МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра «Машиностроительные технологии и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
____________ О.Г. Локтионова
«____» ____________ 20____ г.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ, НЕРАВЕНСТВ И ИХ СИСТЕМ В MAPLE

Методические указания к проведению лабораторных и практических занятий для студентов по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств профиль «Технология машиностроения»

Курск 2018

УДК 519.6

Составители: В.В. Куц, М.С. Разумов

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент *А.О. Гладышкин*

Решение уравнений, неравенств и их систем в maple : методические указания к проведению практических и лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц, М.С. Разумов. – Курск, 2018. 15 с.: ил. 4.: табл. 7.

Содержат сведения по вопросам решение уравнений, неравенств и их систем в maple. Указывается порядок выполнения практического и лабораторных занятий, подходы к решению и правила оформления.

Методические рекомендации соответствуют требования программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности автоматизированного машиностроительного производства (УМОАМ).

Предназначено для студентов направлений 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 07.02.18 г. Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. 0,8. Уч.-изд.л. 0,7. Тираж 40 экз. Заказ.824 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: приобрести практические навыки графического и численного решения алгебраических и тригонометрических уравнений, неравенств и их систем в СКМ `MAPLE`.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Общие сведения

`MAPLE` – система компьютерной математики (СКМ), позволяющая решать сложные математические задачи без дополнительного программирования. Подробнее об этом см. в [4].

Работа `Maple` организована в диалоговом режиме: вопрос – ответ в отдельном блоке. Блок выделяется слева квадратной скобкой, длина которой зависит от размеров и количества исходных выражений (вопросов) и результатов вычислений (ответов). Строка ввода математических выражений (командная строка) имеет отличительный символ >.

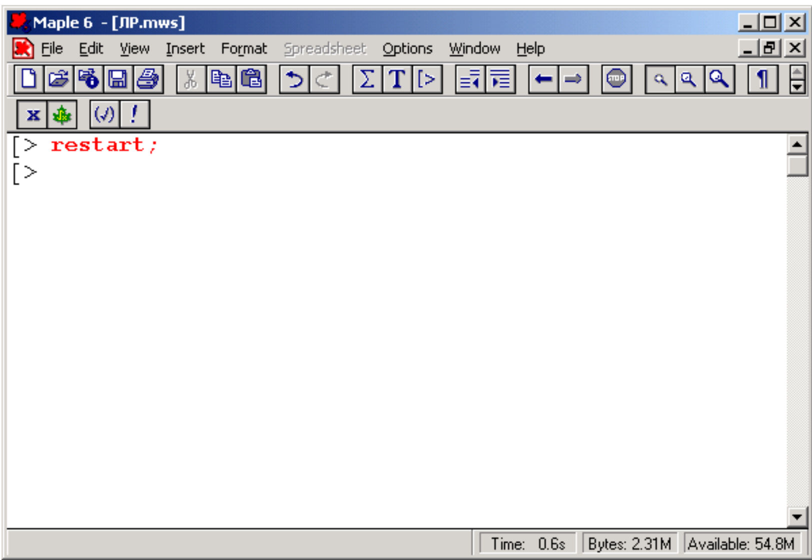


Рис.10.1– Окно СКМ Maple

В командной строке записываются выражения, которые формируются из операторов и операндов. Результат вычислений (по умолчанию) возвращается в символьном виде, то есть в виде математических формул. Ввод выражения завершается символом фиксации конца выражения – *точкой с запятой*, если ответ выводится в строку вывода, или *двоеточием*, если ответ не выводится.

Выражение можно задавать, используя встроенные функции или создавая новые. Функция в выражениях может вводиться несколькими способами:

- с использованием оператора присваивания

```
> fun1:=x^2+y^2;
```

$$fun1 := x^2 + y^2$$

- с использованием функционального оператора ->

```
> fun2:=(x,y)->x^2+y^2;
```

$$fun2 := (x, y) \to x^2 + y^2$$

```
> fun2(2,5);# вызов функции с параметрами 2, 5
```

» 29

- с использованием оператора «unapply

```
>f:=unapply(x^2+y^2,x,y);
```

f:=unapply(x^2+y^2,x,y);

```
>f(-7,5);
```

74

Типовые и расширенные средства графики

В само ядро `Maple` встроено ограниченное число функций графики.. Для построения графиков более сложных типов командой `with` необходимо подключать пакеты расширений `Maple.` Подробнее об этом см. в [4].

Для построения **двумерных графиков** используется команда `plot`.

Формат

```
plot(fun, variable_x {,variable_y}{,option});
```

где `fun` – функция, график которой строится;

`variable_x` – переменная, указывающая область изменения по горизонтали;

`variable_y` – переменная, указывающая область изменения по вертикали;

`option` – набор параметров, задающих стиль построения графика функции (см. таблицу 10.1).

Если в одних координатах нужно построить графики нескольких функций, эти функции берутся в квадратные скобки.

При построении графиков функцию можно определять через переменную.

Формат

```
plot([fun1,… funN], variable_x {,variable_y}{,option});
```

Таблица 10.1. Параметры, задающие стиль построения графика функции

Параметр	Назначение параметра
umpoints	изменение количества точек графика (по умолчанию=49)
color	задание цвета кривой графика
title	добавление заголовка графика (например, `title="string"`)
coords	выбор системы координат, этот параметр задает 15 типов координатных систем. По умолчанию задана прямоугольная система координат
axes	задание типа осей координат (*frame* - рамка, *boxed* - прямоугольник, *normal* - ортогональные, *none* – без осей)
thickness	толщина линии графика
xtickmarks, *ytickmarks*	управление числом меток на оси, т.е. задает минимальное число отметок по оси `x` и `y` соответственно
style	стиль построения графика (*line* – выводится интерполяционная кривая, *point* – выводятся точки)
scalling	масштаб графика (*constrained* – сжатый, *unconstrained* - несжатый)
size	размер шрифта в пунктах
symbol	тип точки графика в виде символа (*box* - прямоугольник, *cross* - крест, *circle* - окружность, *point* – точка, *diamond* - ромб)
titlefont	шрифт для заголовка
labelfont	шрифт для меток (labels) на осях координат
view=[A,B]	определение максимальной и минимальной координат, в пределах которых график будет отображаться на экране, где `A=[xmin..xmax], B=[ymin..ymax].`

Трехмерными называют графики, отображающие функции двух переменных `z(x,y)`. На деле трехмерные графики представляют собой объемные проекты в аксонометрии.

Для построения таких графиков `Maple` имеет встроенную в ядро функцию `plot3d`. Она может использоваться в следующих *форматах:*

```
plot3d(expr1, x = a..b, y = c..d, p),
plot3d(f, a..b, c..d, p),
plot3d([exprf, exprg, exprh], s = a..b, t = c..d, p),
plot3d([f, g, h], a..b, c..d, p).
```

Здесь

`a,b,c,d-` пределы изменения соответствующих переменных;

`p` – параметры, с помощью которых можно в широких пределах управлять видом трехмерных графиков.

Существенно расширяет возможности графики системы `Maple` пакет `plots`, который содержит почти полсотни функций. Назначение всех функций можно посмотреть в справочной системе `Maple`.

Подключается этот пакет командой `with (plots);`

Решение уравнений и неравенств

Для решения `уравнений, неравенств` и их `систем` в `СКМ Maple` используется функция `solve`, которая возвращает последовательность решений.

Формат

```
solve(eqn, var);
```

где `eqn` – уравнение, неравенство или процедура;

`var` – имя переменной, относительно которой решается уравнение.

Команда `solve`, примененная для решения тригонометрического уравнения, выдает только главные решения, то есть решения в интервале от `0` до `2*п`.

Например:

```
>solve(sin(x)=cos(x),x);
```

$$\frac{\pi}{4}$$

Для того, чтобы получить все решения, следует предварительно ввести дополнительную команду `_EnvAllSolutions:=true`.

Например:

```
>_EnvAllSolutions:=true;
```

_EnvAllSolutions:=true;

```
>solve(sin(x)=cos(x),x);
```

$$\frac{1}{4}\pi + \pi\_Z1\sim$$

В `Maple` символ `_Z~` обозначает константу целого типа, поэтому решение данного уравнения в математической форме имеет вид

$x := \frac{1}{4}\pi + \pi n$, где `n` – целые числа.

Команда `solve` применяется также для решения **`неравенств`**. Решение неравенства выдается в виде интервала изменения искомой переменной. В том случае, если решение неравенства полуось, то в поле вывода появляется конструкция вида `RealRange(-∞, Open(a))`, которая означает, что $x \in$ `(-∞, a)`, `a` – некоторое число. Слово `Open` означает, что интервал с открытой границей. Если этого слова нет, то соответствующая граница интервала включена во множество решений.

Например:

```
> s:=solve(sqrt(x+3)<=sqrt(x-1)+sqrt(x-2),x);
```

$$s := \mathrm{RealRange}\left(\frac{2}{3}\sqrt{21}, \infty\right)$$

Если необходимо получить решение неравенства не в виде интервального множества типа `x∈(a, b)`, а в виде ограничений для искомой переменной типа `a<x, x<b`, то переменную, относительно которой следует разрешить неравенство, следует указывать в фигурных скобках.

Например:

```
> solve(1-1/2*ln(x)>2,{x});
```

$$\{x < e^{(-2)}, 0 < x\}$$

Решение систем линейных алгебраических уравнений

Системы линейных алгебраических уравнений можно решать также, используя команду `solve`. Такое решение в силу простоты записи может быть предпочтительным. Для решения система уравнений и перечень неизвестных задаются в виде множеств, то есть с использованием фигурных скобок.

```
solve({eq1,eq2,…},{x1,x2,…})
```

Если для дальнейших вычислений необходимо использовать полученные решения уравнений, то команде `solve` следует присвоить какое-нибудь имя `name`. Затем выполняется присвоения команда `assign(name)`. После этого над решениями можно будет производить математические операции.

Решение систем из трех линейных уравнений имеет наглядную геометрическую интерпретацию – в виде точки, в которой пересекаются три плоскости, каждая из которых описывается функцией двух переменных. Это позволяет сделать функция импликативной графики `implicitplot3d`.

Формат:

```
implicitplot3d(expr1,x=a..b,y=c..d,z=p..q,<options>);
implicitplot3d(f,a..b,c..d,p..q,<options>);
```

где

`f, expr1` - уравнение поверхности, которая должна быть построена;

`a,b,c,d,p,q` - пределы изменения соответствующих переменных;

`options` –параметры, с помощью которых можно в широких пределах управлять видом трехмерных графиков.

С помощью команды `solve` можно также решить систему неравенств.

Например:

```
> solve({x+y>=2,x-2*y<=1,x-y>=0,x-2*y>=1},{x,y});
```

$$\{x = 2y + 1, \frac{1}{3} \le y\}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание 1

Построить графики трех функций `sin(x)`,`sin(x)/x`, `sin(x`^{3}`/100)` линиями трех цветов и трех типов.

```
> plot([sin(x),sin(x)/x, sin(x^3/100)],
x=10..10,color=[black,blue,red],style=[line,line,point]);
```

Результат представлен на рисунке 10.1.

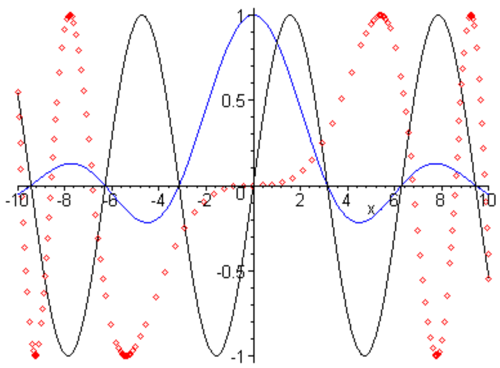


Рис.10.1 – Графики трех функций

Задание 2

Построить поверхность `h`^{2} в цилиндрической системе координат.

```
> plot3d(h^2,a=-Pi..Pi,h=-5..5, coords=cylindrical,
style=patch, color=sin(h));
```

Результат представлен на рисунке 10.2

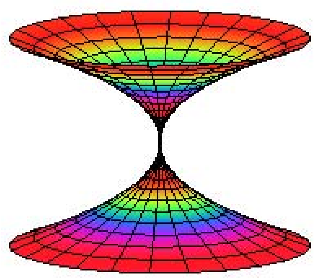


Рис.10.2 – Пример трехмерного графика

Задание 3

Построить поверхности `2*sin(x*y)`, `x^2+y^2-10`, `-x^2-y^2+10` в одной системе координат

```
> smartplot3d(2*sin(x*y),x^2+y^2-10,-x^2-y^2+10);
```

Результат представлен на рисунке 10.3.

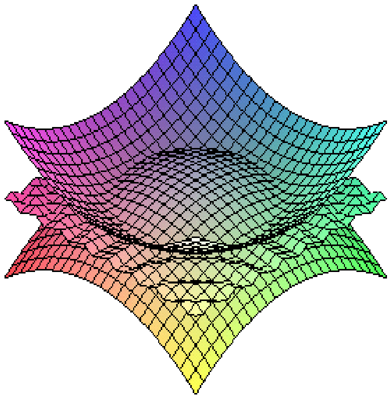


Рис.10.3 – Поверхности, построенные в одной системе координат

Задание 4

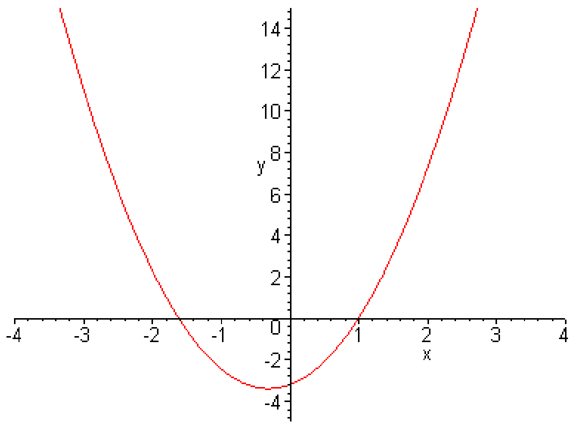
Решить нелинейное уравнение вида `y=2x^2+1.25x-3.2`. Выделить графически интервал изоляции корня уравнения и вычислить корень с точностью $\varepsilon = 10^{-5}$.

Сеанс работы с `Maple`:

```
> restart;
> fn:=2*x^2+1.25*x-3.2;
```

$$fn := 2\,x^2 + 1.25\,x - 3.2$$

```
> plot(fn,x=-4..4,y=-5..15);
```




```
> ans:=evalf(solve(fn,x),5);
```

$$ans := .99044,\ \text{-}1.6154$$

```
> x1=ans[1];
```

$$x1 = .99044$$

```
> x2:=ans[2];
```

$$x2 := \text{-}1.6154$$

```
> subs(x=ans[1],fn); );
```

$$-.7213\ 10^{-5}$$

```
> subs(x=ans[2],fn); );
```

$$-.00021568$$

Задание 5

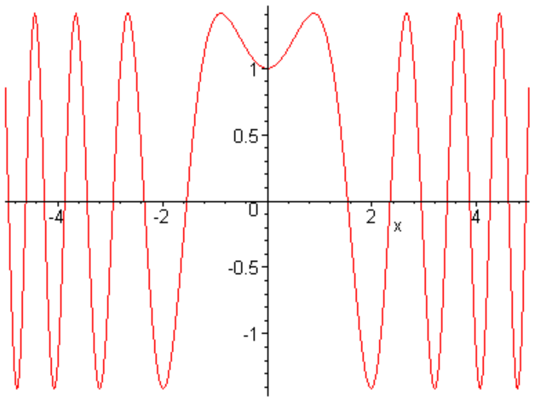
Решить тригонометрическое уравнение вида `y=sin(x`^{2}`)+cos(x`^{2}`)`. Выделить графически интервал изоляции корней уравнения на отрезке [-5..5] и вычислить все корни на этом отрезке.

Сеанс работы с `Maple`:

```
> restart;
> fn:=sin(x^2)+cos(x^2);
```

$$fn := \sin(x^2) + \cos(x^2)$$

```
> plot(fn,x=-5..5);
```



```
> ans:=solve(fn,x);
```

$$ans := \frac{1}{2} I \sqrt{\pi}, \frac{-1}{2} I \sqrt{\pi}$$

```
> _EnvAllSolutions:=true;
```

$$\_EnvAllSolutions := true$$

```
> ans:=solve(fn,x);
```

$$ans := \frac{1}{2}\sqrt{-\pi + 4\,\pi\,\_Z1\sim}, -\frac{1}{2}\sqrt{-\pi + 4\,\pi\,\_Z1\sim}$$

```
> x1:=ans[1];
```

$$x1 := \frac{1}{2}\sqrt{-\pi + 4\,\pi\,\_Z1\sim}$$

```
> x2:=ans[2];
```

$$x2 := -\frac{1}{2}\sqrt{-\pi + 4\,\pi\,\_Z1\sim}$$

```
> x1*x2;
```

$$\frac{1}{4}\pi - \pi\_Z1\sim$$

Задание 6

Рассмотрим возможности использования функции `solve` на примере расчета производственной программы.

Фирма производит четыре вида продукции (A, B, C, D), причем для выпуска каждого используется сырье 4 видов. Известно, что для выполнения плана было израсходовано сырья первого вида в количестве 65 кг, сырья второго вида – 122 кг, третьего вида – 80 кг, четвертого вида – 31 кг. Нормы расхода на изделие по каждому виду сырья представлены в таблице 10.2 [2, стр.].

Таблица 10.2. – Нормы расхода на изделие по каждому виду сырья, кг.

Изделие	1	2	3	4	Общий расход сырья, кг
Сырье вида 1	1	1	3	5	65
Сырье вида 2	2	18	0	5	122
Сырье вида 3	1	5	2	6	80
Сырье вида 4	0	3	1	2	31
Количество изделий	x_1	x_2	x_3	x_4	

Требуется рассчитать план производства, обеспечивающий полный расход сырья.

Решение этой задачи сводится к решению системы четырех линейных уравнений с четырьмя неизвестными вида

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 + 5x_4 = 65 \\ 2x_1 + 18x_2 + 5x_4 = 122 \\ x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 6x_4 = 80 \\ 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 31 \end{cases}$$

Решим эту систему, пользуясь функцией `solve` СКМ MAPLE.

- Определим уравнения системы:

```
> eq1:=x1+x2+3*x3+5*x4=65;
```

$$eq1 := x1 + x2 + 3\,x3 + 5\,x4 = 65$$

```
> eq2:=2*x1+18*x2+5*x4=122;
```

$$eq2 := 2\,x1 + 18\,x2 + 5\,x4 = 122$$

```
> eq3:=x1+5*x2+2*x3+6*x4=80;
```

$$eq3 := x1 + 5\,x2 + 2\,x3 + 6\,x4 = 80$$

```
> q4:=3*x2+x3+2*x4=31;
```

$$eq4 := 3\,x2 + x3 + 2\,x4 = 31$$

- найдем корни:

```
> rez:=solve({eq1,eq2,eq3,eq4},{x1,x2,x3,x4});
```

$$rez := \{x2 = 4, x4 = 6, x1 = 10, x3 = 7\}$$

Задания для самостоятельной работы

Задание 1. Решить нелинейное уравнение (см. таблицу 10.3). Выделить графически интервал изоляции корня уравнения и вычислить корень с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$.

Таблица 10.3

Вариант	Уравнение	Вариант	Уравнение
1	$2\sin\sqrt{x} + 0{,}28x - 1{,}2 = 0$	11	$2\ln x^2 + 4{,}3\ln x - 2{,}9 = 0$
2	$2e^{-x} - 2e^{x} - 1 = 0$	12	$x + \sin\left(x^{0,31} + 5{,}4\right) = 0$
3	$x - 2\sqrt{x} + 3\cdot\sqrt[3]{x} - 4 = 0$	13	$\sin^2\dfrac{x}{2} + \cos^2\dfrac{x}{4} - 6x = 0$
4	$2{,}7 + \sin\sqrt{x} - x = 0$	14	$x - \sin\left(1 - 0{,}3x^3\right) = 0$
5	$\cos x - \dfrac{1}{2}\cos^2 x + \dfrac{1}{4}\cos^4 x - \dfrac{1}{8} = 0$	15	$2x\ln x - \sin x + \cos x = 0$
6	$2 - x + \cos x - \ln(x+3) = 0$	16	$0{,}4\cdot 2^{x} - 6{,}7x + 3 = 0$
7	$e^{x} + \ln 2x - 4{,}2x = 0$	17	$\ln x + x - 3{,}4 = 0$
8	$\sin\dfrac{2}{x} + \dfrac{1}{3}\cos\dfrac{4}{x} - \dfrac{3}{x} + \dfrac{1}{5} = 0$	18	$0{,}3x^2 - 2{,}1x\cdot\ln x = 0$
9	$2x + 14 - e^{x} + e^{-x} = 0$	19	$\sqrt{2-x} - \sqrt[4]{2+x} + 1 = 0$
10	$0{,}5x - \dfrac{2}{5 + \cos(3{,}2x)} = 0$	20	$2{,}8x - 1{,}3\ln x - e^{x} = 0$

Задание 2. Решить неравенство (см. таблицу 10.4).

Таблица 10.4

Вариант	Неравенство	Вариант	Неравенство
1	$\log_x \dfrac{3x-1}{x^2+1} > 0$	6	$\sqrt{2x^2 - 3x - 5} < x - 1$
2	$\log_2^2 (x-1)^2 - \log_{\frac{1}{2}}(x - 1 > 5)$	7	$4^{-x+1/2} - 7*2^{-x} - 4 < 0$
3	$\log_{\frac{1}{3}} x < \log_3 x - \dfrac{5}{2}$	8	$(x-1)\sqrt{x^2 - x - 2} \ge 0$
4	$\dfrac{x+4}{7} - \dfrac{x+7}{4} > -3$	9	$\sqrt{x+4} > \sqrt{2 - \sqrt{3+x}}$

5	$\dfrac{x^2-2x+4}{5x^2+10x+4}<0$	10	$\left\|\,\|2x+1\|-5\right\|<2$

Задание 3. Решить систему уравнений (см. таблицу 10.5).

Таблица 10.5

Вариант	**СЛАУ**	
1	$\begin{cases} x_1+x_2+2x_3+3x_4=1; \\ 3x_1-x_2-x_3-2x_4=-4; \\ 2x_1+3x_2-x_3-x_4=-6; \\ x_1+2x_2+3x_3-x_4=-4. \end{cases}$	$\begin{cases} 5x+8y-z=-7; \\ x+2y+3z=1; \\ 2x-3y+2z=9. \end{cases}$
2	$\begin{cases} x_1+2x_2+3x_3-2x_4=6; \\ x_1-x_2-2x_3-3x_4=8; \\ 3x_1+2x_2-x_3+2x_4=4; \\ 2x_1-3x_2+2x_3+x_4=-8. \end{cases}$	$\begin{cases} x+2y+z=4; \\ 3x-5y+3z=1; \\ 2x+7y-z=8. \end{cases}$
3	$\begin{cases} x_1+2x_2+3x_3+4x_4=5; \\ 2x_1+x_2+2x_3+3x_4=1; \\ 3x_1+2x_2+x_3+2x_4=1; \\ 4x_1+3x_2+2x_3+x_4=-5. \end{cases}$	$\begin{cases} 3x+2y+z=5; \\ 2x+3y+z=1; \\ 2x+y+3z=11. \end{cases}$
4	$\begin{cases} x_2-3x_3+4x_4=-5; \\ x_1-2x_3+3x_4=-4; \\ 3x_1+2x_2-5x_4=12; \\ 4x_1+3x_2-5x_3=5. \end{cases}$	$\begin{cases} x+2y+4z=31; \\ 5x+y+2z=29; \\ 3x-y+z=10. \end{cases}$
5	$\begin{cases} x_1+3x_2+5x_3+7x_4=12; \\ 3x_1+5x_2+7x_3+x_4=0; \\ 5x_1+7x_2+x_3+3x_4=4; \\ 7x_1+x_2+3x_3+5x_4=16. \end{cases}$	$\begin{cases} 4x-3y+2z=9; \\ 2x+5y-3z=4; \\ 5x+6y-2z=18. \end{cases}$
6	$\begin{cases} x_1+5x_2+3x_3-4x_4=20; \\ 3x_1+x_2-2x_3=9; \\ 5x_1-7x_2+10x_4=-9; \\ 3x_2-5x_3=1. \end{cases}$	$\begin{cases} 2x-y-z=4; \\ 3x+4y-2z=11; \\ 3x-2y+4z=11. \end{cases}$
7	$\begin{cases} 2x_1+x_2-5x_3+x_4=8; \\ x_1-3x_2-6x_4=9; \\ 2x_2-x_3+2x_4=-5; \\ x_1+4x_2-7x_3+6x_4=0. \end{cases}$	$\begin{cases} x+y+2z=-1; \\ 2x-y+2z=-4; \\ 4x+y+4z=-2. \end{cases}$
8	$\begin{cases} x_1-x_2+3x_3+2x_4=4; \\ 3x_1+3x_2+3x_3+2x_4=6; \\ 3x_1-x_2-x_3+2x_4=6; \\ 3x_1-x_2+3x_3-x_4=6. \end{cases}$	$\begin{cases} 3x-y=5; \\ -2x+y+z=0; \\ 2x-y+4z=15. \end{cases}$

9	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 8; \\ 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 5; \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 = -1; \\ x_1 + x_2 - x_3 + 3x_4 = 10. \end{cases}$	$\begin{cases} 3x - y + z = 4; \\ 2x - 5y - 3z = -17; \\ x + y - z = 0. \end{cases}$
10	$\begin{cases} 4x_1 + x_2 - x_4 = -9; \\ x_1 - 3x_2 + 4x_3 = -7; \\ 3x_2 - 2x_3 + 4x_4 = 12; \\ x_1 + 2x_2 - x_3 - 3x_4 = 0. \end{cases}$	$\begin{cases} x + y + z = 2; \\ 2x - y - 6z = -1; \\ 3x - 2y = 8. \end{cases}$

Задание 4. Решить систему неравенств (см. таблицу 10.6).

Таблица 10.6

.Вариант	Условие	Вариант	Условие
1	$\begin{cases} 3-x>0, \\ 9-x^2>0 \end{cases}$	6	$\begin{cases} 2x^2-x>0, \\ 2x+2>0, \\ \log_4(2x+2)\neq 0; \end{cases}$
2	$\begin{cases} 3-x>0, \\ 9-2^x>0; \end{cases}$	7	$\begin{cases} \lvert x^2+5x\rvert<6, \\ \lvert x+1\rvert<2; \end{cases}$
3	$\begin{cases} \dfrac{x}{x-3}+\dfrac{x-5}{x}<\dfrac{2x}{3-x} \\ \log_{\sqrt{2}}(x-1)<4 \end{cases}$	8	$\begin{cases} \lvert x^2-4x\rvert<5 \\ \lvert x+1\rvert<3 \end{cases}$
4	$\begin{cases} \dfrac{x+8}{x+2}>2 \\ \lg(x+1)<1 \end{cases}$	9	$\begin{cases} \sqrt{4x-7}<x \\ \sqrt{x+5}+\sqrt{5-x}>4; \end{cases}$
5	$\begin{cases} \sqrt{x^2-9x+20}\le\sqrt{x-1} \\ \sqrt{x-1}\le\sqrt{x^2-13} \end{cases}$	10	$\begin{cases} x^2-3x<2-x, \\ x^2-3x>x-2; \end{cases}$

Задание 5. Построить поверхность (см. таблицу 10.7

Таблица 10.7

Вариант	Условие	Вариант	Условие
1	f = 2·sin(*xy*), при x=-Pi..Pi, y=-Pi..Pi	6	f = Sin(x^2+(y – 1)^2) при x=-2..2, y=-1..3
2	f = cos(x+y)$^{-1}$ при x=-4..4, y=-4..4	7	f=(e^{xy})^{xy} при x=-1..1,y=-1..1
3	f = Cos(*tx*)·sin(*ty*) при x=-Pi..Pi,	8	f = sin((*x+2)t*) при x=-10..10,

	y=-Pi..Pi, t=1..4		t=1..20,n=1..50
4	f = Sin(*xy*) при x=-Pi..Pi, y=-Pi..Pi	9	f=sin(x)·cos(x)·tan(x·y) при x=-4..4, y=-4..4
5	f= $\frac{\sin(x + t\pi}{x + 11}$ при x = -10..10, y = =-Pi..Pi, t=1..4	10	f= $\frac{\ln(x+y)}{\cos(x+y)}$ при x=-4..4, y=-4..4

Литература

1. *Intranet – ресурс.* Электронные учебные пособия кафедры «Информатика» УО ВГТУ. http://192.168.40.69
2. *Вардомацкая, Е.* Информатика. В двух частях. Часть I.: учебное пособие / Е.Ю. Вардомацкая, Т.Н. Окишева. – Витебск: УО «ВГТУ», 2007. – 220 с.
3. *Вардомацкая Е.Ю.* Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Основы информатики и вычислительной техники» (CD-RW, http://test), 2008 г.
4. Дьяконов, В. Maple 6 : учебный курс – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 608 с. : ил
5. Информатика для юристов и экономистов: Учебник для вузов / *Под ред. С.В. Симоновича.* – СПб: Питер, 2006.
6. Морозевич А.Н. и др. Прикладная информатика: Учебное пособие – Мн.: Выш. школа, 2003. – 335 с.: ил
7. Шарстнев В.Л., Вардомацкая Е.Ю. Компьютерные информационные технологии. Пакеты прикладных программ для моделирования а анализа задач экономики : пособие / В.Л. Шарстнев, Е.Ю. Вардомацкая – Витебск: УО «ВГТУ», 2007. – 138 с.
8. *Шарстнев В.Л., Вардомацкая Е.Ю.,* Компьютерные информационные технологии: лабораторный практикум : пособие – Витебск: УО «ВГТУ», 2008. – 170 с.