, 35	6, 27, 36	7, 16, 37	8, 17, 38
	6	9, 18, 39	10, 19, 40	11, 20, 28	12, 21, 29	13, 22, 30	14, 23, 31	15, 24, 32	1, 25, 33	2, 26, 34	3, 27, 35
	7	5, 16, 36	6, 17, 37	7, 18, 38	8, 19, 39	9, 20, 40	10, 21, 28	11, 22, 29	12, 23, 30	13, 24, 31	14, 25, 32
	8	15, 26, 33	1, 27, 34	2, 16, 35	3, 17, 36	4, 18, 37	6, 19, 38	7, 20, 39	8, 21, 40	9, 22, 28	10, 23, 29
	9	11, 24, 30	12, 25, 31	13, 26, 32	14, 27, 33	15, 16, 34	1, 17, 35	2, 18, 36	3, 19, 37	4, 20, 38	5, 21, 39
	0	8, 22, 30	9, 23, 28	10, 24, 29	11, 25, 30	12, 26, 31	13, 27, 32	14, 24, 33	15, 25, 34	5, 27, 35	6, 26, 38

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ (теоретическая часть)

1. Понятие математического моделирования и его основные этапы.
2. Характеристика программного обеспечения для компьютерного математического моделирования.
3. Характеристика задачи о первообразной.
4. Характеристика задачи о движении как простейшей математической модели.
5. Задача о касательной и её геометрический смысл для обыкновенного дифференциала.
6. Определение обыкновенного дифференциального уравнения и общая его запись.
7. Геометрический смысл ОДУ 1-го порядка. Поле линейных элементов.
8. Понятие общего интеграла дифференциального уравнения.
9. Задача Коши для ОДУ 1-го порядка.
10. Задача Коши для ОДУ 2-го порядка.
11. Общая запись линейного дифференциального уравнения n-го порядка.
12. Понятие однородного и неоднородного уравнения первого порядка.
13. Задача Коши для линейного ОДУ n-го порядка.
14. Понятие линейно зависимых и линейно независимых систем функций.
15. Определитель Вронского для проверки линейно зависимости системы функций.
16. Полярные координаты.
17. Сферические координаты.
18. Цилиндрические координаты.
19. Косоугольные координаты.
20. Параболические координаты.
21. Канонические координаты.
22. Понятие дифференциальных операторов (градиент, ротор, дивергенция).
23. Понятие и номенклатура уравнения в частных производных. Основные параметры уравнений в ЧП и необходимые условия задачи.
24. Принципы построения численных решений дифференциальных уравнений и основные алгоритмические конструкции для их реализации.
25. Структура окна Command Windows в MATLAB.
26. MATLAB в роли суперкалькулятора.
27. Основные объекты MATLAB.
28. Типы переменных, используемых в MATLAB.
29. Операции с комплексными числами в MATLAB.
30. Операции с матрицами в MATLAB.
31. Вычисление элементарных функции для векторов и матриц в MATLAB.
32. Основные арифметические операторы и их синтаксис в системе MATLAB.
33. Решение дифференциальных уравнений в MATLAB.
34. Основные конструкции для выполнения числовых расчётов в MathCAD. Правила для операторов и операндов.
35. Задание функций в MathCAD и построение графиков.
36. Индексные переменные. Диапазоны и массивы данных в MathCAD.
37. Импорт и экспорт данных в MathCAD.
38. Способы решения алгебраических уравнений в MathCAD.
39. Символьные вычисления в MathCAD.
40. Решение дифференциальных уравнений в MathCAD.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.

Каждое задание имеет 25 вариантов. Вариант задания выбирается по номеру в списке группы. Выполняется три задания на выбор по согласованию с преподавателем.

ЗАДАНИЕ:

1. Для матрицы **A** из таблицы №1 приложения вычислить определитель, обратную матрицу, решить систему алгебраических уравнений методом Крамера и с помощью обратной матрицы.
2. Для полинома, коэффициенты которого заданы в таблице №2 приложения, найти вектор значений его в точках, заданных вектором аргумента, построить график изменения значений полинома. Найти все корни полинома.
3. Решить дифференциальное уравнение второго порядка, построить график переходного процесса и фазовый портрет.
4. Решить систему дифференциальных уравнений первого порядка
5. Вычислить определенный интеграл с использованием любого метода, реализованного в **MatLab.** Задание взять из таблицы № 5.
6. Решить дифференциальное уравнение в частных производных (параболическое) с использованием солвера построить график. Задание взять из таблицы № 6.
7. Задание взять из таблицы № 7.

Задание 1. (таблица №1)

```
clc;
A=[2,4,6,1;3,76,12,45;-2,5,-67,12;3,4,6,9];
disp(A);
b=[4 7 12 89]';
disp(b);
d=det(A);
if d==0
    disp('определитель матрицы а равен нулю');
    break;
end
%Решение системы алгебраических уравнений методом Крамера
A1=[b,A(:,2),A(:,3),A(:,4)];
A2=[A(:,1),b,A(:,3),A(:,4)];
A3=[A(:,1),A(:,2),b,A(:,4)];
A4=[A(:,1),A(:,2),A(:,3),b];
x(1)=det(A1)/d;
x(2)=det(A2)/d;
x(3)=det(A3)/d;
x(4)=det(A4)/d;
x_k=x';%Вектор решения, методом Крамера
Ao=inv(A);%Обратная матрица
x_o=Ao*b;%Вектор решения, полученный с обратной матрицей
x_r=A\b;%Вектор решения, полученный делением матриц
disp('Результаты решения системы уравнений');
 disp('    x_k       x_o       x_r');
fprintf('|  %5.2f  |  %5.2f  |  %5.2f  |\n'...
```

```
,x_k,x_o,x_r);
```

Результаты решения системы уравнений

```
   x_k     x_o     x_r
|  6.56 | -6.12 |  0.92 |
|  9.80 |  6.56 | -6.12 |
|  0.92 |  9.80 |  6.56 |
| -6.12 |  0.92 |  9.80 |
```

Задание 2. (таблица №2)

Одним из математических объектов, поддерживаемых в **MatLab**, является полином. Он представляется в системе вектором своих коэффициентов, начиная с коэффициента при старшей степени:

```
>>p=[2  4  -3  1];
```

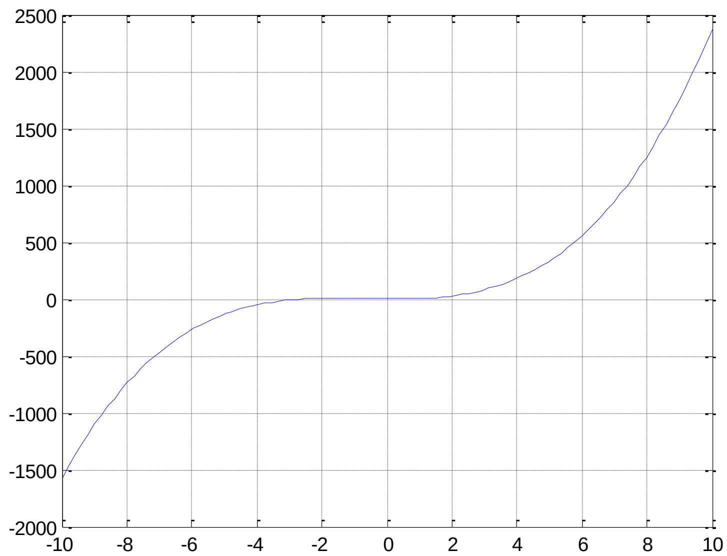
Это запись полинома $2x^3 + 4x^2 - 3x + 1$. Для полиномов реализовано большое количество функций, некоторые из которых приведены ниже:

polyval	значение полинома в точке
poly	восстановление полинома по корням
roots	корни полинома
conv	свёртка (умножение) полиномов
deconv	деление полиномов
polyder	производная полинома
residue	разложение отношения полиномов в сумму простых дробей

```
%задание 2
clc;%
p=[2 4 -3 1];%коэффициенты полинома
q=roots(p);%определение корней полинома
disp('корни полинома');
disp(q);
x=linspace(-10,10);%вектор значений аргумента
y=polyval(p,x);%значения полинома в точках ветора x
plot(x,y,'-')%график
grid on
```

корни полинома

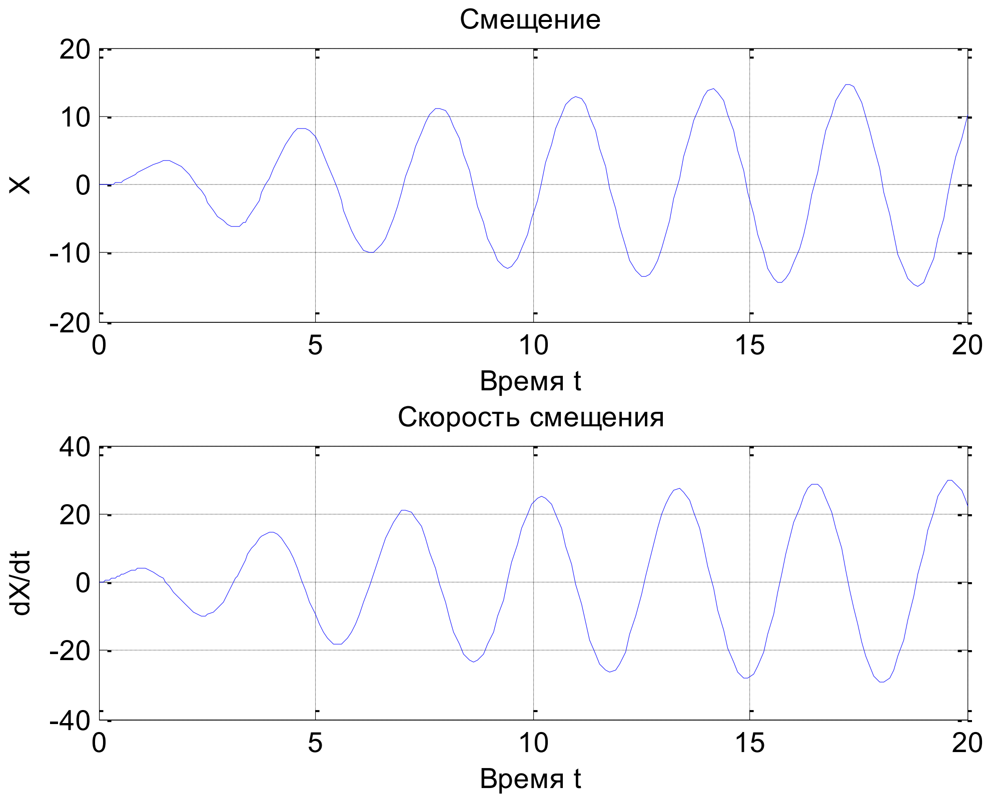
```
  -2.6399
   0.3200 + 0.2950i
   0.3200 - 0.2950i
```

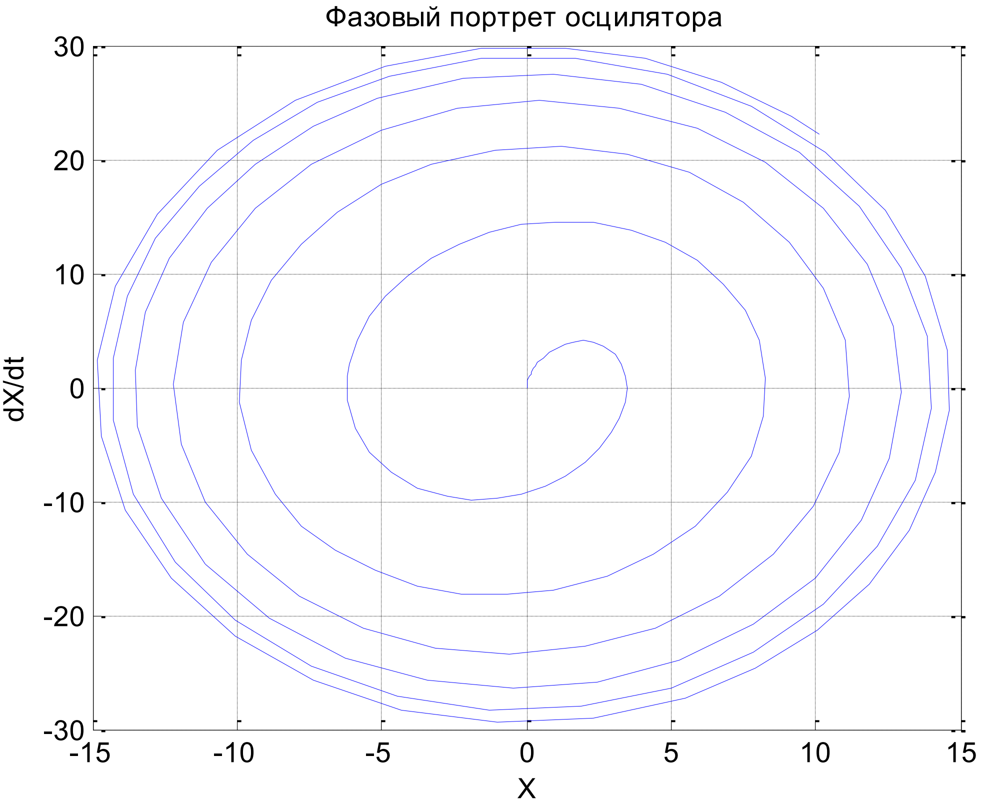


Задание 3. (таблица №3)

```
function primer3
clc;%
clear all;%
%
m=5;
h=0.8;
c=20;
F=10;
x0=[0; 0];%Начальные условия
Stime=[0 20];%Интервал интегрирования
%------------Задание управляющей структуры--------------
options=odeset('RelTol',1e-4);
%------------Вызов солвера------------------------------
[t,x]=ode15s(@oscil, Stime, x0, options,F,c,h,m);
%------------Вывод графиков-----------------------------
figure(1)
subplot (2,1,1); plot(t,x(:,1));
grid on
set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',10);
 title('Смещение')
       xlabel('Время t')
        ylabel('X')
subplot (2,1,2); plot(t,x(:,2));
grid on
set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',10);
 title('Скорость смещения')
       xlabel('Время t')
        ylabel('dX/dt')
        figure(2)
plot(x(:,1),x(:,2));
grid on
set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',10);
 title('Фазовый портрет осцилятора')
       xlabel('X')
        ylabel('dX/dt')
```

```
function dx=oscil(t,x,F,c,h,m)
%
dx=zeros(2,1);
wp=2;%
dx(1)=x(2);%
dx(2)=-2*h/m*x(2)-c/m*x(1)+F*sin(wp*t);%
%
```





Задание 4. (таблица №1)

>> A=[-2,-4,3,1;-1,-5,-7,-3;-10,-2,-4,4;-1,1,-1,-1];

>> q=eig(A)% Спектр матрицы A

q =

-10.1531

-0.2791 + 7.0321i

-0.2791 - 7.0321i

-1.2886

>> Ind_gest=max(real(abs(q)))/min(real(abs(q)))

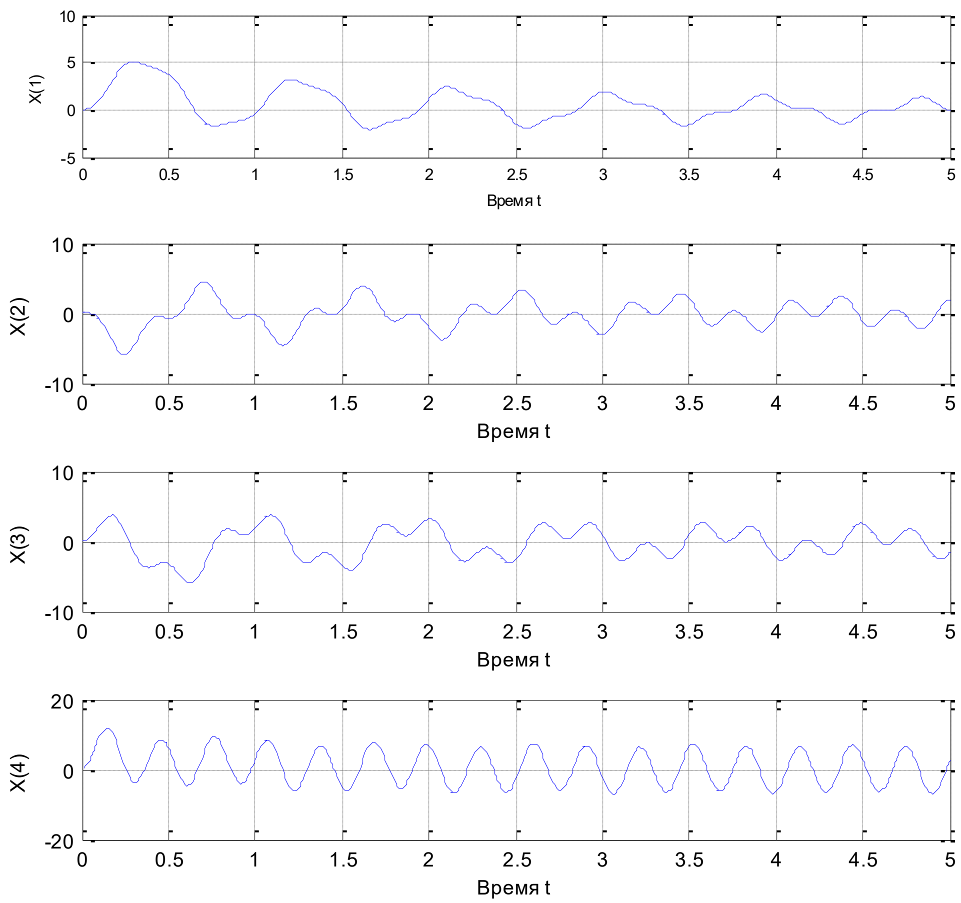
Ind_gest =

a. Показатель жесткости системы дифференциальных уравнений

Как видно из полученных результатов спектр собственной матрицы системы дифференциальных уравнений лежит в левой части комплексной плоскости, а значит, система дифференциальных уравнений может быть решена численными методами. По значению показателя жесткости можно сделать вывод, что исследуемая система жесткой не является и можно использовать «солверы» ode 45 и ode 23.

```
function primer4
%primer4
clc;
clear all;
global A b
%Описание объекта дано в виде: dX/dt=A*X+b*u
%Собственный оператор объекта
A=[-2,-4,3,1;-1,-5,-7,-3;-10,-2,-4,4;-1,1,-1,-1];
%Матрица внешних воздействий
b=[4 7 12 89]';
```

```
%------Формирование условий обращения к солверу------------
x0=[0; 0; 0; 0];%Начальные условия
Stime=[0 5];%Интервал интегрирования
%------------Задание управляющей структуры--------------
options=odeset('RelTol',1e-4);
%------------Вызов солвера------------------------------
[t,x]=ode45(@SistODE,Stime,x0,options);
ppr(t,x);%
%--------------------------------------------------------
%Формирование системы дифференциальных уравнений
function dx=SistODE(t,x)
global A b
w=20.5;
Am=1.5;
u=Am*sin(w*t);
dx=zeros(4,1);
dx=A*x+b*u;
%------------Вывод графиков----------------------------
function ppr(t,x)
set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
 subplot (4,1,1); plot(t,x(:,1));
 set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',6);
grid on
       xlabel('Время t')
        ylabel('X(1)')
subplot (4,1,2); plot(t,x(:,2));
set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
grid on
       xlabel('Время t')
        ylabel('X(2)')
subplot (4,1,3); plot(t,x(:,3));
set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
grid on
       xlabel('Время t')
        ylabel('X(3)')
 subplot (4,1,4); plot(t,x(:,4));
 set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
grid on
       xlabel('Время t')
        ylabel('X(4)')
```



Задание 5 (таблица №4)

```
function primer5
%primer5
clc;
clear all;
format long;%"Длиная запись"
Tol=0.0025;%Точность расчета
a=5;%Нижний предел интегрирования
b=15;%Верхний предел интегрирования
h=0.001;%Шаг интегрирования для метода трапеций
x=a:h:b;%Вектор значений аргумента
Y=Fun(x);%Обращение к подынтегральной функции
Rez_trap=trapz(x,Y);%Результат расчета по методу трапеций
%Вычисление интеграла по методу Симпсона
% с заданной точностью
Rez_Sim=quad(@Fun,a,b,Tol);%Результат расчета по методу Симпсона

disp('Сравнение результатов интегрирования методом');
disp('     трапеций          Симпсона ')
fprintf('|  %10.8f  |  %10.8f  |\n',Rez_trap,Rez_Sim);

function z=Fun(x)
%Подинтегральная функция
%z=(1.6*x-2.7)./(1.5*x.^3+3.9);
z=sqrt(2*x-1);
```

```
Сравнение результатов интегрирования методом
    трапеций        Симпсона
|  43.05659312  |  43.05659035  |
```

Задание 6 (таблица №5)

Решить параболическое уравнение в частных производных (PDE) с использованием встроенного «солвера» в системе **MatLab**. Уравнения в частных производных имеют вид:

$$c\left(x,t,\frac{\partial u}{\partial t}\right)\cdot\frac{\partial u}{\partial t}=x^{-m}\frac{\partial}{\partial x}\left(x^m\cdot f\left(x,t,u,\frac{\partial u}{\partial x}\right)\right)+s\left(x,t,u,\frac{\partial u}{\partial x}\right)$$

Рассмотрим пример:

$$\frac{\partial u}{\partial t}=a\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+s$$

Граничные условия: $u(0,t)=0 \quad \pi\cdot t+\frac{\partial u(1,t)}{\partial x}=0$

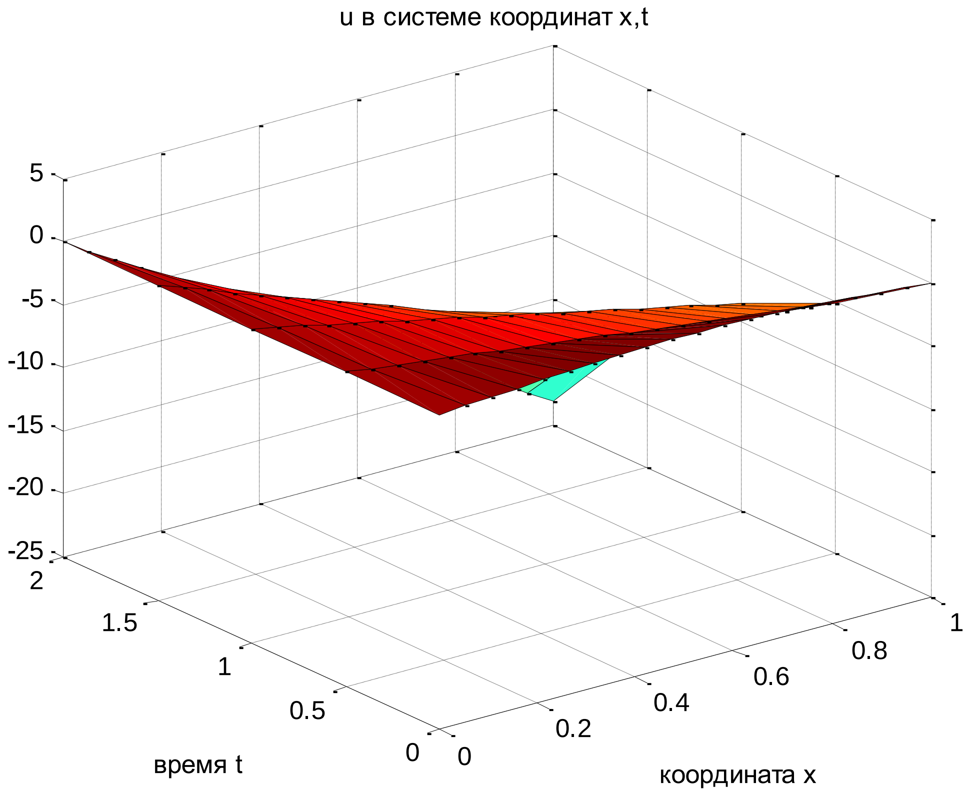
Начальные условия: $u(x,0)=\cos\pi x$

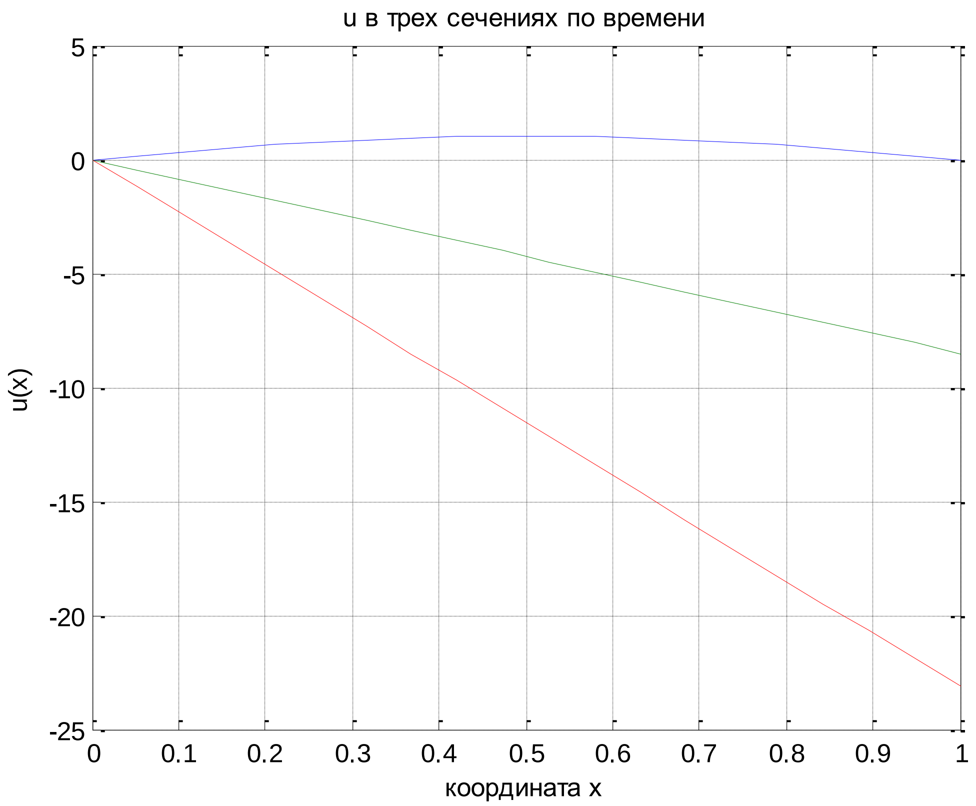
$s=0$.

```
function primer6
clc;
clear all;
global a
 m = 0;%коэффициент
a=10;%
x = linspace(0,1,20);%вектор значений координаты
t = linspace(0,2,5);%вектор значений времени
%
%pdepe - солвер для решения параболических уравнений в matlab
sol = pdepe(m,@pdex1pde,@pdex1ic,@pdex1bc,x,t);
u = sol(:,:,1);%матрица результата решения
[nr nc]=size(u);%размер матрицы u
%
figure(1)
surf(x,t,u)
title('Numerical solution computed with 20 mesh points.')
xlabel('координата x')
ylabel('время t')
%
figure(2)
plot(x,u(1,:),x,u(3,:),x,u(nr,:));%

title('u в трех сечениях по времени');
xlabel('координата x');
ylabel('u(x)');
grid on
% ---------------------------------------------------------------
function [c,f,s] = pdex1pde(x,t,u,DuDx)
%коэффициенты уравнения
global a
c = 1/a^2;%
f = DuDx;%
```

```
s = 0;%
% ----------------------------------------------------------------
function u0 = pdex1ic(x)
%начальное условие
u0 = sin(pi*x);
% ----------------------------------------------------------------
function [pl,ql,pr,qr] = pdex1bc(xl,ul,xr,ur,t)
%граничное условие
pl = ul;%
ql = 0;%
pr = pi * exp(t);%
qr = 1;%
```





Задание 7. (таблица №6)

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ.

В системе мал реализованы функции, предназначенные для анализа и обработки эмпирических данных, заданных в виде числового массива. Также реализованы функции аппроксимации и интерполяции.

Основные операции, необходимые для выполнения контрольного задания:

S=**sum**(**X**) – в случае одномерного массива возвращается сумма элементов массива, в случае массива двумерного возвращается вектор-строка, содержащая суммы элементов каждого столбца.

Y=**sort**(**X**) **-** в случае одномерного массива упорядочивает его элементы по возрастанию, для двумерного массива происходит сортировка элементов каждого столбца.

C=**max**(**X**) и C=**min**(**X**) – соответственно определение максимального и минимального элемента в векторе данных.

Me=**median**(**X**) вычисление медианы одномерного массива.

M=**mean**(**X**) вычисление выборочного среднего одномерного массива.

S=**std**(**X**) вычисление стандартного отклонения одномерного массива, соответственно D=S^2– дисперсия данных этого массива.

polyfit(x,y,n) – вычисление коэффициентов аппроксимирующего полинома порядка n по данным в векторах $\mathbf{X}$ и $\mathbf{Y}$.

polyval(a,x) – вычисление значений полинома в точках $\mathbf{X}$.

```
function primer7
%
```

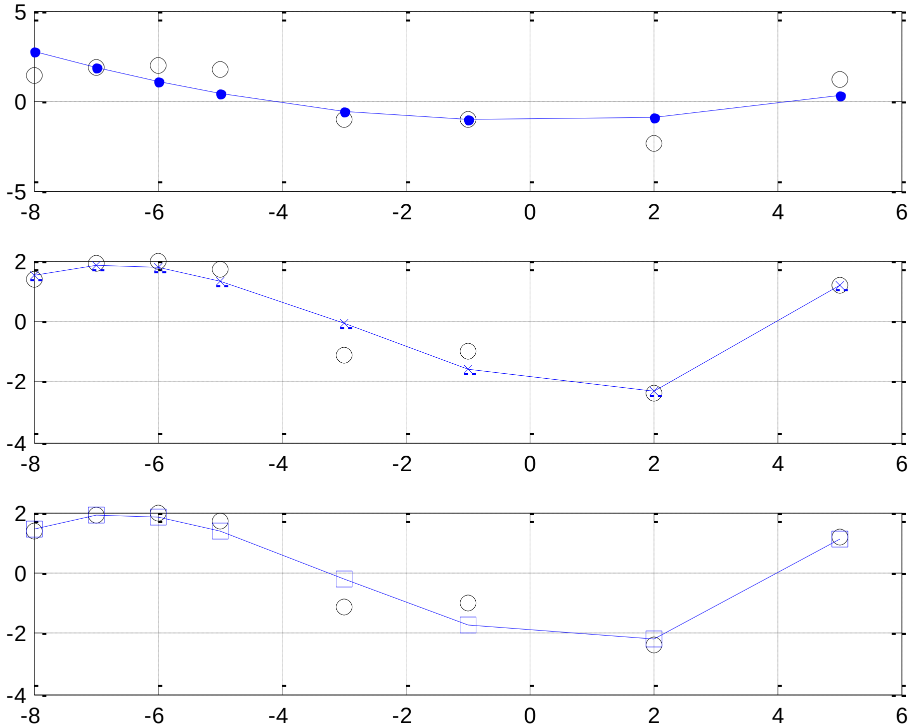
```
clc;
clear all;
x=[-8,-7,-6,-5,-3,-1,2,5];%
y=[1.36,1.88,2,1.7,-1.1,-1.02,-2.4,1.16];
size(x)
size(y)
M_x=mean(x);
M_y=mean(y);
Me=median(y);
y_max=max(y);
y_min=min(y);
S=std(y);
D=var(y);
Mo=mode(y);
K=sum((x-M_x).*(y-M_y))./...
    sqrt(sum((x-M_x).^2)*sum((y-M_y).^2));

disp('данные общей статистики выборки y');
disp('       M          S          Mo          Me');
fprintf('|  %5.2f  |  %5.2f  |  %5.2f  |   %5.2f  |\n',M_y,S,Mo,Me);
disp('    y_max      y_min        K');
fprintf('|  %5.2f  |  %5.2f  |   %5.2f  |\n',y_max,y_min,K);
%
z2=fun(x,y,2);
z3=fun(x,y,3);
z4=fun(x,y,4);
PechGraf(x,y,z2,z3,z4) ;
%
function z=fun(x,y,n)
%
a=polyfit(x,y,n);%
z=polyval(a,x);%

function PechGraf(x,y,z2,z3,z4)
 subplot (3,1,1);
 set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
plot(x,y,'ok',x,z2,'.-');
grid on
 subplot (3,1,2);
 set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
plot(x,y,'ok',x,z3,'x-')
grid on
 subplot (3,1,3);
 set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',8);
plot(x,y,'ok',x,z4,'s-');
grid on
```

```
данные общей статистики выборки y
     M         S         Mo        Me
|  0.45  |  1.69  |  -2.40  |   1.26  |
   y_max     y_min       K
```

2.00	-2.40	-0.53



Приложение

Таблица №1

№	Матрицы	№	Матрицы
1	$A=\begin{bmatrix}2&-4&3&1\\-1&5&-7&-3\\10&-2&4&4\\-1&1&1&-1\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}7\\-24\\34\\-6\end{bmatrix}$	2	$A=\begin{bmatrix}5&-3&4&=2\\10&3&-4&2\\7&-5&8&-10\\4&5&-8&10\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}4\\11\\0\\11\end{bmatrix}$
3	$A=\begin{bmatrix}2&2&-1&1\\4&3&-1&2\\8&5&-3&4\\3&3&-2&2\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}4\\6\\12\\-8\end{bmatrix}$	4	$A=\begin{bmatrix}1&1&-6&4\\3&-1&-6&-4\\2&3&9&2\\3&2&3&8\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}6\\3\\12\\-8\end{bmatrix}$
5	$A=\begin{bmatrix}1&5&3&4\\7&14&20&25\\5&10&16&19\\3&5&6&13\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}0\\0\\-3\\8\end{bmatrix}$	6	$A=\begin{bmatrix}2&4&3&4\\4&-2&5&6\\6&-3&7&8\\8&-4&8&10\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}5\\-24\\3\\11\end{bmatrix}$
7	$A=\begin{bmatrix}1&1&1&1\\2&3&1&2\\-1&2&4&1\\2&-1&1&-1\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}1\\-21\\32\\-12\end{bmatrix}$	8	$A=\begin{bmatrix}5&-3&2&4\\4&-2&3&7\\8&-6&-1&-5\\7&=3&7&17\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}7\\10\\3\\25\end{bmatrix}$
9	$A=\begin{bmatrix}1&2&15&11\\-2&4&3&52\\-3&-8&11&12\\15&7&8&-4\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}2\\4\\5\\11\end{bmatrix}$	10	$A=\begin{bmatrix}5&3&-4&-15\\6&1&10&2\\1&5&3&8\\-4&5&-1&9\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}9\\12\\3\\-8\end{bmatrix}$
11	$A=\begin{bmatrix}7&-8&9&11\\-5&6&5&3\\-4&-7&3&6\\2&1&5&9\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}3\\-4\\-5\\-15\end{bmatrix}$	12	$A=\begin{bmatrix}1&2&5&-11\\2&-6&-3&8\\3&4&5&1\\7&6&2&20\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}7\\15\\11\\-9\end{bmatrix}$
13	$A=\begin{bmatrix}5&3&3&-4\\-6&-4&2&17\\12&25&1&5\\5&8&9&7\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}7\\-22\\36\\-8\end{bmatrix}$	14	$A=\begin{bmatrix}4&7&6&-19\\5&8&12&3\\-4&6&1&-7\\2&5&9&10\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}10\\12\\-16\\24\end{bmatrix}$
15	$A=\begin{bmatrix}12&8&22&-7\\16&25&9&9\\2&7&3&4\\22&-9&-7&6\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}8\\-17\\26\\9\end{bmatrix}$	16	$A=\begin{bmatrix}-3&-7&16&8\\-4&6&12&14\\2&3&7&5\\18&-12&1&2\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}6\\-12\\32\\48\end{bmatrix}$
17	$A=\begin{bmatrix}2&5&9&16\\11&16&3&1\\25&15&-38&7\\-8&9&-16&-42\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}4\\6\\23\\-6\end{bmatrix}$	18	$A=\begin{bmatrix}2&-1&3&2\\3&3&4&-2\\3&-1&-1&-2\\3&-1&3&-1\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}4\\6\\9\\-8\end{bmatrix}$

№	Матрицы	№	Матрицы
19	$A=\begin{bmatrix}2 & 2 & -1 & 1\\ 4 & 3 & -1 & 2\\ 8 & 5 & -3 & 4\\ 3 & 3 & -2 & 2\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}20\\ 11\\ 42\\ 34\end{bmatrix}$	**20**	$A=\begin{bmatrix}2 & 3 & 11 & 5\\ 1 & 1 & 5 & 2\\ 2 & 1 & 3 & 2\\ 1 & 1 & 3 & 4\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}5\\ 1\\ -3\\ -3\end{bmatrix}$
21	$A=\begin{bmatrix}2 & 5 & 4 & 1\\ 1 & 3 & 2 & 1\\ 2 & 10 & 9 & 9\\ 3 & 8 & 2 & 2\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}20\\ 11\\ 40\\ 37\end{bmatrix}$	**22**	$A=\begin{bmatrix}3 & 4 & 1 & 2\\ 3 & 5 & 3 & 5\\ 6 & 8 & 1 & 5\\ 1 & -1 & -4 & 7\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}-3\\ 6\\ 25\\ -9\end{bmatrix}$
23	$A=\begin{bmatrix}12 & 14 & -15 & 24\\ 16 & 18 & -22 & 29\\ 18 & 20 & -21 & 32\\ 10 & 12 & -16 & 20\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}5\\ 2\\ 9\\ 4\end{bmatrix}$	**24**	$A=\begin{bmatrix}3 & -2 & -5 & 1\\ 2 & -3 & 1 & 5\\ 1 & 2 & 0 & -4\\ 1 & -1 & -4 & 9\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}3\\ 6\\ 18\\ 12\end{bmatrix}$
25	$A=\begin{bmatrix}1 & 1 & -6 & -4\\ 3 & -1 & -6 & -4\\ 2 & 3 & 9 & 2\\ 3 & 2 & 3 & 8\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}6\\ 2\\ 8\\ -7\end{bmatrix}$	**26**	$A=\begin{bmatrix}5 & -3 & 2 & 4\\ 4 & -2 & 3 & 7\\ 8 & -6 & -1 & -5\\ 7 & -3 & 7 & 17\end{bmatrix}$ $b=\begin{bmatrix}3\\ 1\\ 9\\ 15\end{bmatrix}$

Таблица №2

№	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0
Вид полинома - $P(x)=a_5\cdot x^5+a_4\cdot x^4+a_3\cdot x^3+a_2\cdot x^2+a_1\cdot x+a_0$						
1	**4**	**-2.6**	**5.4**	**23.6**	**116.2**	**124**
2	**2**	**4.3**	**6.4**	**68.2**	**43.1**	**235**
3	**6**	**7.8**	**2.56**	**25.4**	**82.6**	**45**
4	**3**	**2.2**	**5.6**	**48.6**	**93.3**	**158**
5	**9**	**0.8**	**12.5**	**75.8**	**128.7**	**321**
6	**1.4**	**5.5**	**2.78**	**21.2**	**75.2**	**572**
7	**11.2**	**7.2**	**3.45**	**13.8**	**87.9**	**45**
9	**6.9**	**1.8**	**4.5**	**25.5**	**93.5**	**269**
10	**4.2**	**2.3**	**5.98**	**33.4**	**21.8**	**458**
11	**2.5**	**9.4**	**9.85**	**14.2**	**89.6**	**325**
12	**7.8**	**4.5**	**1.23**	**62.1**	**94.3**	**612**
13	**5.3**	**6.2**	**4.42**	**13.3**	**135.2**	**789**
14	**2.1**	**2.8**	**5.32**	**15.5**	**152.7**	**884**
15	**0.5**	**1.6**	**1.85**	**13.4**	**167.8**	**758**
16	**0.8**	**1.3**	**7.34**	**52.8**	**71.2**	**285**
17	**1.4**	**8.7**	**8.25**	**37.2**	**89.1**	**746**
18	**1**	**2.4**	**5.65**	**28.1**	**113.3**	**742**
19	**1.7**	**3.1**	**8.25**	**41.9**	**72.4**	**854**
20	**3.6**	**5.2**	**7.55**	**19.3**	**86.8**	**482**
21	**5.2**	**6.1**	**4.74**	**35.5**	**95.7**	**564**
22	**11.8**	**9.7**	**3.56**	**28.2**	**111.5**	**764**

					Таблица №3		
№	Коэффициенты			№	Коэффициенты		
	a_2	a_1	a_0		a_2	a_1	a_0
1	2	4	12	2	12	14	2
3	3	2	24	4	24	12	3
5	4	7	22	6	22	6	4
7	5	2	10	8	10	2	5
9	6	9	2	10	2	8	6
11	7	6	45	12	45	5	7
13	8	7	24	14	24	6	8
15	2	11	8	16	8	11	2
17	3	3	12	18	12	26	3
19	4	5	16	20	16	15	4
21	5	8	18	22	18	18	5
23	6	6	2	24	2	4	6
25	7	12	4	26	4	5	7

Таблица №4

№	Подынтегральная функция $f(x)$	Интервал интегрирования	Точность вычисления
1	$\frac{\ln x}{x}\sqrt{1+\ln x}$	$[1; 3.5]$	0.001
2	$tg^2 x + ctg^2 x$	$[\pi/6; \pi/3]$	0.002
3	$\frac{1}{x \cdot \ln x}$	$[1.5; 4.5]$	0.0001
4	$x \cdot \exp(x) \cdot \sin x$	$[1; 5]$	0.003
5	$x \cdot \frac{\exp(x) - \exp(-x)}{2}$	$[0.0; 5.0]$	0.002
6	$\frac{1}{\sqrt{9+x^3}}$	$[2.0; 8.0]$	0.001
7	$x^4 \cdot \sin\left(\frac{1}{x}\right)$	$[1.0; 3.5]$	0.001
8	$x^3 \cdot arctg(x)$	$[0.0; \sqrt{3}]$	0.0005

№	Подынтегральная функция $f(x)$	Интервал интегрирования	Точность вычисления
9	$\arcsin\left(\sqrt{\frac{x}{1+x}}\right)$	$[0.0; 5.5]$	0.0025
10	$\frac{(1+\ln x)}{\sqrt{1+8x-6x^2}}$	$[1; 3.5]$	0.001
11	$\frac{\sqrt{x^2-0.25}}{x}$	$[1.5; 3.5]$	0.0015
12	$x^2 \cdot (1+\ln x)$	$[2.5; 7.5]$	0.002
13	$\frac{\sin^5 x}{\sqrt{1+\ln x}}$	$[0.0; \pi/3]$	0.0005
14	$\frac{\sqrt{x^2-2\cdot x+1}}{x}$	$[1.0; 4.5]$	0.00025
15	$2^{5x} \cdot \ln\lvert\cos x\rvert$	$[0.0; \pi/2]$	0.0005
16	$\frac{\exp(3x)+1}{\exp(x)+1}$	$[0.0; 7.5]$	0.001
17	$x \cdot \frac{arctg(x)}{\sqrt{1+x^2}}$	$[0.0; 2.5]$	0.0015
18	$\frac{\sin^5 x}{\ln(1+x^2)}$	$[0.0; \pi/4]$	0.0005
19	$x^2\sqrt{4-x}^2$	$[1.5; 3.5]$	0.002
20	$\exp(x)\cdot\cos^2 x$	$[0.0; \pi]$	0.0025
21	$\frac{1.5x^2+x}{x^3+2}$	$[0.0; 3.0]$	0.001
22	$\frac{\sin x - x^3}{x^2+2.7}$	$[2.0; 5.5]$	0.0015
23	$\frac{3.5\cdot tg(x)+x}{x^3+3.7}$	$[0.0; 3.5]$	0.0005
24	$\frac{1.2-3.2\cdot x^2}{1+\sin^2 x}$	$[2.0; 4.5]$	0.0015
25	$\frac{3.25x+4.5}{\cos^2 x}$	$[1.0; 6.5]$	0.001

Таблица № 5

№	$f(x)$	a	b	c
1	$x\cdot(x-1)$	2	0	0
2	x^3+x^2-x	4	1	0
3	$x^2\cdot(1-x)$	1	0	0
4	$1-x^4$	8	0	1
5	$1-x^3$	5	-0.3	0
6	$x\cdot\sin\pi x$	3	0	0
7	$(x-1)\cdot\sin^2 x$	9	0.5	0
8	$(x-1)\cdot\cos^2 x$	5	0	0.5
9	$2x^2\cdot(x-1)$	3	1.5	0.5
10	$4x^2\cdot(x^2-1)$	7	0	0
11	$10x^3\cdot(x-1)$	2	0	0
12	$(x^2-0.5)\cdot\cos 2\pi x$	12	0	0.7
13	$\sin(\pi x)\cdot\cos(\pi x)$	5	-1	0
14	$\ln(0.5+x)\cdot(x-1)$	6	1	0
15	$x\cdot\sin(4(x-1))-x$	8	-0.4	0
16	$x\cdot\cos(2\pi x)$	9	1.2	0
17	$x\cdot\exp(-x)\cdot(x^4-2)$	1	0	0.5
18	$(x^2-0.5)\cdot\sin 2\pi x$	4	0	0.8
19	$\ln(0.5+x^2)\cdot(x-1)$	2	0	0
20	$x\cdot\sin^2\pi x$	8	2	0.7
21	$x^2\cdot\sin(4(x-1))$	5	3	1.2
22	$5x^4\cdot(x-1)$	3	-2	1.5
23	$(x^2-1)\cdot\sin^2 x$	8	-4	2.5
24	$\sin(2\pi x)\cdot\cos(\pi x)$	6	-1.5	2
25	$(x-1)\cdot\sin^2 x$	2	0	5

Найти решение уравнения теплопроводности $\dfrac{\partial u}{\partial t}=a\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}$

Начальное условие $u(x,0)=f(x)$ при $0\le x\le 1$

Граничные условия: $u(0,t)=c$; $u(1,t)=b$

Таблица № 6

№		данные						
1	X	-3	-2	-1	0	1	2	3
	Y	-0,71	-0,01	0,51	0,82	0,88	0,51	0,49
2	X	-6,6	-5,38	-3,25	-1,76	2,21	3,6	4,5
	Y	2,89	1,41	0,29	-0,41	-0,69	-0,7	1,2
3	X	8,8	6,4	5,2	7,2	8,2	7,8	6,4
	Y	120,3	144,5	145,6	177,6	55,3	88,9	77,9
4	X	110	80	77	67	56	56	55
	Y	17,1	16,4	15,1	14	14,5	13,9	16,2
5	X	6,6	4,6	5,5	5,2	5,7	6,8	7,1
	Y	65,5	77,5	90,7	80	77,6	56,8	67,5
6	X	77	67	69	70	45	67	66
	Y	11,2	15	16	13	14,4	10,2	17,7
7	X	6,1	5,1	16,5	16,4	15,4	15,8	14,8
	Y	60,2	56,5	55,5	45,8	110,3	114,5	120,4
8	X	46	89	55	110	122	132	100
	Y	14,1	11,2	11	10,2	22	21	20
9	X	14,8	17,7	16,4	15,9	17,2	18,1	16,3
	Y	88	77,5	80,3	90,3	66,5	88,2	55,5
10	X	99	89	101	144	122	132	114
	Y	22	23,3	21,1	22,3	20	19,9	18,9
11	X	18,2	13,5	11,6	15,1	14,7	13,7	15,5
	Y	60	88,5	89,4	45,8	100	82,2	75,6
12	X	122	143	180	155	140	110	125
	Y	19,2	20	25	27	24,4	28,7	22,1
13	X	19,2	20	25	27	24,4	28,7	22,1
	Y	5,2	5,2	5,9	4,8	6,8	6,2	10,9
14	X	78	34	20	21	17	25	22
	Y	4	1,7	1,1	1	1,1	1,5	2,3
15	X	65,7	69	73	75	73	68,7	61
	Y	2,628	1,173	0,803	0,75	0,803	1,0305	1,403
16	X	41,1	49	51	52	48	46,2	41
	Y	1,644	0,833	0,561	0,52	0,528	0,693	0,943
17	X	6,2	5,8	5,4	7	8,1	6,7	6,9
	Y	65	68	30	55	36	36	29
18	X	4	3,9	1,6	3,8	2,9	2,4	2
	Y	77	77	84	74	82	77	80
19	X	3,08	3,003	1,344	2,812	2,378	1,848	1,6
	Y	57	58	56	56	61	53	57
20	X	2,28	2,262	0,896	2,128	1,769	1,272	1,14
	Y	5,5	5,3	6,4	9	7,7	10	11,2
21	X	77	35	24	32	19	16	52
	Y	4,2	1,8	1,5	2,8	1,4	1,6	5,8
22	X	80	68	80	75	85	64,5	72
	Y	3,36	1,224	1,2	2,1	1,19	1,032	4,176
23	X	64	44	63	56	64	50	58
	Y	2,688	0,792	0,945	1,568	0,896	0,8	3,364
24	X	12,8	8	11	2	8	8,3	6,1
	Y	27	20	45	71	21	37	20
25	X	3,4	1,6	4,9	1,4	1,7	3	1,2
	Y	70	67	62	64	83	63	73

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Гурский, Е. Турбина. Вычисления в Mathcad 12. – СПБ. – 2006, 536.
2. Федоров В.Д., Гылъманов ТТ. Экология. М.: Высшая школа, 1980. 564 с.
3. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. М.: Мир, 1981. 256 с.
4. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. М.: NT Press, 2006, 451 с.
5. Дьяконов В. MATLAB 6. СПб: Питер, 2001, 592 с.
6. Дьяконов В. и др. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. СПб: Питер, 2002, 448 с.
7. Дьяконов В. и др. MATLAB. Математические пакеты расширения. СПб: Питер, 2001, 480 с.
8. Гультяев А.. Визуальное моделирование в среде MATLAB СПб: Питер, 2000, 432 с.
9. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. МАТЛАБ 7. СПб БХВ Петербург, 2005, с.1104.