

## Построение графиков в Maple

Всюду далее примеры работы пакета Maple будут приведены в режиме интерфейса Worksheet Mode с математическим (Math Mode) или текстовым (Text Mode) режимом ввода. В ряде случаев был использован режим интерфейса Document mode для построения графиков с помощью команд контекстного меню.

Рассмотрен способ создания графиков с помощью встроенных команд верхнего уровня и команд пакета plots.

1. Двумерные графики.
2. Трехмерные графики.

### § 1.1 Двумерные графики. Команда plot

#### Команда plot и ее параметры.

Для построения графиков функции  $f(x)$  одной переменной (в интервале  $a \leq x \leq b$  по оси  $Ox$  и в интервале  $c \leq y \leq d$  по оси  $Oy$ ) используется команда **plot** в виде **plot(f(x), x=a..b, y=c..d, parameters)**, где **parameters** – параметры управления изображением. Если их не указывать, то будут использованы установки по умолчанию. Настройка изображения также может осуществляться с панели инструментов.

Некоторые параметры команды **plot**:

- 1) **title="text"**, где **text** – заголовок рисунка (текст можно оставлять без кавычек, если он содержит только латинские буквы без пробелов).
- 2) **coords=polar** – установка полярных координат (по умолчанию установлены декартовы).
- 3) **axes** – установка типа координатных осей: **axes=NORMAL** – обычные оси; **axes=BOXED** – график в рамке со шкалой; **axes=FRAME** – оси с центром в левом нижнем углу рисунка; **axes=NONE** – без осей.
- 4) **scaling** – установка масштаба рисунка: **scaling=CONSTRAINED** – одинаковый масштаб по осям; **scaling=UNCONSTRAINED** – график масштабируется по размерам окна.
- 5) **style=LINE (POINT)** – вывод линиями (или точками).
- 6) **numpoints=n** – число вычисляемых точек графика (по умолчанию **n=49**).
- 7) **color** – установка цвета линии: английское название цвета, например, **yellow** – желтый и т.д.
- 8) **xtickmarks=nx** и **ytickmarks=ny** – число меток по оси  $Ox$  и оси  $Oy$ , соответственно.
- 9) **thickness=n**, где **n=0,1,2,3...** – толщина линии (по умолчанию **n=0**).
- 10) **linestyle=t** – тип линии: непрерывная, пунктирная и т.д. **t** может быть одним из зарезервированных имен (**solid, dot, dash, dashdot, longdash, spacedash, spacedot**), либо может быть числом от 1 до 7 (**n=1** – непрерывная, установлено по умолчанию).
- 11) **symbol=s** – тип символа, которым помечают точки: **BOX, CROSS, CIRCLE, POINT, DIAMOND**.
- 12) **font=[f, style, size]** – установка типа шрифта для вывода текста: **f** задает название шрифтов: **TIMES, COURIER, HELVETICA, SYMBOL**; **style** задает стиль шрифта: **BOLD, ITALIC, UNDERLINE**; **size** – размер шрифта в pt.
- 13) **labels=[tx, ty]** – надписи по осям координат: **tx** – по оси  $Ox$  и **ty** – по оси  $Oy$ .

14) `discont=true` – указание для построения бесконечных разрывов.

С помощью команды `plot` можно строить помимо графиков функций  $y=f(x)$ , заданной явно, также графики функций, заданных параметрически  $y=y(t)$ ,  $x=x(t)$ , если записать команду `plot([y=y(t), x=x(t), t=a..b], options)`.

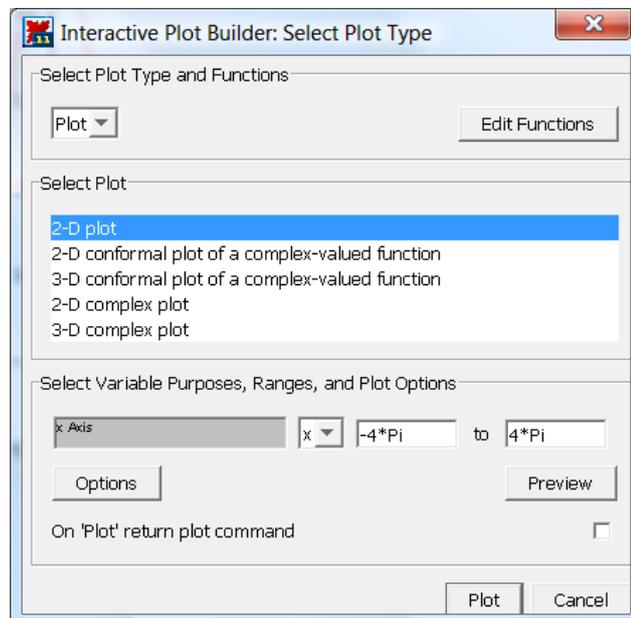
### Задание 1.1.

Создайте новый файл с основным режимом интерфейса Document mode: File -> New -> Document mode. Сохраните файл под именем graph1-1.mw.

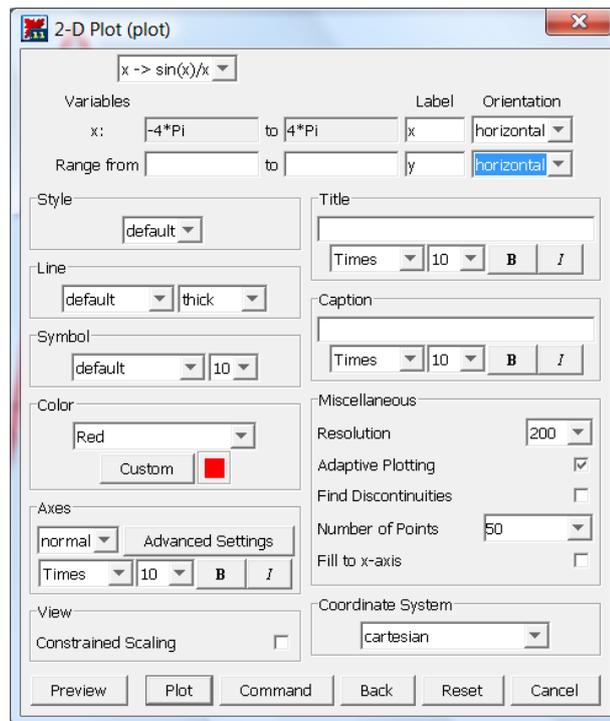
1. Построить график функции  $y = \frac{\sin x}{x}$  жирной линией в интервале от  $-4\pi$  до  $4\pi$ .

Решение: Сначала используем документный режим интерфейса. Введите правую часть:  $\frac{\sin(x)}{x}$ . Для установки интервала, ширины линии и подписи осей будем использовать Plot

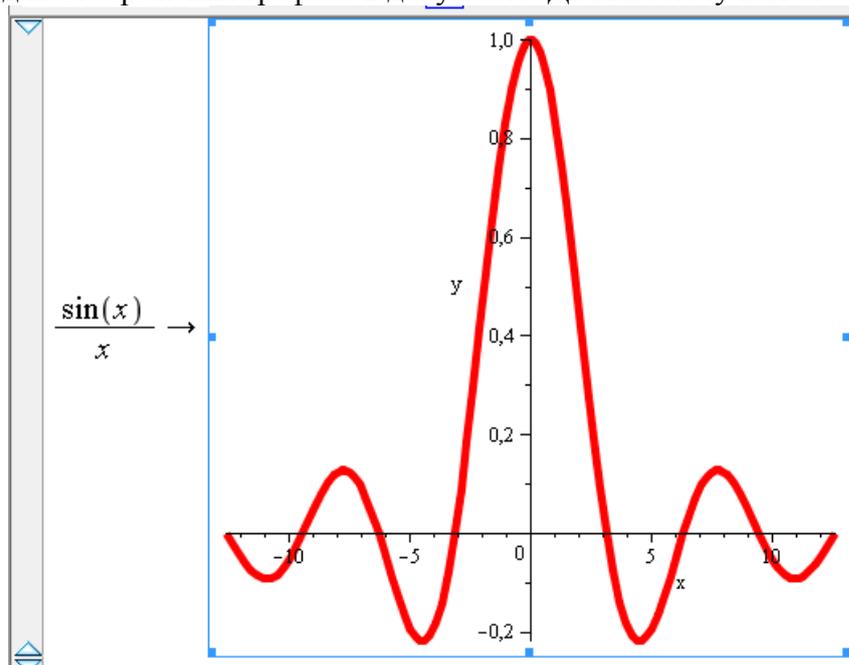
Builder. Вызовите контекстное меню и выберите Plots->Plot Builder. Выберите 2D Plot и задайте интервал изменения  $x \in [-4\pi, 4\pi]$ :



Задайте ширину линии и подписи осей в Options:



Нажав на Preview, в окне предварительного просмотра можно посмотреть вид графика. Нажмите Plot для отображения графика в документе. Должно получиться:



Теперь построим тот же график с помощью команды **plot**. Вставьте рабочую группу . Наберите  $\frac{\sin(x)}{x}$ , снова вызовите контекстное меню и воспользуйтесь Plot Builder, зайдите в Options (все предыдущие настройки сохранятся) и нажмите на кнопку Command. Должно получиться:

```

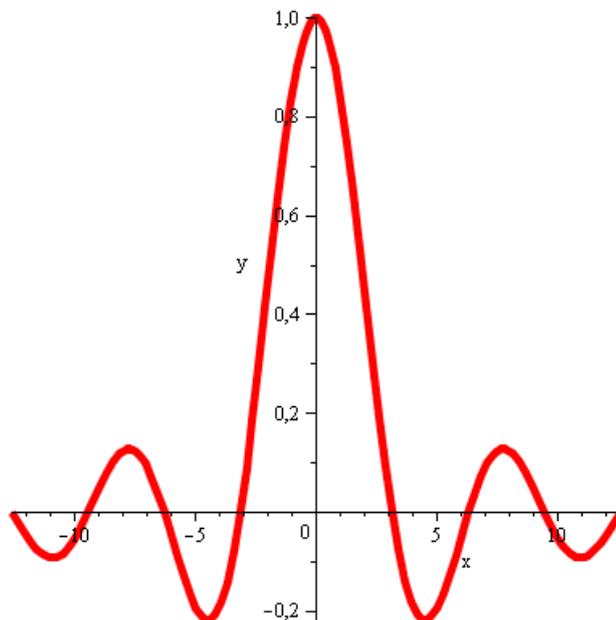
>  $\frac{\sin(x)}{x}$ 
> 'plot(sin(x)/x, x = -4 * π .. 4 * π, thickness = 5, labels = ["x", "y"])'
plot( $\frac{\sin(x)}{x}$ , x = -4 π .. 4 π, thickness = 5, labels = ["x", "y"])

```

(1)

Для выполнения команды удалите кавычки и нажмите Enter:

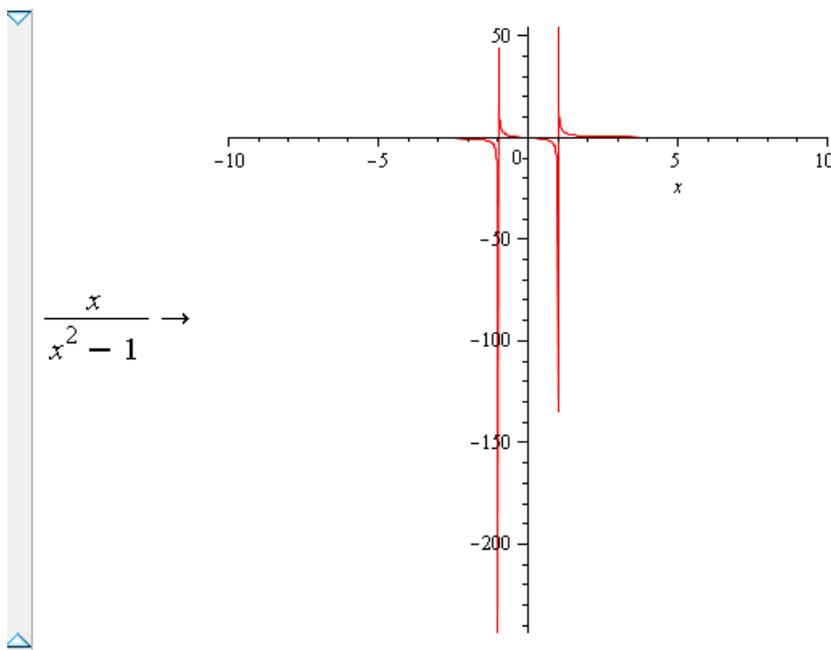
```
> plot(sin(x)/x, x = -4 * π .. 4 * π, thickness = 5, labels = ["x", "y"])
```



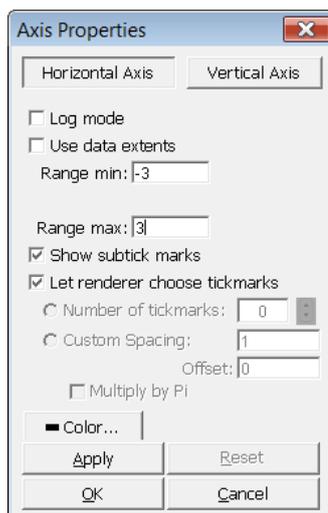
2. Построить график разрывной функции  $y = \frac{x}{x^2 - 1}$  для  $x \in [-3, 3]$ ,  $y \in [-3, 3]$ . Цвет линии – black, заголовок графика: «График разрывной функции».

Решение: Сначала используем документный режим интерфейса. Введите правую часть:

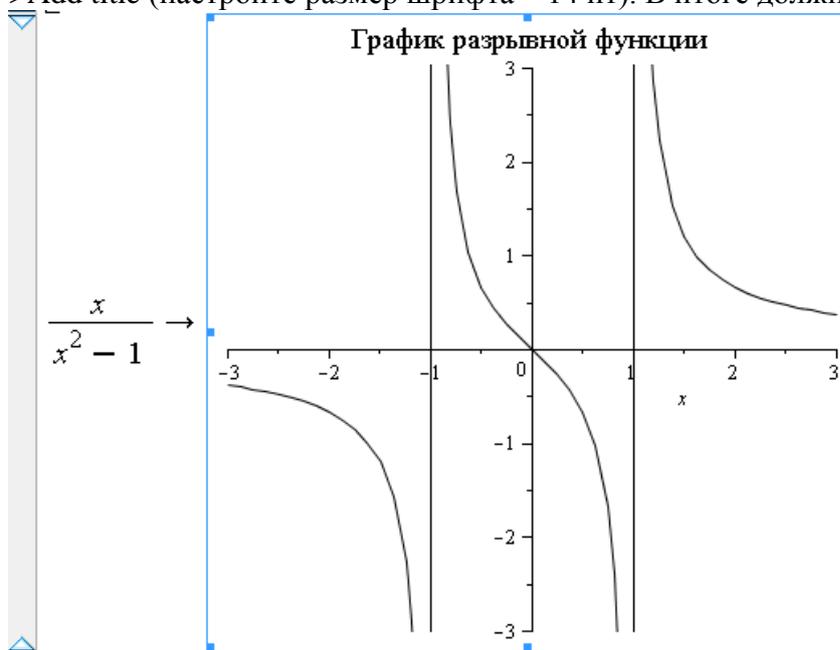
$\frac{x}{x^2 - 1}$ . Вызовите контекстное меню и выберите Plots->2D Plot. Должно получиться:



Теперь используйте контекстное меню графика для установки нужных опций. Выберите Axes->Properties и установите интервал изменения горизонтальной оси x:



Аналогично – для вертикальной оси  $y$ . Задайте цвет линий: Color->Black и заголовок графика: Title->Add title (настройте размер шрифта – 14 пт). В итоге должно получиться:



*Замечание:* вертикальные асимптоты появляются на рисунке автоматически.

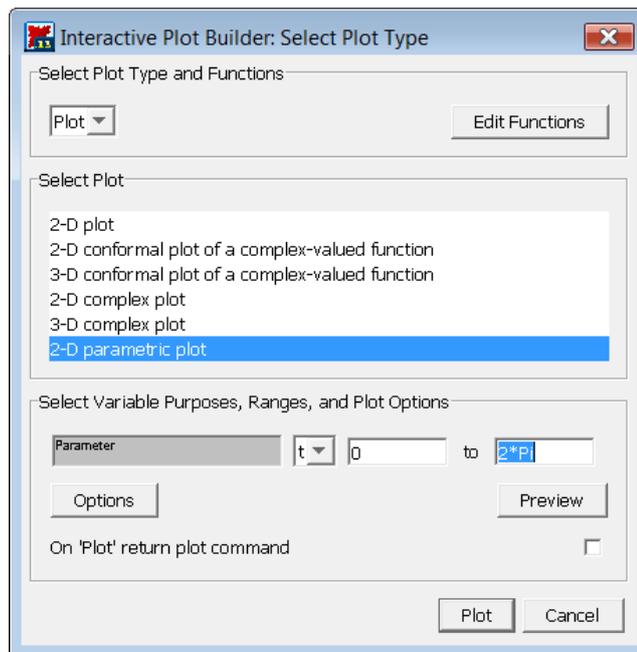
Теперь построим тот же график с помощью команды **plot**. Вставьте рабочую группу , наберите и выполните команду:

```
> plot(x/(x^2 - 1), x = -3 .. 3, y = -3 .. 3, title = "График разрывной функции", titlefont = [times, normal, 14], color = black)
```

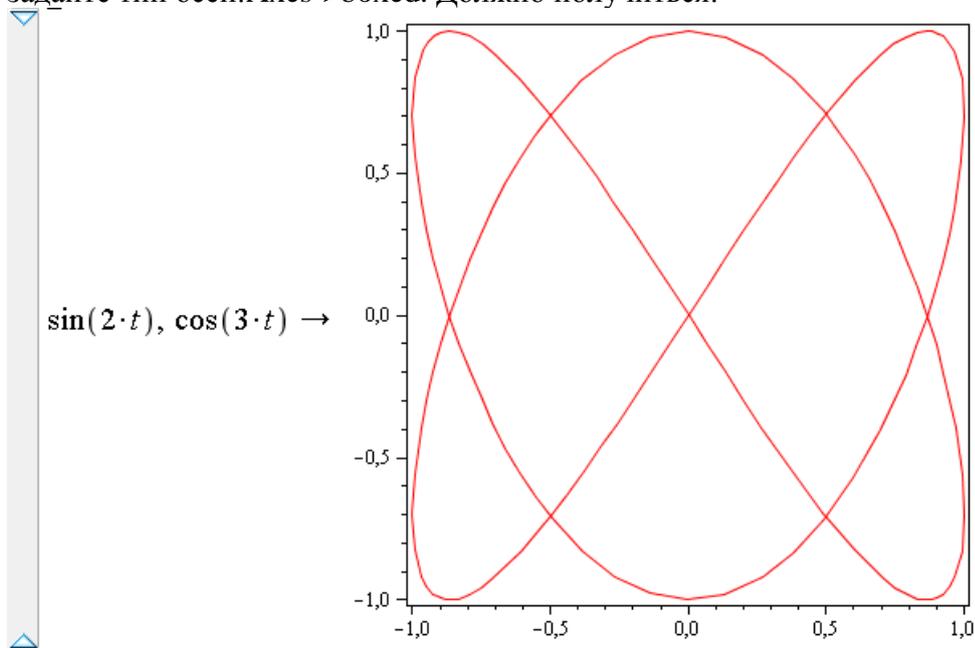
Должен получиться тот же результат.

Построить график параметрической кривой  $x(t) = \sin 2t$ ,  $y(t) = \cos 3t$  с параметром  $t$   $0 \leq t \leq 2\pi$  в рамке.

Решение: Сначала используем документный режим интерфейса. Введите правую часть функций:  $\sin(2 \cdot t)$ ,  $\cos(3 \cdot t)$ . Будем использовать Plot Builder. Вызовите контекстное меню и выберите Plots->Plot Builder. Выберите 2D Parametric plot и задайте интервал изменения  $t \in [0, 2\pi]$ :



В Options задайте тип осей: Axes->boxed. Должно получиться:



Теперь вставьте рабочую группу и постройте тот же график с помощью команды plot (воспользуйтесь Plot Builder). На выходе должна быть команда:

> `plot([sin(2*t), cos(3*t), t=0..2*pi], axes=boxed)`

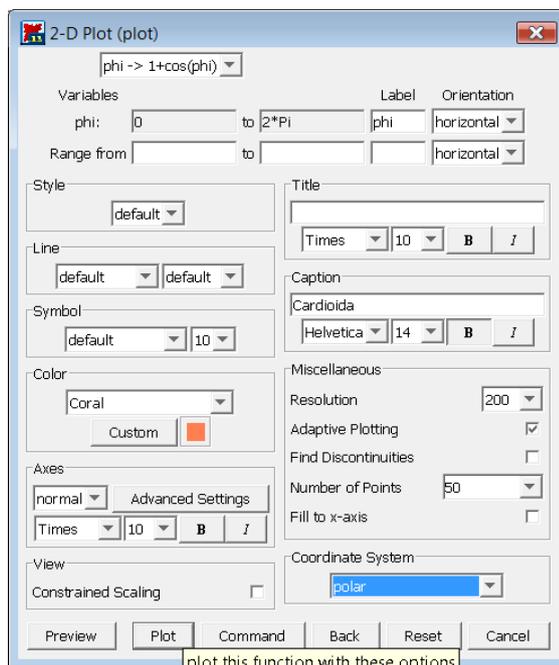
Обратите внимание: для построения графика параметрической функции описание интервала изменения параметра должно находиться внутри квадратных скобок:

**`plot([x(t), y(t), t=t1..t2], x=x1..x2, y=y1..y2, options)`**

> `plot([sin(2*t), cos(3*t), t=0..2*pi], axes=boxed)`

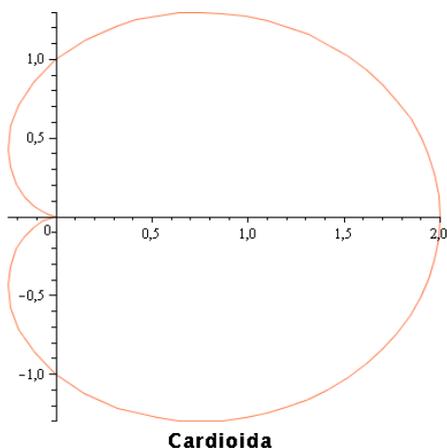
3. Построить в полярных координатах график кардиоиды  $\rho = 1 + \cos \varphi$ ,  $\varphi \in [0, 2\pi]$ , с подписью «Кардиоида». Цвет линии – coral. Шрифт подписи – Helvetica, жирный, 14 пт.

**Решение:** Используем команду **plot**. Вставьте рабочую группу и введите правую часть функций:  $1 + \cos(\varphi)$ . Будем использовать Plot Builder. Вызовите контекстное меню и выберите Plots->Plot Builder. Выберите 2D Plot и задайте интервал изменения  $t \in [0, 2\pi]$ . В Options задайте цвет линии (coral), подпись (caption) и координатную систему графика – полярную (polar):



Должно получиться:

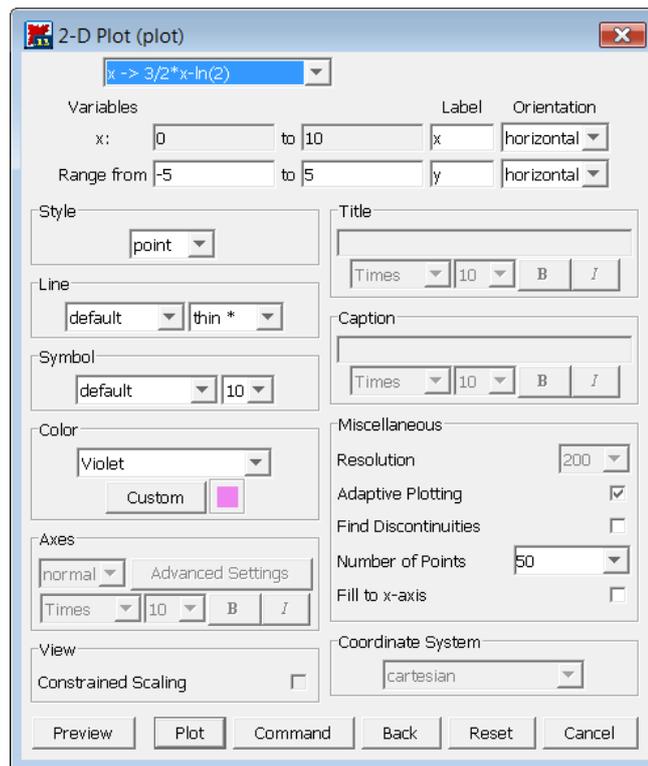
> `plot(1 + cos(phi), phi = 0 .. 2 * pi, color = "Coral", caption = "Cardioida", captionfont = [HELVETICA, BOLD, 14], coords = polar)`



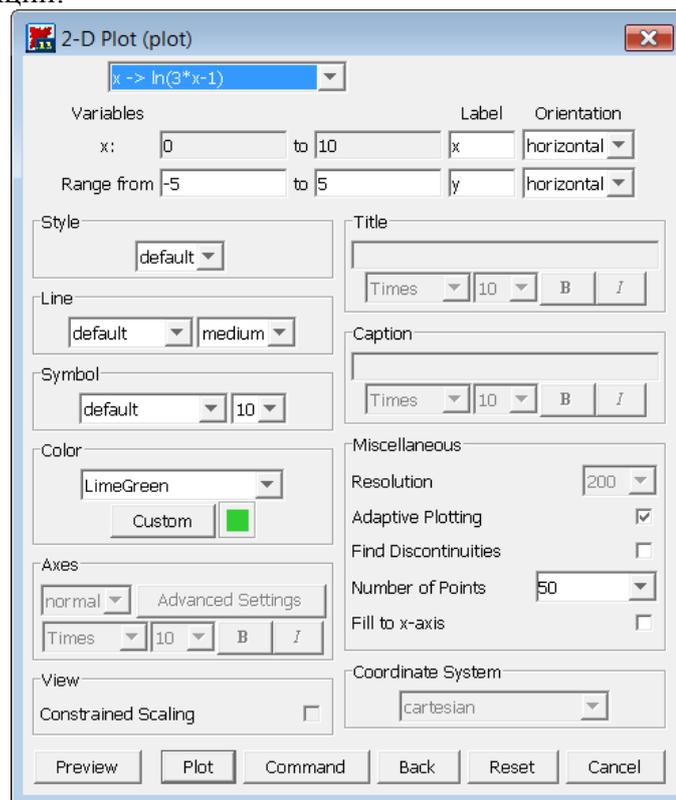
4. Построить два графика на одном рисунке: график функции  $y = \ln(3x - 1)$  и касательную к нему  $y = \frac{3}{2}x - \ln 2$ . Выбрать разные цвета и толщины для линий.

**Решение:** Сначала используем документный режим интерфейса. Введите правые части функций:  $\ln(3 \cdot x - 1)$ ,  $\frac{3}{2} \cdot x - \ln(2)$ . Будем использовать Plot Builder. Вызовите контекстное меню и выберите Plots->Plot Builder. Выберите 2D plot и задайте интервал изменения  $x \in [0, 10]$ . В Options задайте следующие параметры для каждой кривой:

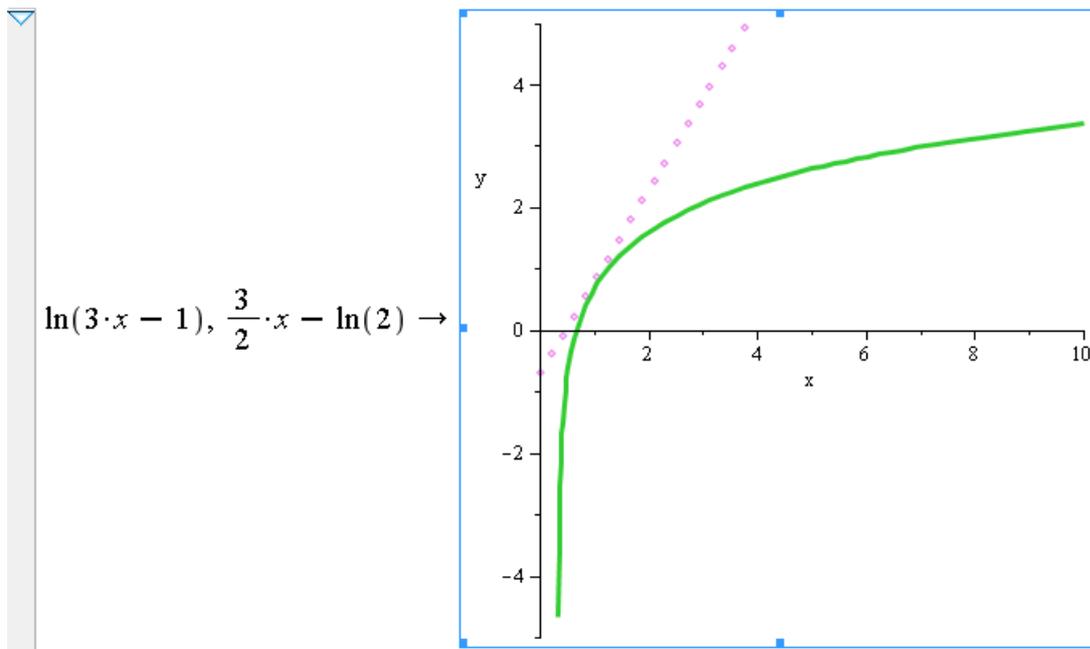
- для асимптоты:



- для основной функции:



Должно получиться:



Теперь посмотрите, как выглядит команда, которая строит этот график. Вставьте рабочую группу, наберите правые части функций и выполните Plot Builder->Options->Command. Должно получиться:

```
> plots[display](plot(3/2*x - ln(2), x = 0 .. 10, style = point, thickness = 1, color = "Violet"), plot(ln(3*x - 1), x = 0 .. 10, thickness = 3, color = "LimeGreen"), view = [DEFAULT, -5 .. 5], labels = ["x", "y"])
```

Таким образом, для построения графиков двух функций на одном рисунке можно использовать команду **display** из пакета **plots**, которая может вывести на одном рисунке результат двух команд **plot**.

Построим тот же график без использования команды **display**. Для этого запишем команду **plot** в виде:

```
> plot([ln(3*x - 1), 3/2*x - ln(2)], x = 0 .. 10, y = -5 .. 5, color = ["LimeGreen", "Violet"], style = [line, point], thickness = [3, 1], labels = [x, y])
```

Должен получиться тот же результат.

Обратите внимание: для построения графиков двух функций на одном рисунке описание интервала изменения общей переменной должно находиться снаружи квадратных скобок:

```
> plot([ln(3*x - 1), 3/2*x - ln(2)], x = 0 .. 10, y = -5 .. 5, color = ["LimeGreen", "Violet"], style = [line, point], thickness = [3, 1], labels = [x, y])
```

## § 1.2 Двумерные графики. Команды пакета `plots`

### Построение графика функции, заданной неявно (команда `implicitplot`)

Функция задана неявно, если она задана уравнением  $F(x, y) = 0$ . Для построения графика неявной функции используется команда `implicitplot` из графического пакета `plots` в виде `implicitplot(F(x,y)=0, x=x1..x2, y=y1..y2)`.

### Вывод текстовых комментариев на рисунок (команда `textplot`)

В пакете `plots` имеется команда `textplot` для вывода текстовых комментариев на рисунок: `textplot([x0,y0,'text'], options)`, где `x0`, `y0` – координаты точки, с которой начинается вывод текста 'text'.

### Вывод нескольких графических объектов на один рисунок (команда `display`)

Часто бывает необходимо совместить на одном рисунке несколько графических объектов, полученных при помощи различных команд, например, добавить графику, нарисованную командой `plot`, текстовые надписи, полученные командой `textplot`. Для этого результат действия команды присваивается некоторой переменной:

```
> p:=plot(...): t:=textplot(...):
```

При этом на экран вывод не производится. Для вывода графических изображений необходимо выполнить команду `display` из пакета `plots`, предварительно подключив этот пакет:

```
> with(plots): display([p,t], options).
```

### Построение двумерной области, заданной неравенствами (команда `inequal`)

Если необходимо построить двумерную область, заданную системой неравенств  $f_1(x, y) > c_1, f_2(x, y) > c_2, \dots, f_n(x, y) > c_n$ , то для этого можно использовать команду `inequal` из пакета `plots`. В команде `inequal({f1(x,y)>c1, ..., fn(x,y)>cn}, x=x1..x2, y=y1..y2, options)` в фигурных скобках указывается система неравенств, определяющих область, затем размеры координатных осей и параметры. Параметры регулируют цвета открытых и закрытых границ, цвета внешней и внутренней областей, а также толщину линий границ:

- `optionsfeasible=(color=red)` – установка цвета внутренней области;
- `optionsexcluded=(color=yellow)` – установка цвета внешней области;
- `optionsopen(color=blue, thickness=2)` – установка цвета и толщины линии открытой границы;
- `optionsclosed(color=green, thickness=3)` – установка цвета и толщины линии закрытой границы.

## Задание 1.2.

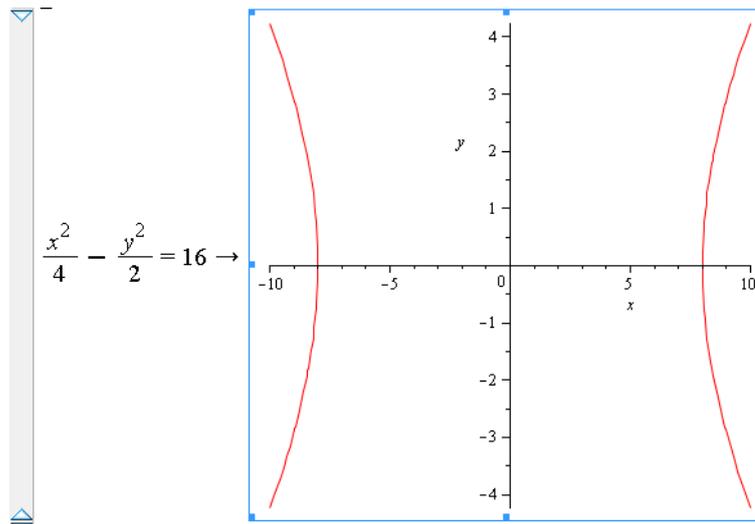
Создайте новый файл с основным режимом интерфейса Document mode: File -> New -> Document mode. Сохраните файл под именем graph1-2.mw.

1. Построить график неявной функции (гиперболы):  $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{2} = 16$ .

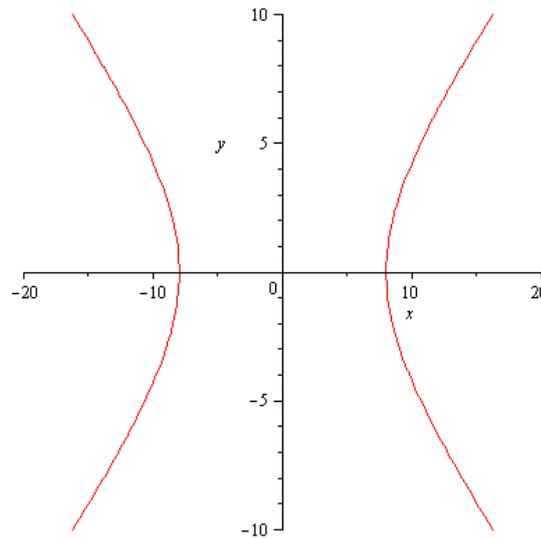
Решение: Сначала используем документный режим интерфейса. Введите полностью

уравнение гиперболы:  $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{2} = 16$ . Вызовите контекстное меню и выберите Plots->2D

Implicit Plot->x,y. Должно получиться:

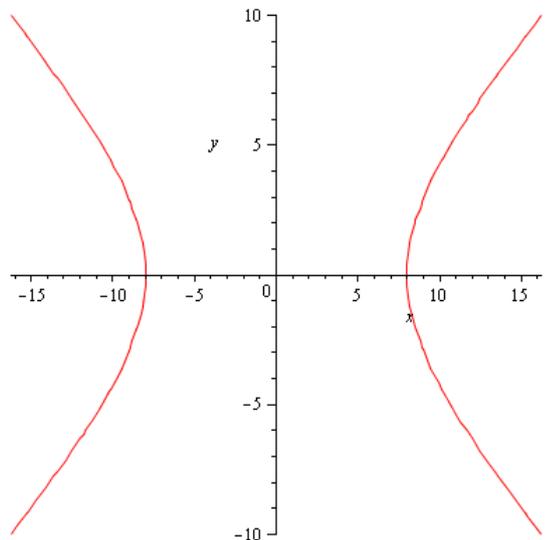


В контекстном меню графика измените интервалы для осей:  $x \in [-20,20]$ ,  $y \in [-10,10]$ .  
 Должно получиться:



Теперь построим тот же график с помощью команды **implicitplot** пакета **plots**.  
 Вставьте рабочую группу , наберите и выполните команды:

**>** `with(plots) : implicitplot( $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{2} = 16, x = -20..20, y = -10..10$ )`



2. Построить на одном рисунке графики астроида  $x = 4\cos^3 t$ ,  $y = 2\sin^3 t$  ( $0 \leq t \leq 2\pi$ ) вписанной в эллипс  $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{4} = 1$ . Выведите название линий **Astroida** и **Ellips** жирным шрифтом вместе с его уравнением курсивом.

**Решение:** Для построения сложного графика удобнее использовать командный режим. Будем использовать команду **plot** для построения графика астроида (параметрической кривой), команду **implicitplot** для построения графика эллипса (неявной функции), команду **textplot** из пакета **plots** для вывода текстовых надписей и команду **display** из пакета **plots** для вывода результатов нескольких графических команд на одном рисунке.

Вставьте рабочую группу . Сначала следует подключить пакет **plots**:

> *with(plots)* :

Затем следует задать уравнение эллипса и астроида (для астроида нужно ввести правые части уравнений):

>  $eq1 := \frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{4} = 1$  :

>  $eq2 := 4 \cdot \cos(t)^3, 2 \cdot \sin(t)^3$  :

Теперь зададим переменные, которые будут хранить результат выполнения команды **implicitplot** построения графика эллипса и команды **plot** для построения графика астроида. Зададим одинаковый масштаб по осям: **scaling=CONSTRAINED**.

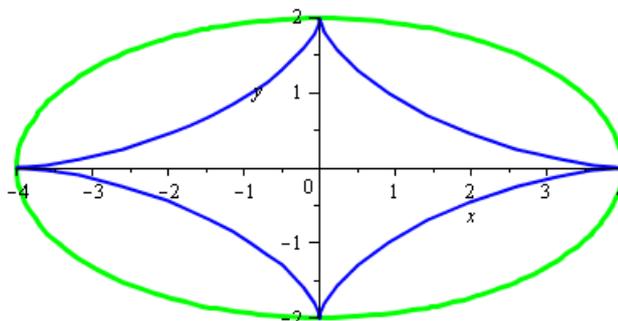
> *ellips := implicitplot(eq1, x = -4..4, y = -2..2, color = green, thickness = 3, scaling = CONSTRAINED)* :

> *astroida := plot([eq2, t = 0..2·π], color = blue, thickness = 2, scaling = CONSTRAINED)* :

Теперь изобразим два графика на одном рисунке с помощью команды **display**:

> *display([ellips, astroida])*

Должно получиться:



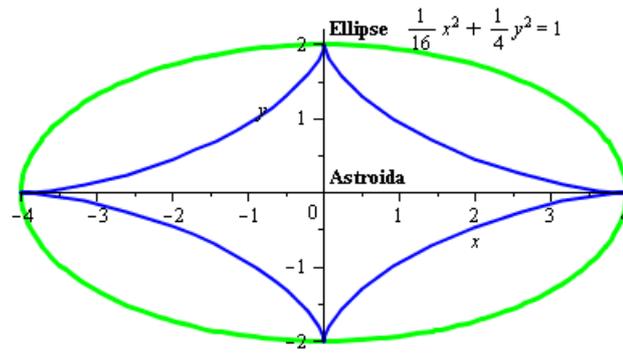
Осталось подписать графики. Сделаем это с помощью команды **textplot**. В опциях команды **textplot** следует указать координаты точки, с которой начинается вывод текста. Возьмем точку (0,0.2) для астроида и точки (0,2.2) и (1,2.2) для эллипса. Сначала зададим переменные, которые будут хранить результат выполнения команд **textplot**. Затем используем команду **display**:

> *t1 := textplot([0, 0.2, "Astroida"], font = [TIMES, BOLD, 10], align = RIGHT)* :

> *t2 := textplot([[0, 2.2, "Ellipse", font = [TIMES, BOLD, 10], align = RIGHT], [1, 2.2, eq1, font = [TIMES, ITALIC, 10], align = RIGHT]])* :

> *display([ellips, astroida, t1, t2])*

В результате должно получиться:



3. Построить область, ограниченную линиями:  $x + y > 0$ ,  $x - y \leq 1$ ,  $y = 2$ . Изобразить открытую границу красным цветом пунктирной линией, изобразить закрытую границу красным цветом сплошной линией, внутреннюю область залить зеленым цветом, внешнюю область залить желтым цветом.

Решение: Для построения графического решения неравенства удобнее использовать командный режим. Будем использовать команду **inequal** из пакета **plots**.

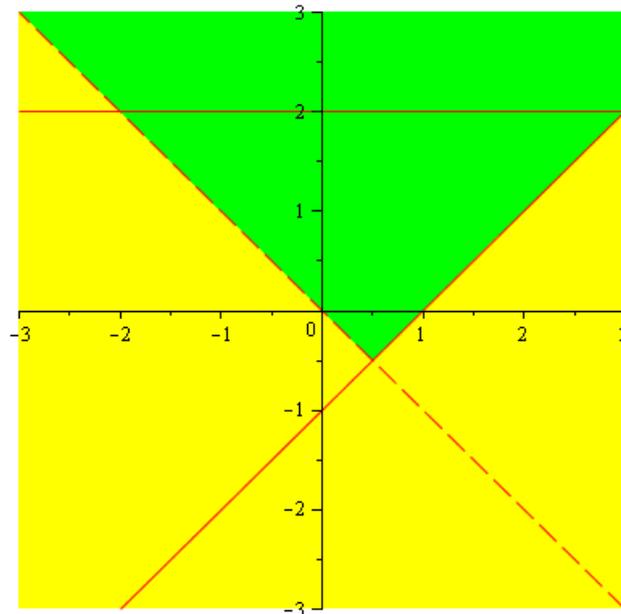
Вставьте рабочую группу . Сначала следует подключить пакет plots:

> *with(plots)* :

Теперь выполните команду **inequal** с соответствующими опциями:

```
> inequal({x-y<=1,x+y>0,y=2},x=-3..3,y=-3..3,
optionsopen=(color=red,linestyle=dash),
optionsclosed=(color=red), optionsfeasible=(color=green),
optionsexcluded=(color=yellow));
```

Должно получиться:



## § 2.1 Трехмерные графики. Команда plot3d

### График поверхности, заданной явной функцией.

График функции  $z = f(x, y)$  можно нарисовать, используя команду `plot3d(f(x,y), x=x1..x2, y=y1..y2, options)`. Параметры этой команды частично совпадают с параметрами команды `plot`. К часто используемым параметрам команды `plot3d` относится `light=[angl1, angl2, c1, c2, c3]` – задание подсветки поверхности, создаваемой источником света из точки со сферическими координатами (`angl1, angl2`). Цвет определяется долями красного (`c1`), зеленого (`c2`) и синего (`c3`) цветов, которые находятся в интервале  $[0,1]$ . Параметр `style=opt` задает стиль рисунка: `POINT` – точки, `LINE` – линии, `HIDDEN` – сетка с удалением невидимых линий, `PATCH` – заполнитель (установлен по умолчанию), `WIREFRAME` – сетка с выводом невидимых линий, `CONTOUR` – линии уровня, `PATCHCONTOUR` – заполнитель и линии уровня. Параметр `shading=opt` задает функцию интенсивности заполнителя, его значение равно `xyz` – по умолчанию, `NONE` – без раскраски.

### График поверхности, заданной параметрически.

Если требуется построить поверхность, заданную параметрически:  $x=x(u,v)$ ,  $y=y(u,v)$ ,  $z=z(u,v)$ , то эти функции перечисляются в квадратных скобках в команде: `plot3d([x(u,v), y(u,v), z(u,v)], u=u1..u2, v=v1..v2)`.

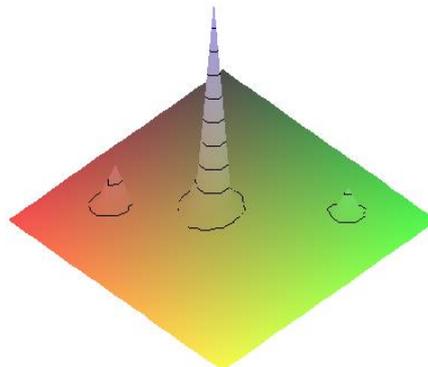
## Задание 2.1

Создайте новый файл с основным режимом интерфейса Worksheet mode: File -> New -> Worksheet mode. Сохраните файл под именем graph2-1.mw.

1. Построить поверхность  $z = \frac{1}{x^2 + y^2} + \frac{0,2}{(x + 1,2)^2 + (y - 1,5)^2} + \frac{0,3}{(x - 0,9)^2 + (y + 1,1)^2}$  вместе с линиями уровня.

Решение: Будем использовать команду `plot3d`. В качестве аргумента команды следует ввести правую часть уравнения поверхности. Для построения линий уровня следует задать опцию `style=PATCHCONTOUR`.

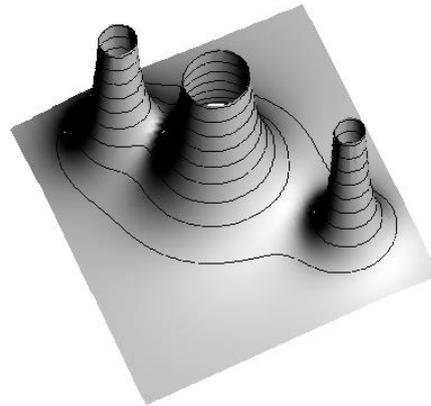
```
> plot3d(1/(x^2 + y^2) + 0.2/((x + 1.2)^2 + (y - 1.5)^2) + 0.3/((x - 0.9)^2 + (y + 1.1)^2), x = -2..2, y = -2..2.5, style = PATCHCONTOUR);
```



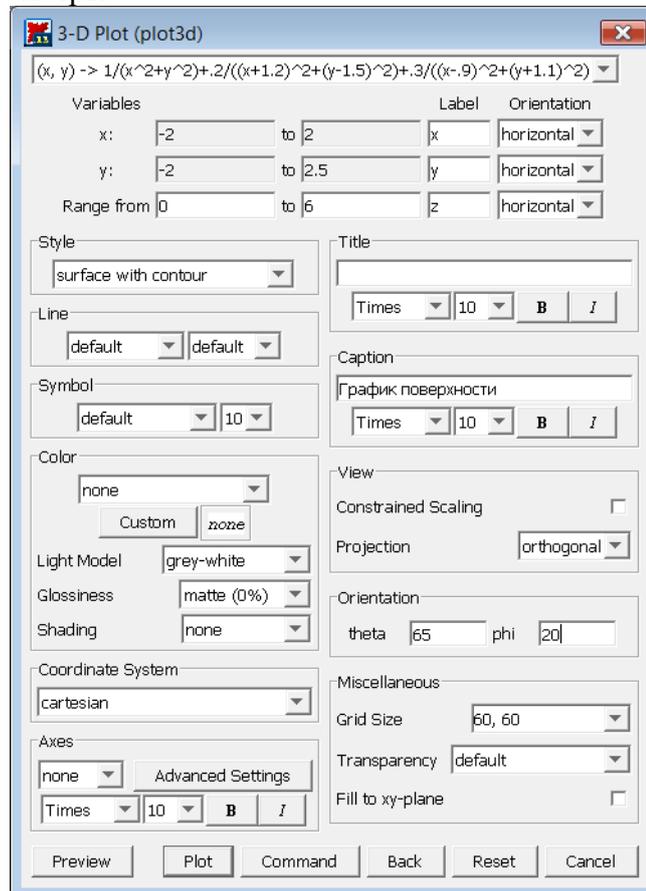
Зададим дополнительные опции: координаты изменения оси z точки (`view=0..6`), размер прямоугольной сетки (`grid=[60, 60]`), отсутствие раскраски (`shading=NONE`), координаты источника света (`light=[100, 30, 1, 1, 1]`).

Должно получиться:

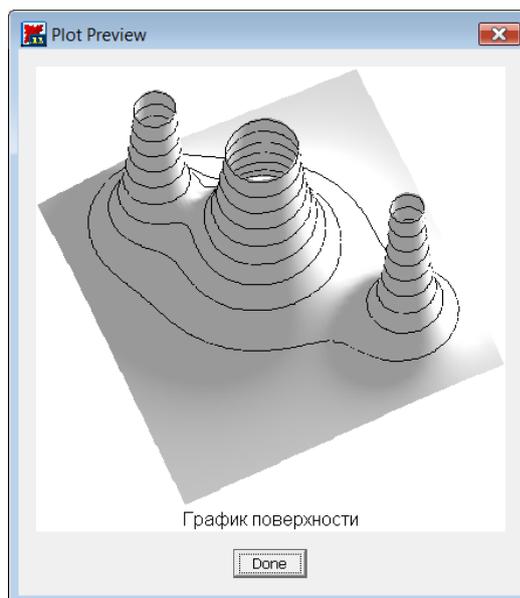
>  $\text{plot3d}\left(\frac{1}{x^2 + y^2} + \frac{0.2}{(x + 1.2)^2 + (y - 1.5)^2} + \frac{0.3}{(x - 0.9)^2 + (y + 1.1)^2}, x = -2..2, y = -2..2.5, \text{view} = 0..6, \text{grid} = [60, 60], \text{shading} = \text{NONE}, \text{light} = [100, 30, 1, 1, 1], \text{orientation} = [65, 20], \text{style} = \text{PATCHCONTOUR}\right)$



Теперь построим тот же график с помощью Plot Builder. Вставьте документный блок (Format->Create Document Block) и наберите правую часть уравнения поверхности. В контекстном меню выберите Plots->Plot Builder. Задайте интервалы изменения осей x и y. В Options задайте параметры:



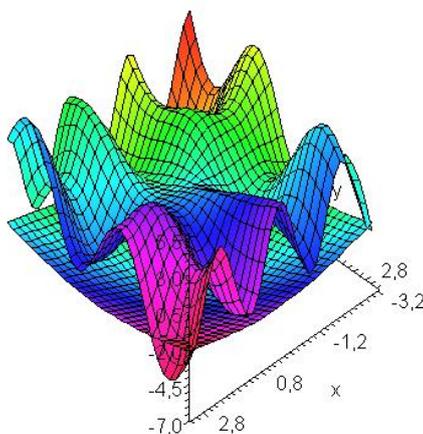
Проверьте вид графика с помощью кнопки Preview:



2. Выполнить построение двух поверхностей  $z = x \sin 2y + y \cos 3x$  и  $z = \sqrt{x^2 + y^2} - 7$  в пределах  $(x, y) \in [-\pi, \pi]$ . Установить переменный цвет поверхностей как функцию  $x + y$ .

Решение: Будем использовать команду **plot3d**. В качестве аргумента команды следует через запятую ввести правые части уравнений поверхностей, заключив их в квадратные или фигурные скобки. Интервалы изменения осей следует указать вне скобок. Для установки переменного цвета следует задать опцию **color=x+y**.

> `plot3d([x sin(2 y) + y cos(3 x), sqrt(x^2 + y^2) - 7], x=-pi..pi, y=-pi..pi, grid=[30, 30], axes=framed, color=x+y)`



3. Построить примерную форму электронного облака атома. Форма электронного облака определяется двумя квантовыми числами: число  $l$  – определяет тип орбитали, число  $m$  – определяет магнитный момент электрона. При  $m=0$  форма электронного облака задается

полиномами Лежандра первого рода:  $P(x) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n}{dx^n} (x^2 - 1)^n$ . Следует построить

параметрически заданную поверхность:  $x(\theta, \varphi) = Y(\varphi) \sin \varphi \cos \theta$ ,  $y(\theta, \varphi) = Y(\varphi) \sin \varphi \sin \theta$ ,

$z(\theta, \varphi) = Y(\varphi) \cos \varphi$ , где  $Y(\varphi) = \left| \sqrt{\frac{2l+1}{4\pi}} P(\cos \varphi) \right|$ . Вначале положить  $l=3$ . Затем

рассмотреть  $l=1$  и  $l=2$ .

Решение: Будем использовать команду **plot3d**. Сначала зададим значение параметра и функции  $P(x)$ ,  $Y(\varphi)$  в виде функций Maple:

```
> l:=3:
```

```
> P:=(x,n)->1/(2^n*n!)*diff((x^2-1)^n,x$n);
```

```
> Y:=(phi)->abs(sqrt((2*l+1)/(4*Pi))*subs(x=cos(phi),P(x,l)));
```

Теперь зададим уравнения поверхности. Для этого введем три переменные  $X0$ ,  $Y0$ ,  $Z0$  и присвоим им значения правых частей уравнений поверхности. Заметим, что в уравнениях используется заданная ранее функция  $Y(\varphi)$

```
> X0:=Y(phi)*sin(phi)*cos(theta);
```

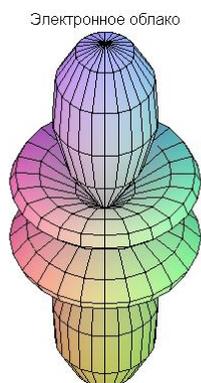
```
> Y0:=Y(phi)*sin(phi)*sin(theta);
```

```
> Z0:=Y(phi)*cos(phi);
```

Теперь используем команду **plot3d** для построения графика:

```
> plot3d([X0,Y0,Z0],phi=0..Pi,theta=0..2*Pi,scaling=CONSTRAINED,  
title="Электронное облако");
```

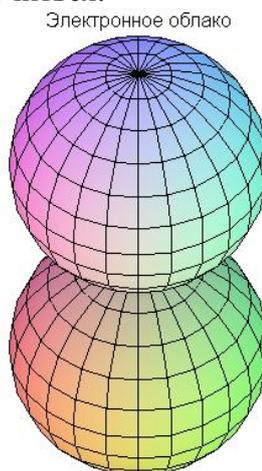
Должно получиться:



Затем следует ввести

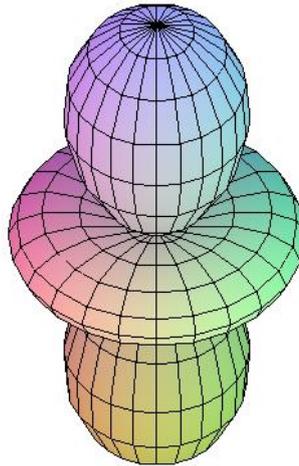
```
> l:=1:
```

и повторить введенные ранее команды (можно подавить вывод на экран, закончив каждую команду двоеточием). Должно получиться:



Аналогично для  $l=2$  должно получиться

Электронное облако



## § 2.2 Трехмерные графики. Команды пакета `plots`

### График поверхности, заданной неявно.

Трехмерный график поверхности, заданной неявно уравнением  $F(x, y, z) = c$ , строится с помощью команды пакета `plots`: `implicitplot3d(F(x,y,z)=c, x=x1..x2, y=y1..y2, z=z1..z2)`, где указывается уравнение поверхности  $F(x, y, z) = c$  и размеры рисунка по координатным осям.

### График пространственных кривых.

В пакете `plots` имеется команда `spacecurve` для построения пространственной кривой, заданной параметрически:  $x = x(t), y = y(t), z = z(t)$ . Параметры команды:

> `spacecurve([x(t), y(t), z(t)], t=t1..t2)`,

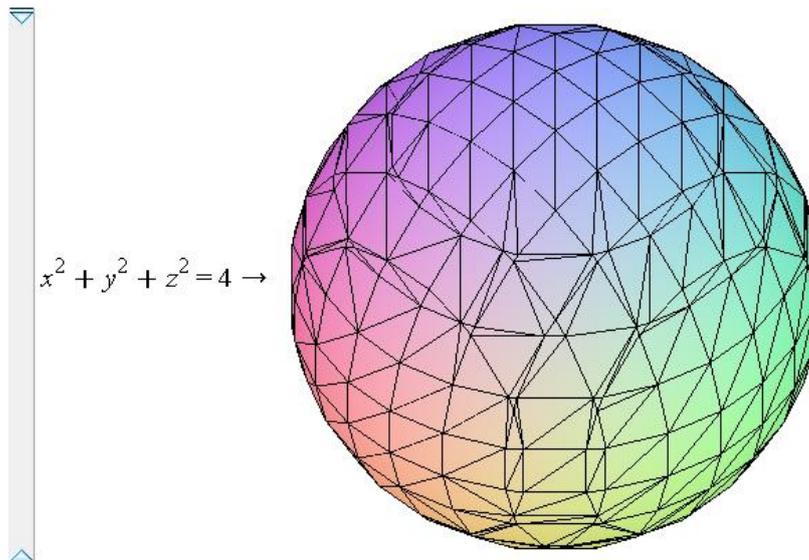
где переменная  $t$  изменяется от  $t1$  до  $t2$ .

## Задание 2.2

Создайте новый файл с основным режимом интерфейса Worksheet mode: File -> New -> Worksheet mode. Сохраните файл под именем graph2-2.mw.

1. Построить шар  $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ .

Решение: Сначала используем документный режим интерфейса, вставив документный блок. Уравнение шара – это уравнение неявно заданной поверхности. Введите полностью уравнение шара:  $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ . Вызовите контекстное меню и выберите Plots->Plot Builder. Задайте следующие интервалы изменения по осям:  $x \in [-2, 2]$ ,  $y \in [-2, 2]$ ,  $z \in [-2, 2]$ . В Options задайте Constrained scaling. Должно получиться:



Теперь построим тот же график с помощью команды **implicitplot3d** из пакета

**plots**. Вставьте рабочую группу . Подключите пакет **plots** и наберите команду:

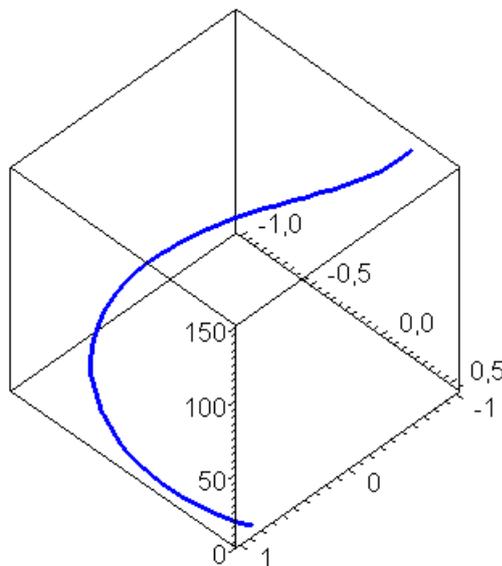
```
> with(plots) : implicitplot3d(x^2 + y^2 + z^2 = 4, x = -2 .. 2, y = -2 .. 2, z = -2 .. 2, scaling = constrained)
```

2. Построить пространственную параметрическую кривую:  $x = \sin t$ ,  $y = \cos t$ ,  $z = e^t$  с параметром  $t \in [1, 5]$ . Установить синий цвет кривой, толщину линии – 2.

Решение: Будем использовать команду **spacecurve** из пакета **plots**. В опциях зададим толщину и цвет кривой (синий), а также тип осей (boxed). Введем и выполним следующие команды:

```
> with(plots) : spacecurve([sin(t), cos(t), exp(t)], t=1..5, color=blue, thickness=2, axes=BOXED);
```

Должно получиться:



Обратите внимание: для построения графика параметрической пространственной кривой описание интервала изменения параметра должно находиться снаружи квадратных скобок:

```
spacecurve([sin(t), cos(t), exp(t)], t = 1..5, color = blue, thickness = 2, axes = BOXED);
```

### § 3 Анимация

#### Анимация стандартных графиков

Для анимации стандартных двумерных или трехмерных графиков используется команда **animate** из пакета **plots** в виде **animate(plotcommand, plotargs, t=a..b, options)**, где **t** – параметр анимации.

#### Задание 3

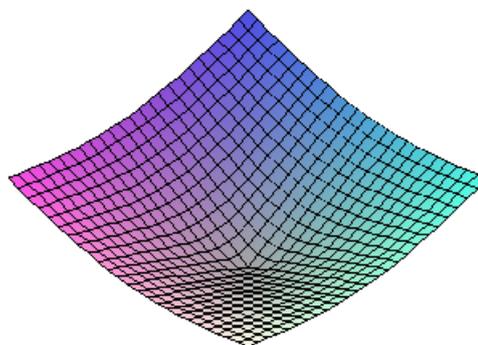
Создайте новый файл с основным режимом интерфейса Worksheet mode: File -> New -> Worksheet mode. Сохраните файл под именем graph3.mw.

1. Построить анимацию графика поверхности  $z = \sin\left(\frac{i\sqrt{x^2 + y^2}}{10}\right)$ ,  $x \in [-6,6]$ ,  $y \in [-6,6]$  с параметром анимации  $i$ , изменяющимся от 1 до 30.

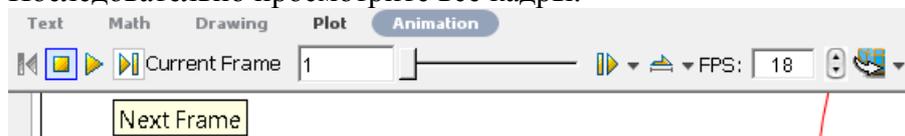
Решение: Будем использовать команду **animate** из пакета **plots**. После ее выполнения будет нарисован первый график при  $i=1$ .

```
> with(plots) : animate( plot3d, [ sin( (i*sqrt(x^2 + y^2)) / 10 ), x = -6..6, y = -6..6 ], i = 1..30 )
```

$i = 1.$



Для просмотра анимации нажмите на график и используйте меню Animation сверху. Последовательно просмотрите все кадры.



#### Литература

Савотченко С.Е., Кузьмичева Т.Г. Методы решения математических задач в Maple: Учебное пособие – Белгород: Изд. Белаудит, 2001. – 116 с.