Программирование на Python: графика

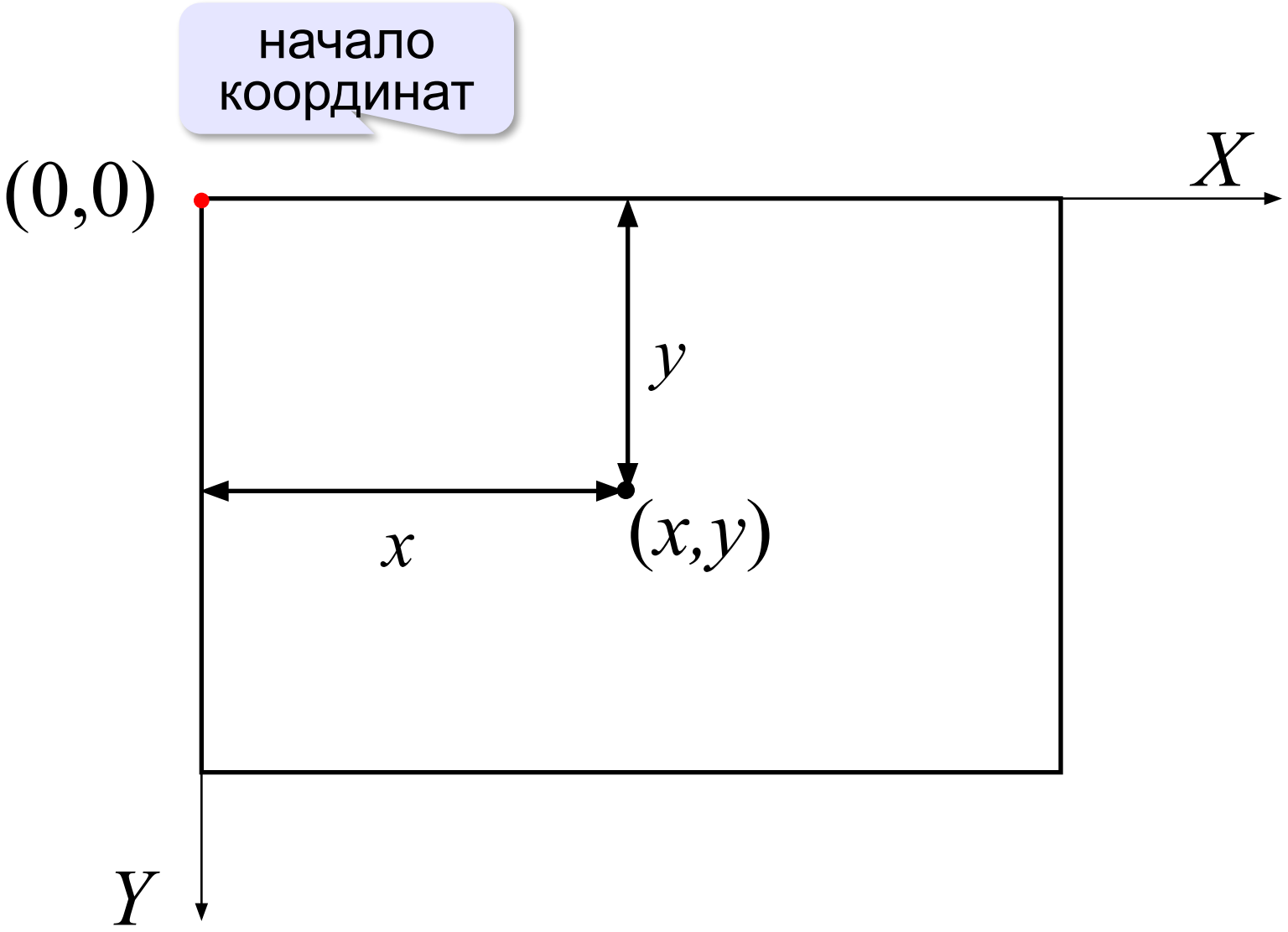
1. Простые программы
2. Процедуры
3. Циклы
4. Штриховка
5. Закрашивание областей
6. Построение графиков функций
7. Анимация
8. Игры

Модуль **`graph.py`**:
http://kpolyakov.spb.ru/download/graph.py

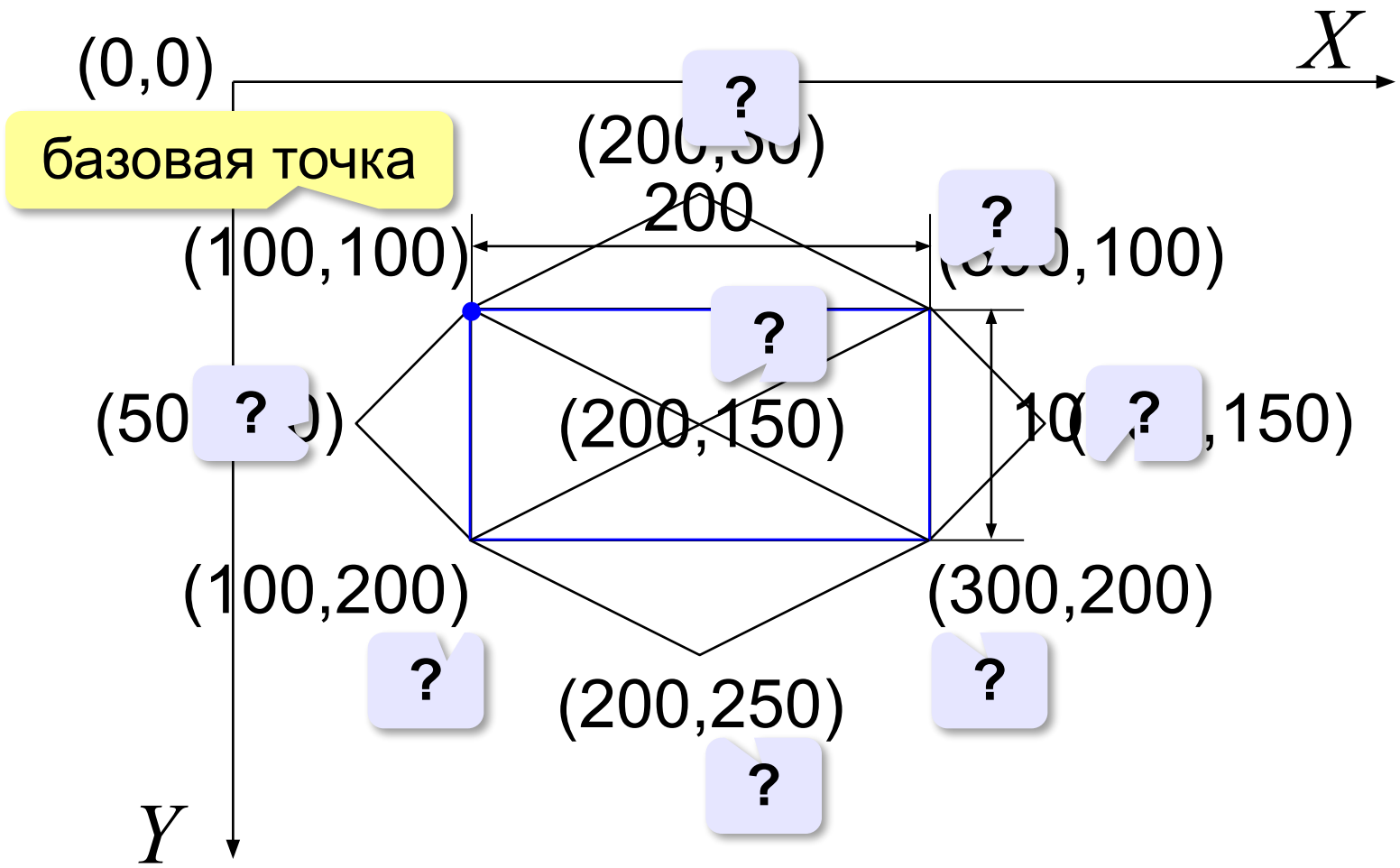
Программирование на Python: графика

1. Простые программы

Система координат



Определение координат



Управление цветом

Подключение графического модуля:

```
from graph import *
```

подключить все функции модуля graph

Цвет линий:

```
penColor( "red" )
```

white, black, gray, navy, blue, cyan, green, yellow, red, orange, brown, maroon, violet, purple, ...

http://www.science.smith.edu/dftwiki/index.php/Color_Charts_for_TKinter

Толщина линий:

```
penSize( 2 )
```

Цвет заливки:

```
brushColor( "green" )
```

Управление цветом (RGB)

Цвет в формате RGB:

```
penColor( 255, 255, 0 )
```

"yellow"

R(red) 0..255

G(green) 0..255

B(blue) 0..255

```
brushColor( 255, 0, 255 )
```

"magenta"

```
penColor( 0, 255, 255 )
```

"cyan"

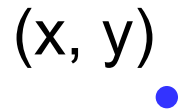
```
brushColor( 255, 255, 255 )
```

"white"

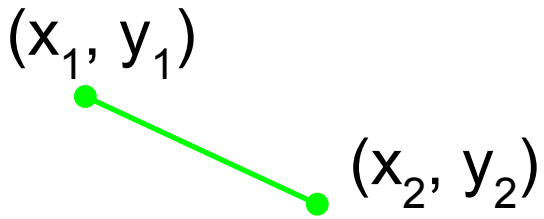
```
penColor( 0, 0, 0 )
```

"black"

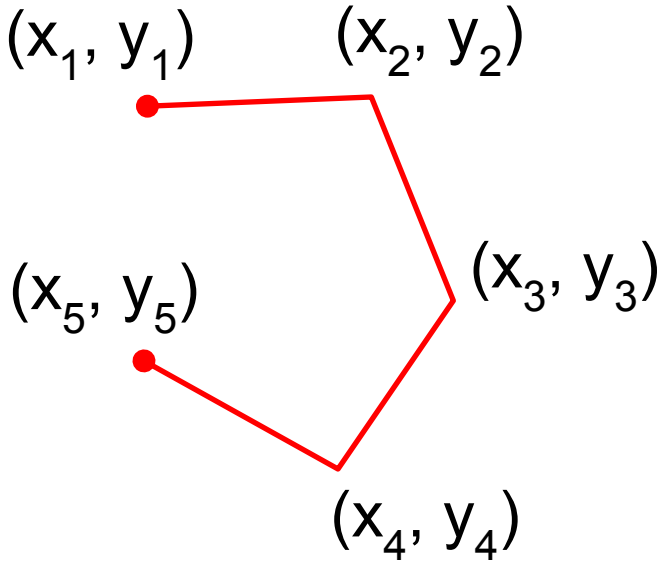
Примитивы (простейшие фигуры)




```
penColor(0, 0, 255)
point(x, y)
```

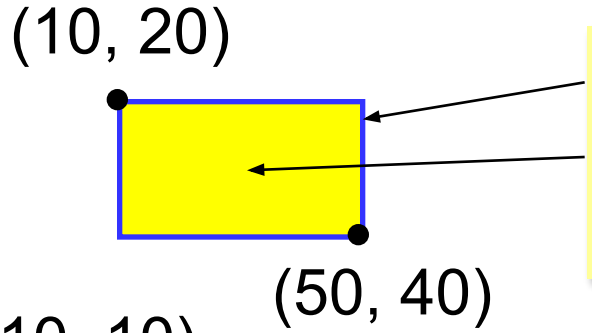



```
penColor(0, 255, 0)
line(x1, y1, x2, y2)
```

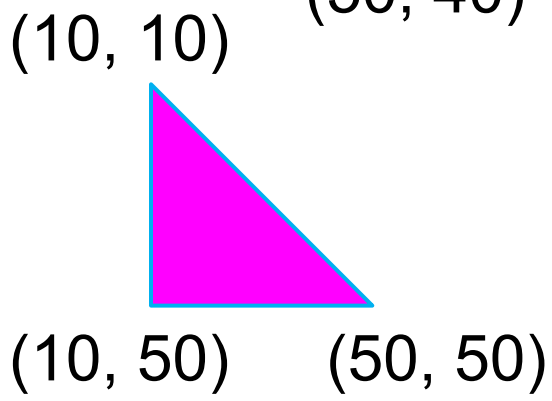



```
penColor(255, 0, 0)
moveTo(x1, y1)
lineTo(x2, y2)
lineTo(x3, y3)
lineTo(x4, y4)
lineTo(x5, y5)
```

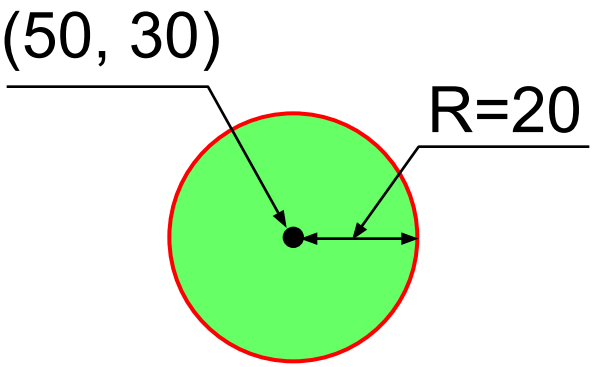
Примитивы (простейшие фигуры)




```
penColor("blue")
brushColor("yellow")
rectangle(10, 20, 50, 40)
```

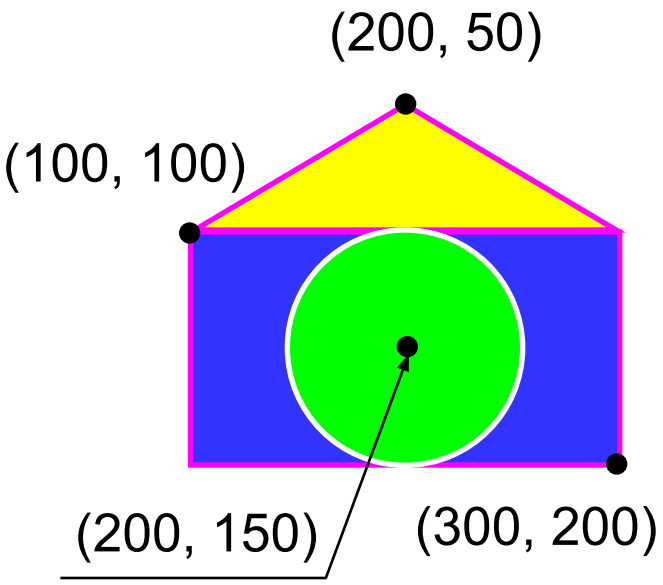



```
penColor("cyan")
brushColor("magenta")
polygon( [(10,10), (50,50),
          (10,50), (10,10)] )
```




```
penColor("red")
brushColor("green")
circle(50, 30, 20)
```

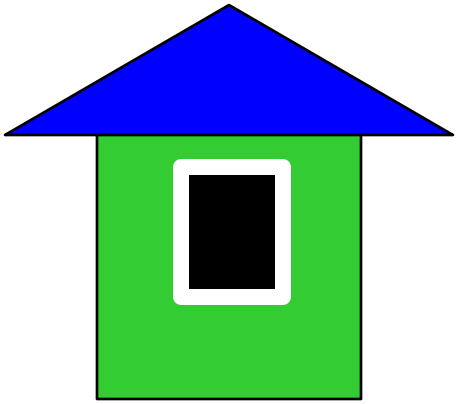
Пример



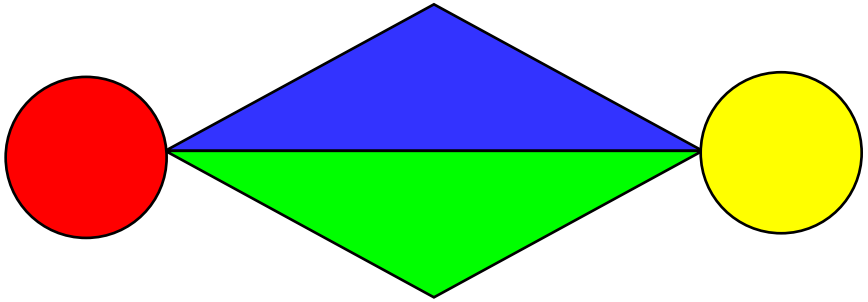

```
from graph import *
penColor("magenta")
brushColor("blue")
rectangle(100,100,300,200)
brushColor("yellow")
polygon([(100,100), (200,50),
         (300,100), (100,100)])
penColor("white")
brushColor("green")
circle(200, 150, 50)
run()
```

Задачи

«3»: «Домик»

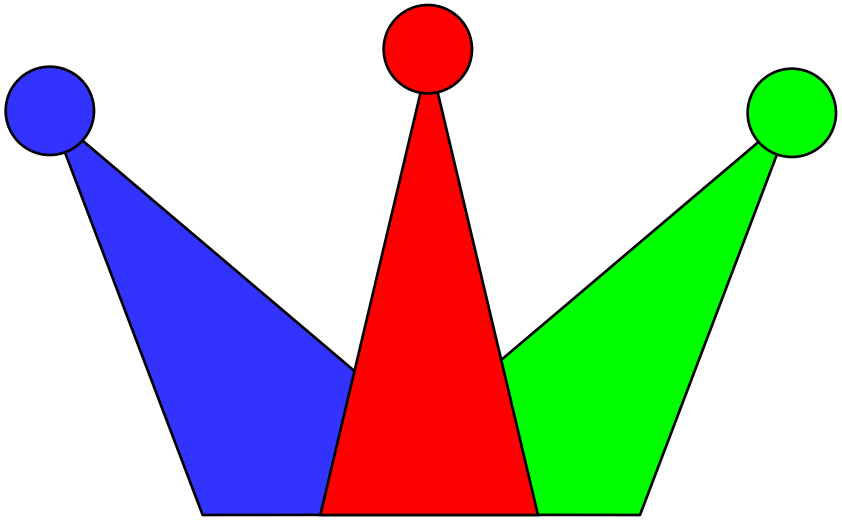


«4»: «Лягушка»



Задачи

«5»: «Корона»

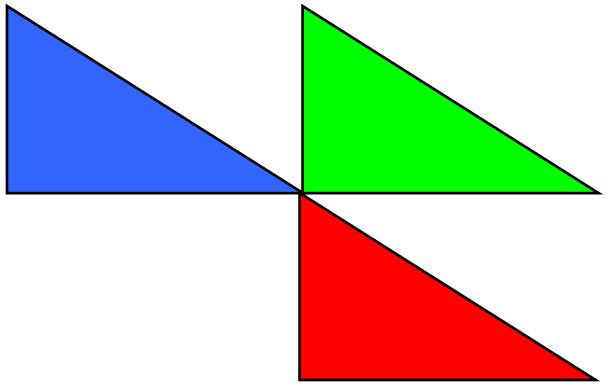


Программирование на Python: графика

2. Процедуры

Процедуры

Задача: Построить фигуру:



? Можно ли решить известными методами?

Особенность: Три похожие фигуры.

общее: размеры, угол поворота

отличия: координаты, цвет

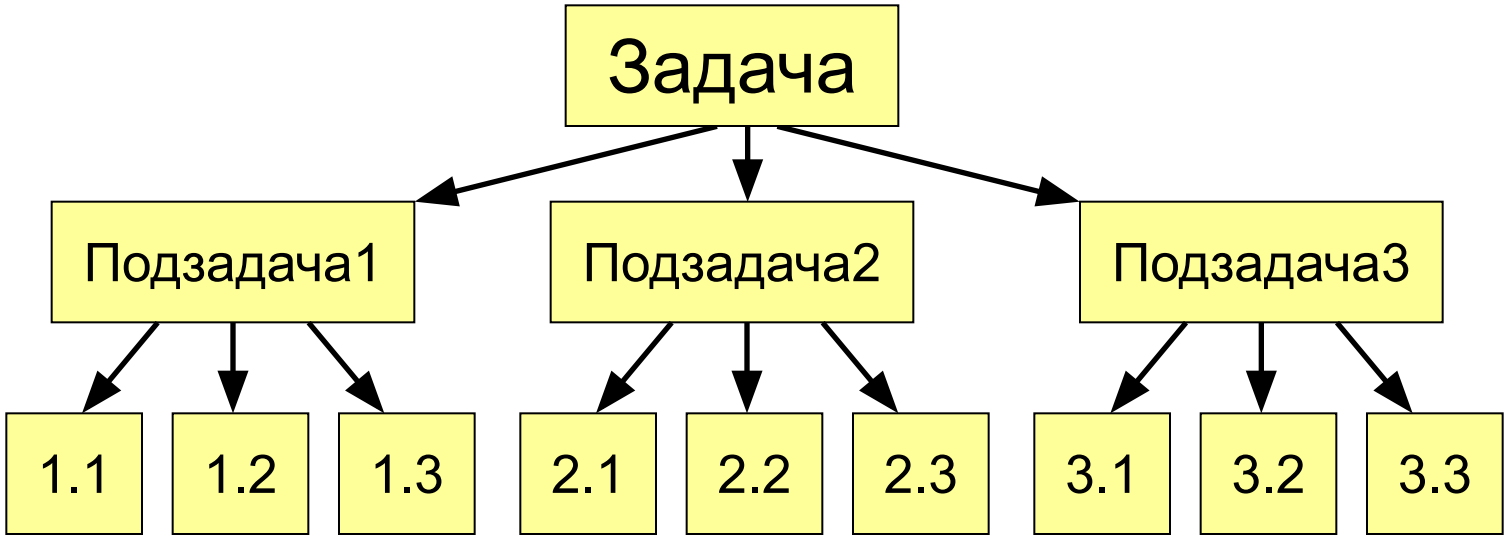
? Сколько координат надо задать?

Процедуры (подпрограммы)

Процедура – это вспомогательный алгоритм, который предназначен для выполнения некоторых действий.

Применение:

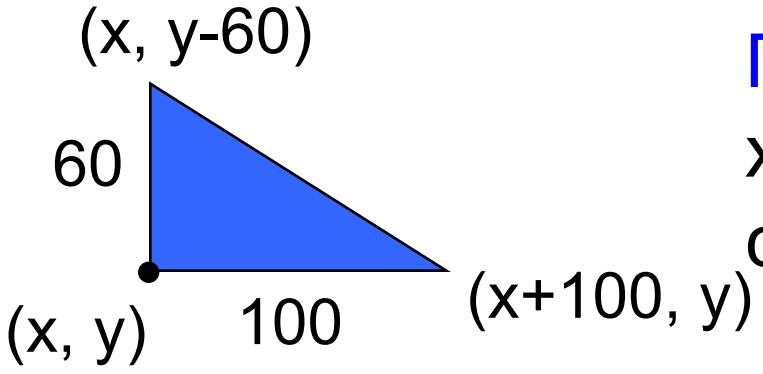
- выполнение одинаковых действий в разных местах программы
- разбивка программы (или другой процедуры) на подзадачи для лучшего восприятия



Как построить процедуру?

- выделить одинаковые или похожие действия (*три фигуры*)
- найти в них общее (*размеры, форма, угол поворота*) и отличия (*координаты, цвет*)
- отличия обозначить как переменные, они будут параметрами процедуры

Параметры – это данные, от которых зависит работа процедуры.

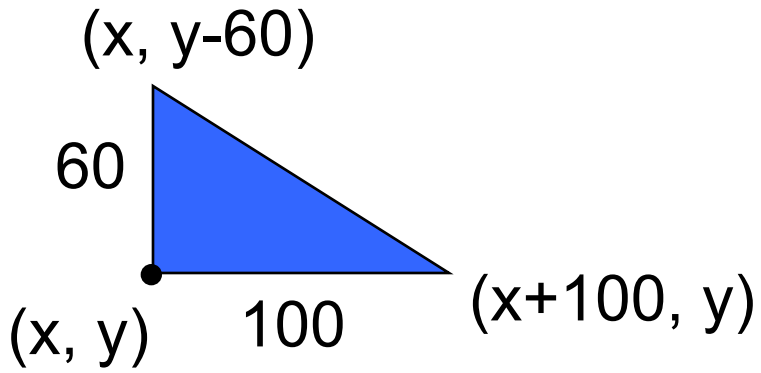


Параметры:

x, y – координаты угла

c – цвет заливки

Процедура



определить *(define)*

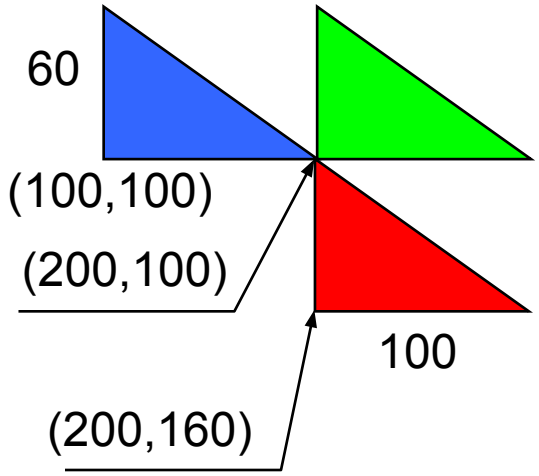
название

параметры

отступ

```
def treug(x, y, c):
    brushColor(c)
    polygon( [(x,y), (x,y-60),
              (x+100,y), (x,y)] )
```

Программа с процедурой



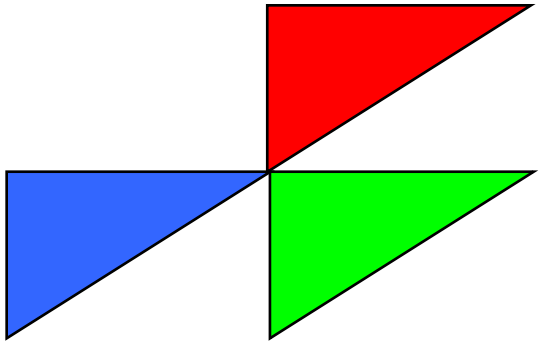

```
from graph import *
def treug(x, y, c):
  brushColor(c)
  polygon([(x,y),(x,y-60),
           (x+100,y),(x,y)] )
penColor ( "black" )
treug ( 100, 100, "blue" )
treug ( 200, 100, "green" )
treug ( 200, 160, "red" )
run()
```

вызовы процедуры

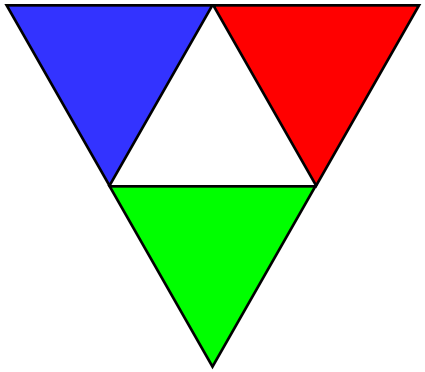
аргументы (значения параметров)

Задания

«3»: Используя одну процедуру, построить фигуру.

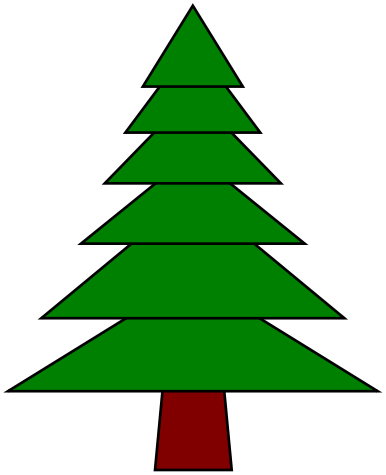


«4»: Используя одну процедуру, построить фигуру.

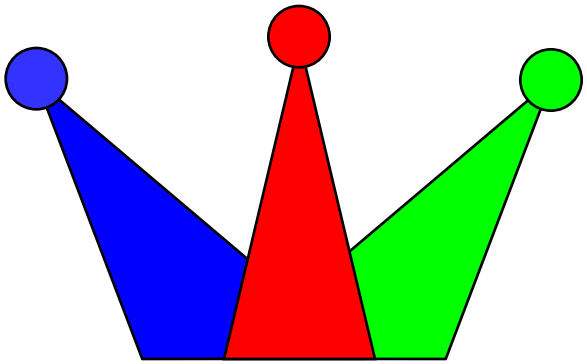


Задания

«5»: Используя одну процедуру, построить фигуру.



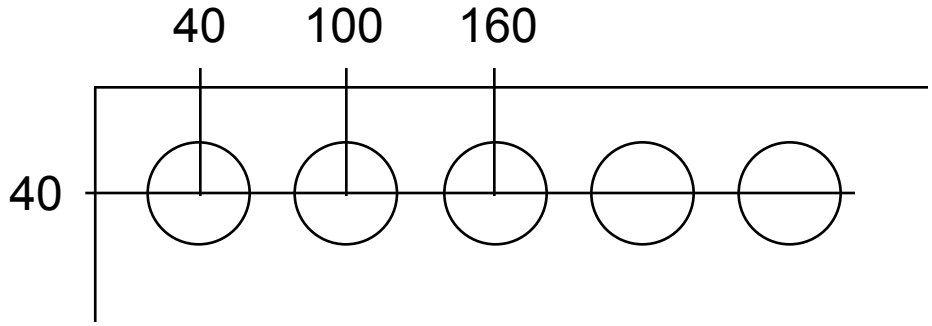
«6»: Используя одну процедуру, построить фигуру.



Программирование на Python: графика

3. Циклы

Использование циклов



? Что меняется?

```
circle ( 40, 40, 20 )
circle ( 100, 40, 20 )
circle ( 160, 40, 20 )
...
```

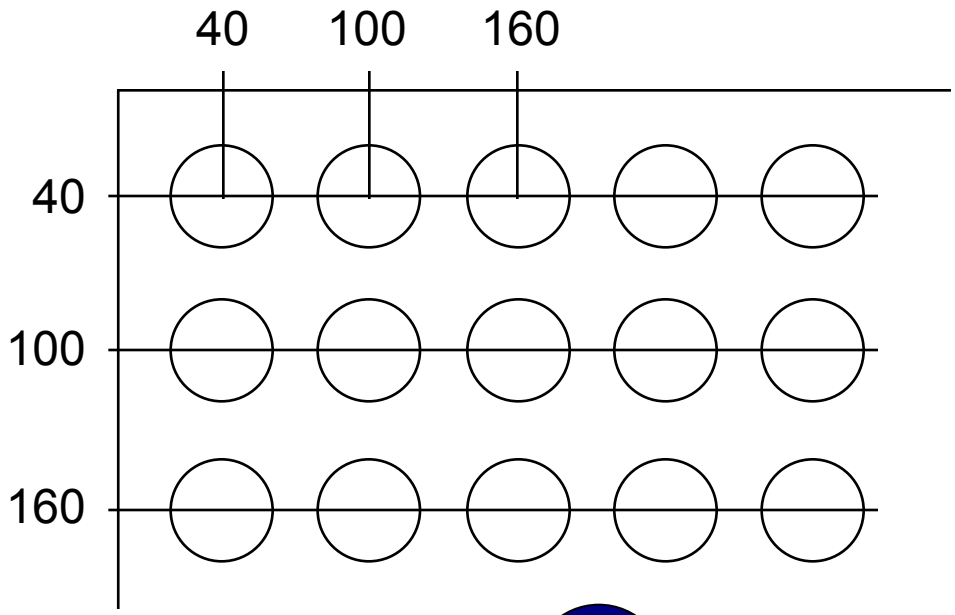
x

? Как меняется x?

```
x = 40
for i in range(5):
    circle(x, 40, 20)
    x += 60
```

"сделай 5 раз"

Использование циклов



1-й ряд:

```
x = 40
for i in range(5):
    circle(x, 40, 20)
    x += 60
```

y

? Что меняется для 2-го ряда?

! Можно сделать это процедурой с параметром **y**!

Использование циклов

```
from graph import *
def row ( y ):
    x = 40
    for i in range(5):
        circle(x, y, 20)
        x += 60
y = 40
for k in range(3):
    row ( y )
    y += 60
run()
```

процедура

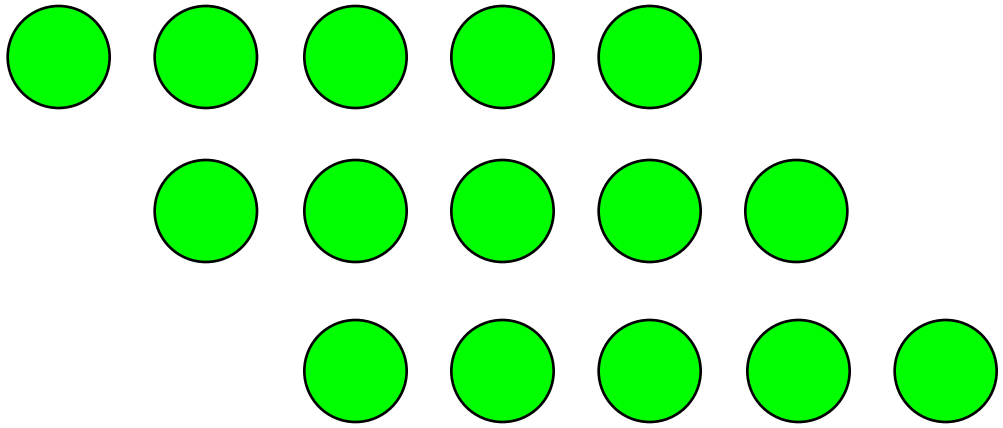
вызов процедуры

вниз на 60

Задания

«3»: Ввести с клавиатуры число N и нарисовать N рядов по 5 кругов.

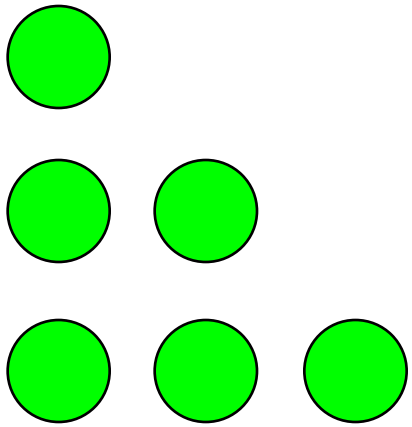
Пример (N = 3):



Задания

«4»: Ввести с клавиатуры число N и нарисовать из кругов прямоугольный размером N на N.

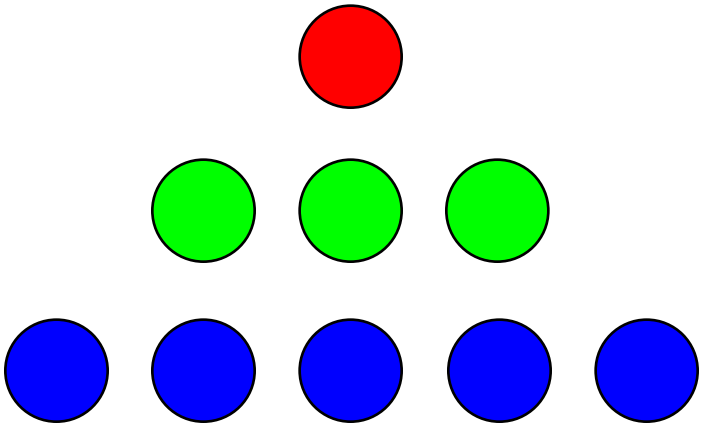
Пример (N = 3):



Задания

«5»: Ввести с клавиатуры число N и нарисовать из кругов равнобедренный треугольник с высотой N. Каждый ряд должен быть покрашен в свой цвет.

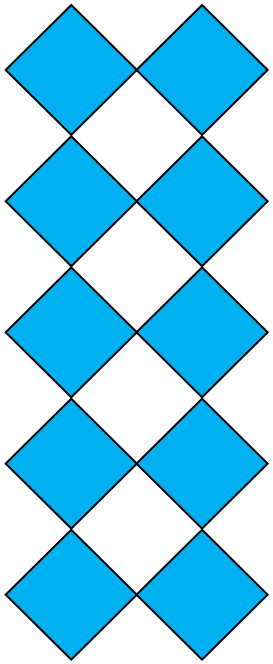
Пример (N = 3):



Задания-2

«3»: Ввести с клавиатуры число N и нарисовать N вертикальных рядов по 5 ромбиков.

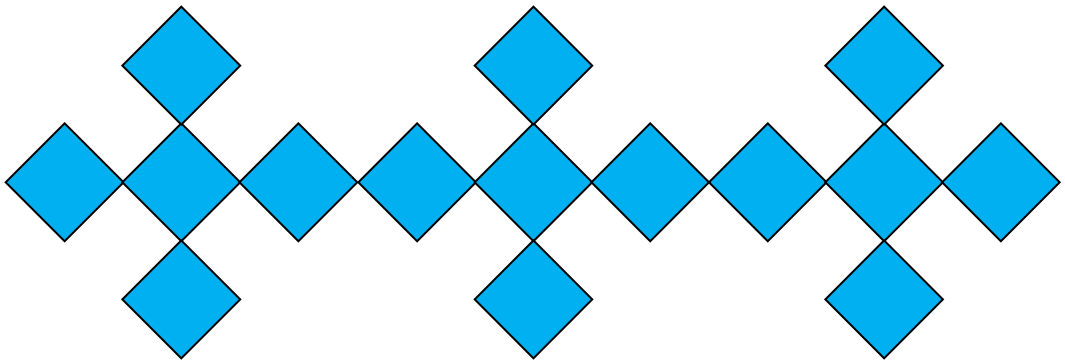
Пример (N = 2):



Задания-2

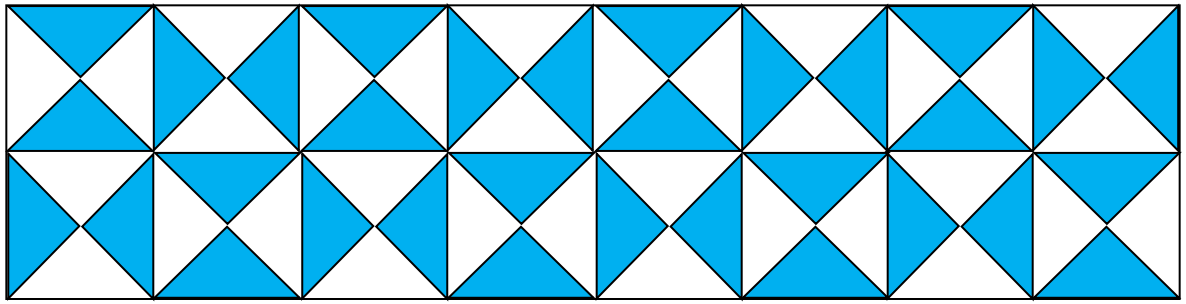
«4»: Используя циклы и процедуры, нарисуйте узор. Число повторений рисунка N введите с клавиатуры.

Пример (N = 3):



Задания-2

«5»: Используя циклы и процедуры, нарисуйте узор.

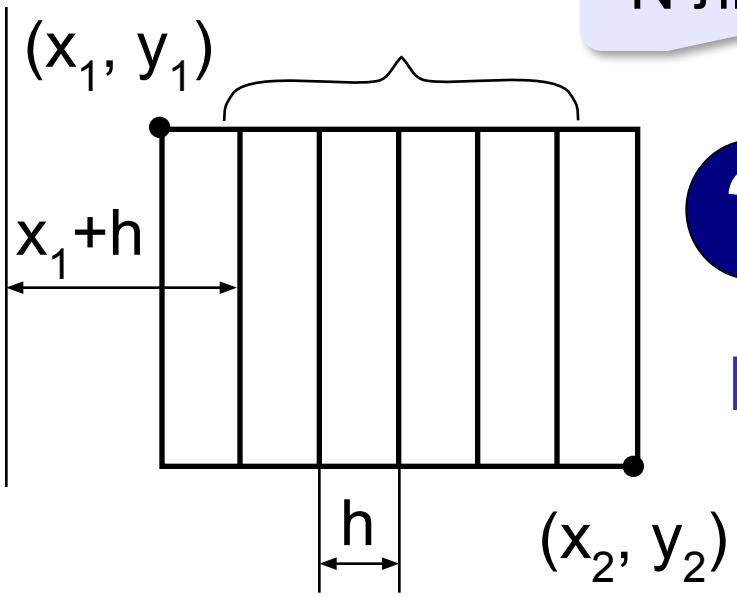


Программирование на Python: графика

4. Штриховка

Штриховка

N линий (N=5)



? Как найти *h*?

$$h = \frac{x_2 - x_1}{N+1}$$

В цикле менять x:

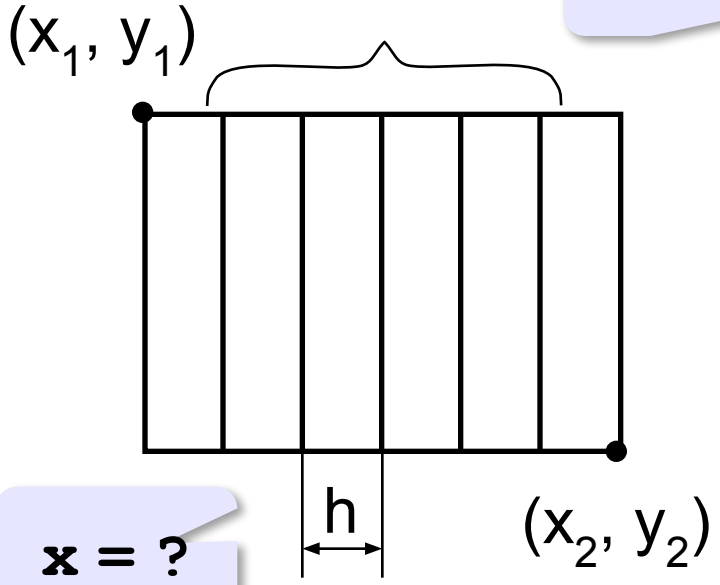
```
line( x, y1, x, y2)
```

```
rectangle (x1, y1, x2, y2)
line( x1+h,   y1, x1+h,   y2)
line( x1+2*h, y1, x1+2*h, y2)
line( x1+3*h, y1, x1+3*h, y2)
...
```

x x

Штриховка

N линий (N=5)



меняется!

```
line( x, y1, x, y2)
```

? Как меняется?

x = ?

для 1-й линии

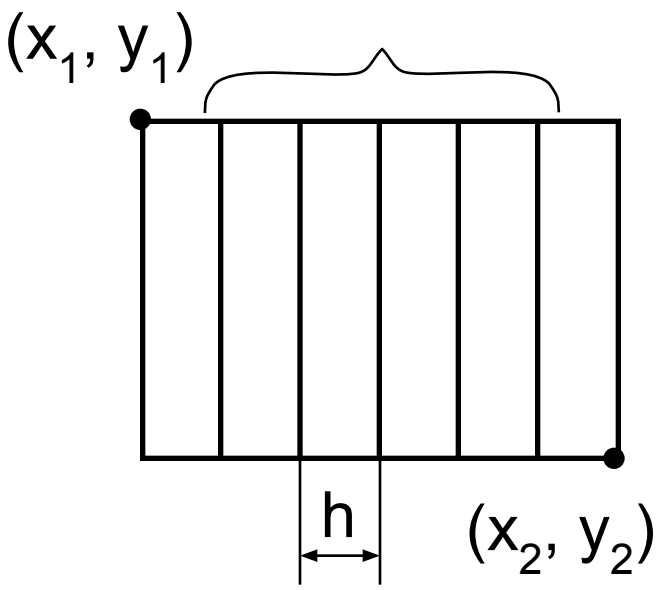
```
x = x1 + h
for i in range(N):
    line(x, y1, x, y2)
    x += h
```

"сделай N раз"

? Что плохо?

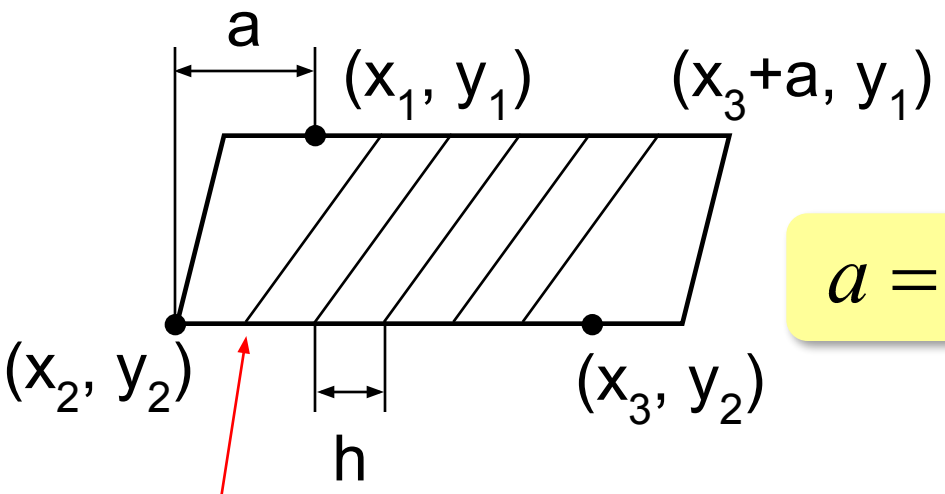
для следующей линии

Штриховка




```
from graph import *
x1 = 100; y1 = 100
x2 = 300; y2 = 200
N = 10
rectangle(x1,y1,x2,y2)
h = (x2-x1)/(N+1)
x = x1 + h
for i in range(N):
    line(x, y1, x, y2)
    x += h
run()
```

Сложная штриховка



? Как найти *a* и *h*?

$$a = x_1 - x_2$$

$$h = \frac{x_3 - x_2}{N+1}$$

```
line( x1+h,   y1, x1+h-a,   y2);
line( x1+2*h, y1, x1+2*h-a, y2);
line( x1+3*h, y1, x1+3*h-a, y2);
...
```

`x` `x-a`

? Как меняется *x*?

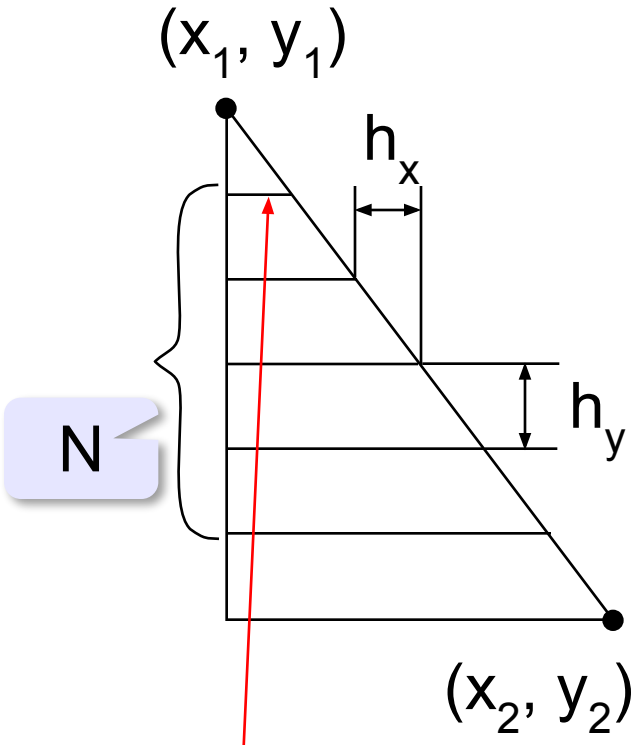
Сначала:

```
x = x1 + h
```

В цикле:

```
x += h
```

Очень сложная штриховка



? Как найти h_x и h_y?

$$h_x = \frac{x_2 - x_1}{N+1}$$

$$h_y = \frac{y_2 - y_1}{N+1}$$

Сначала:

```
x = x1+hx
y = y1+hy
```

В цикле:

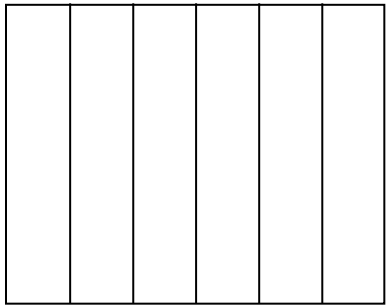
```
x += hx
y += hy
```

```
line( x1, y1+hy,   x1+hx,   y1+hy)   ;
line( x1, y1+2*hy, x1+2*hx, y1+2*hy);
line( x1, y1+3*hy, x1+3*hx, y1+3*hy);
...
```

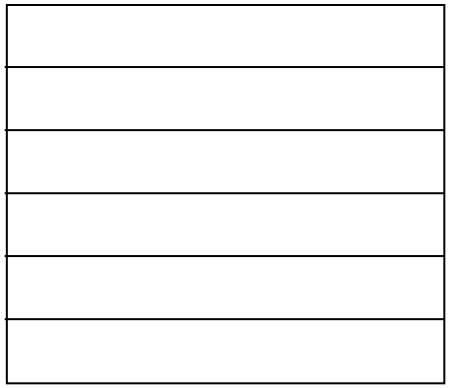
y x y

Задания

«3»: Ввести с клавиатуры количество линий, построить фигуру и выполнить штриховку:

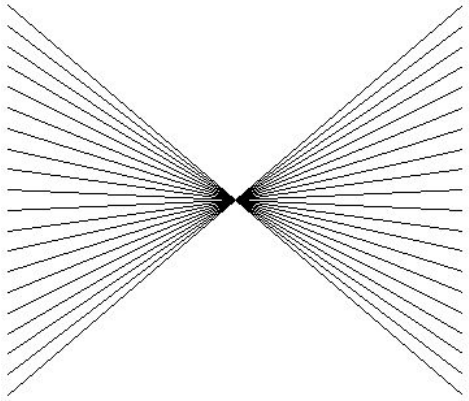


«4»: Ввести с клавиатуры количество линий, построить фигуру и выполнить штриховку:

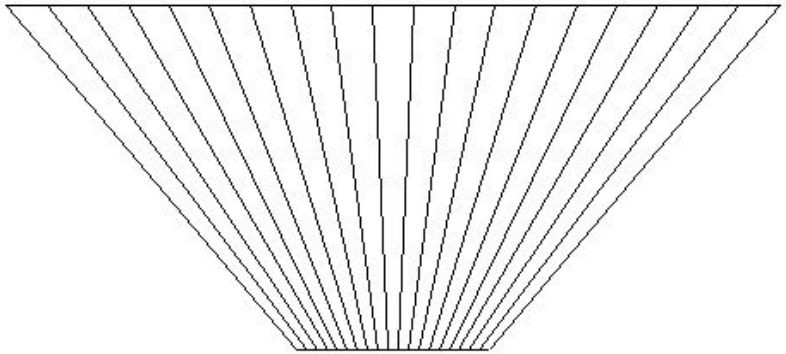


Задания

«5»: Ввести с клавиатуры количество линий и построить фигуру:



«6»: Ввести с клавиатуры количество линий и построить фигуру:

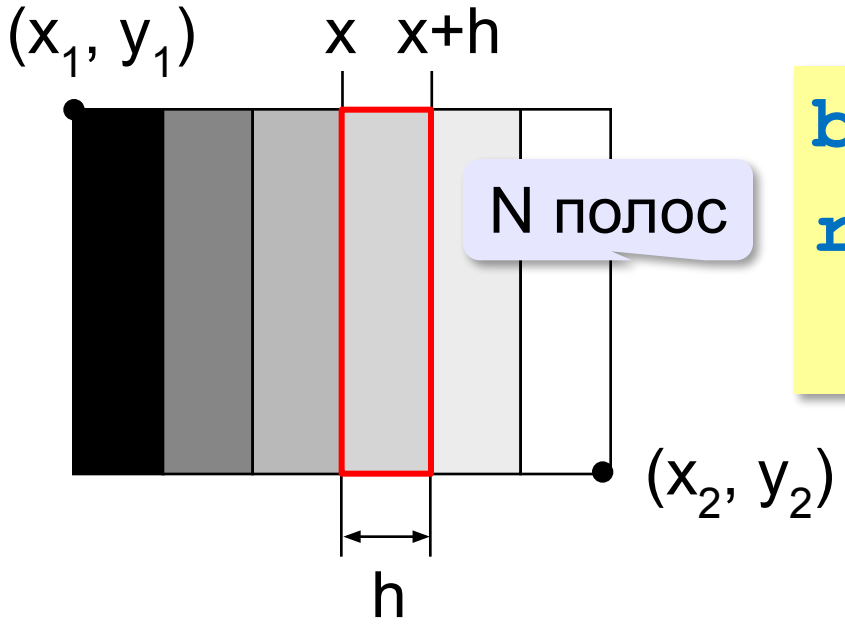


Программирование на Python: графика

5. Закрашивание областей

Заливка разными цветами

серый: R=G=B




```
brushColor(c, c, c)
rectangle(x, y1,
          x+h, y2)
```

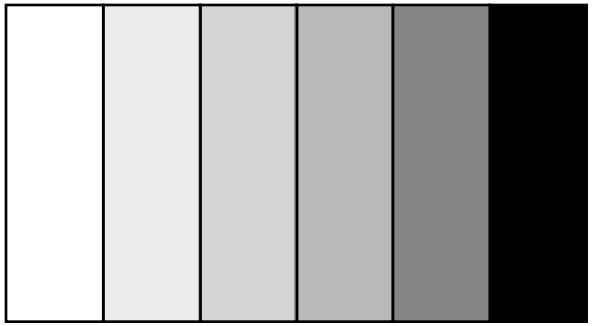
Шаг изменения цвета:

```
hc = 255 // N
```

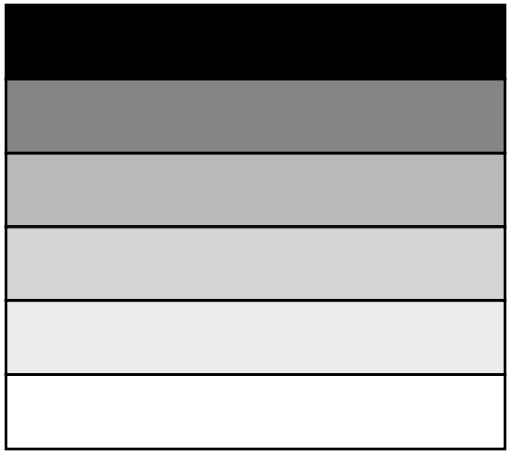
```
x = x1; c = 0
for i in range(N):
    brushColor(c, c, c)
    rectangle(x, y1, x+h, y2)
    x += h; c += hc
```

Задания

«3»: Ввести с клавиатуры число полос и построить фигуру, залив все области разным цветом.

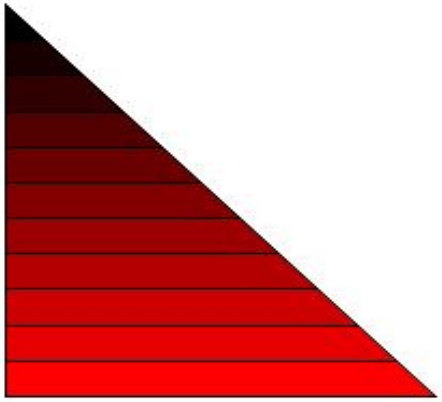


«4»: Ввести с клавиатуры число полос и построить фигуру, залив все области разным цветом.

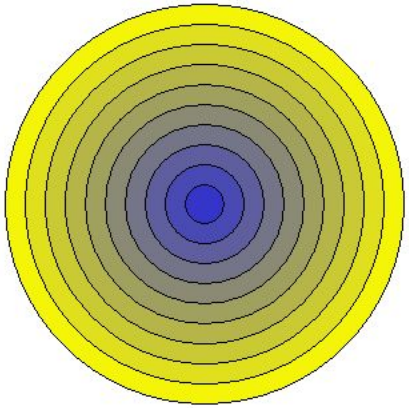


Задания

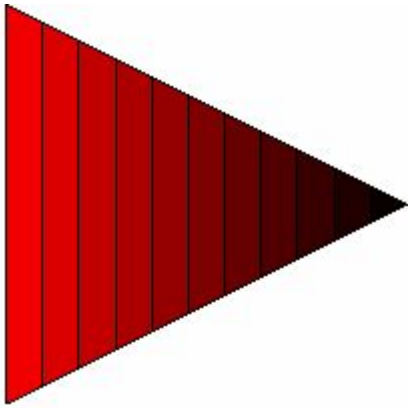
«5»: Ввести с клавиатуры число полос и построить фигуру, залив все области разным цветом.



или



«6»: Ввести с клавиатуры число полос и построить фигуру, залив все области разным цветом.

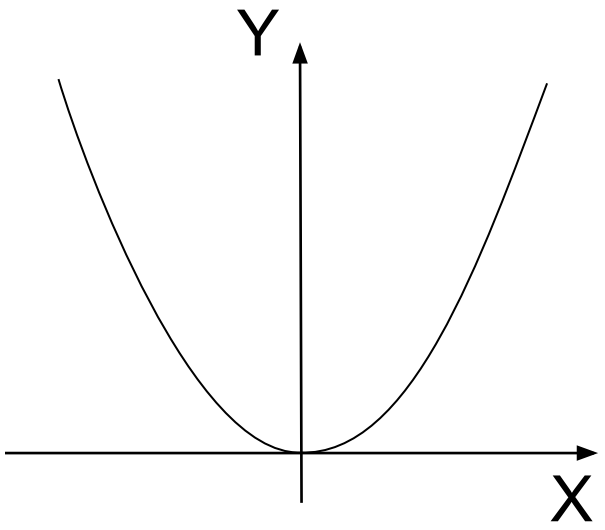


Программирование на Python: графика

6. Построение графиков функций

Графики функций

Задача: построить график функции $y = x^2$ на отрезке от -2 до 2.



Анализ:

максимальное значение

$y_{max} = 4$ при $x = \pm 2$

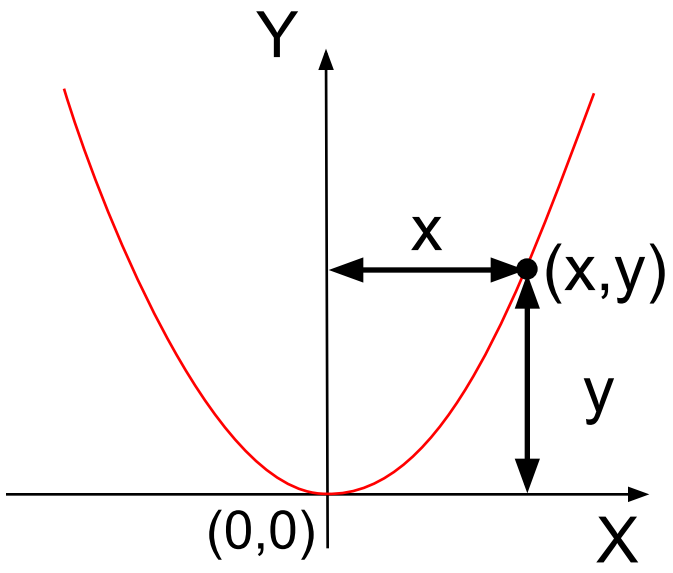
минимальное значение

$y_{min} = 0$ при $x = 0$

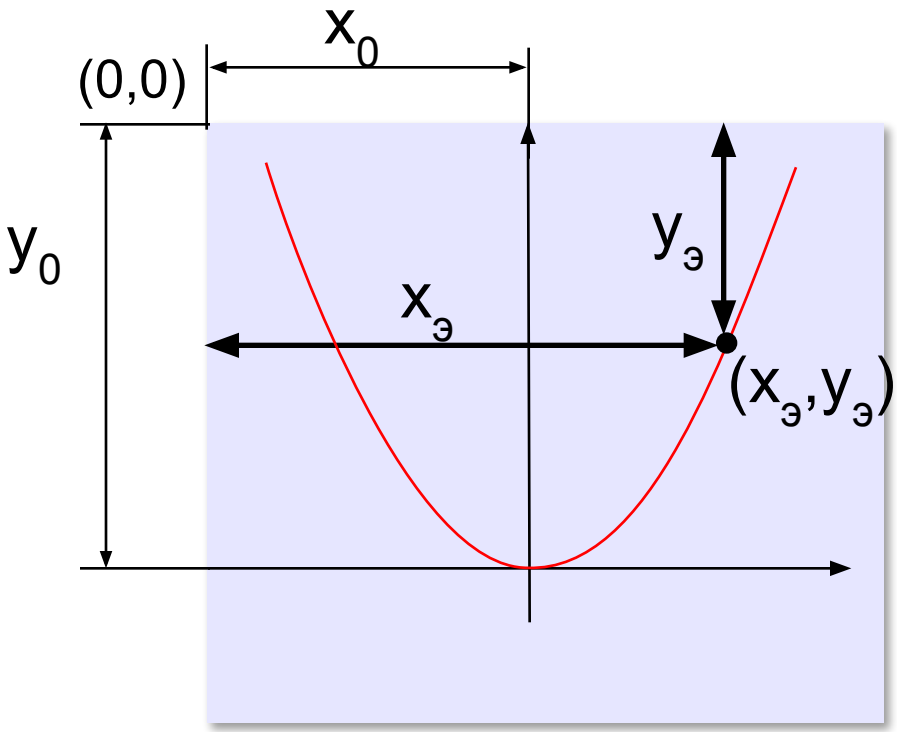
Проблема: функция задана в математической системе координат, строить надо на экране, указывая координаты в пикселях.

Преобразование координат

Математическая система координат



Экранная система координат (пиксели)

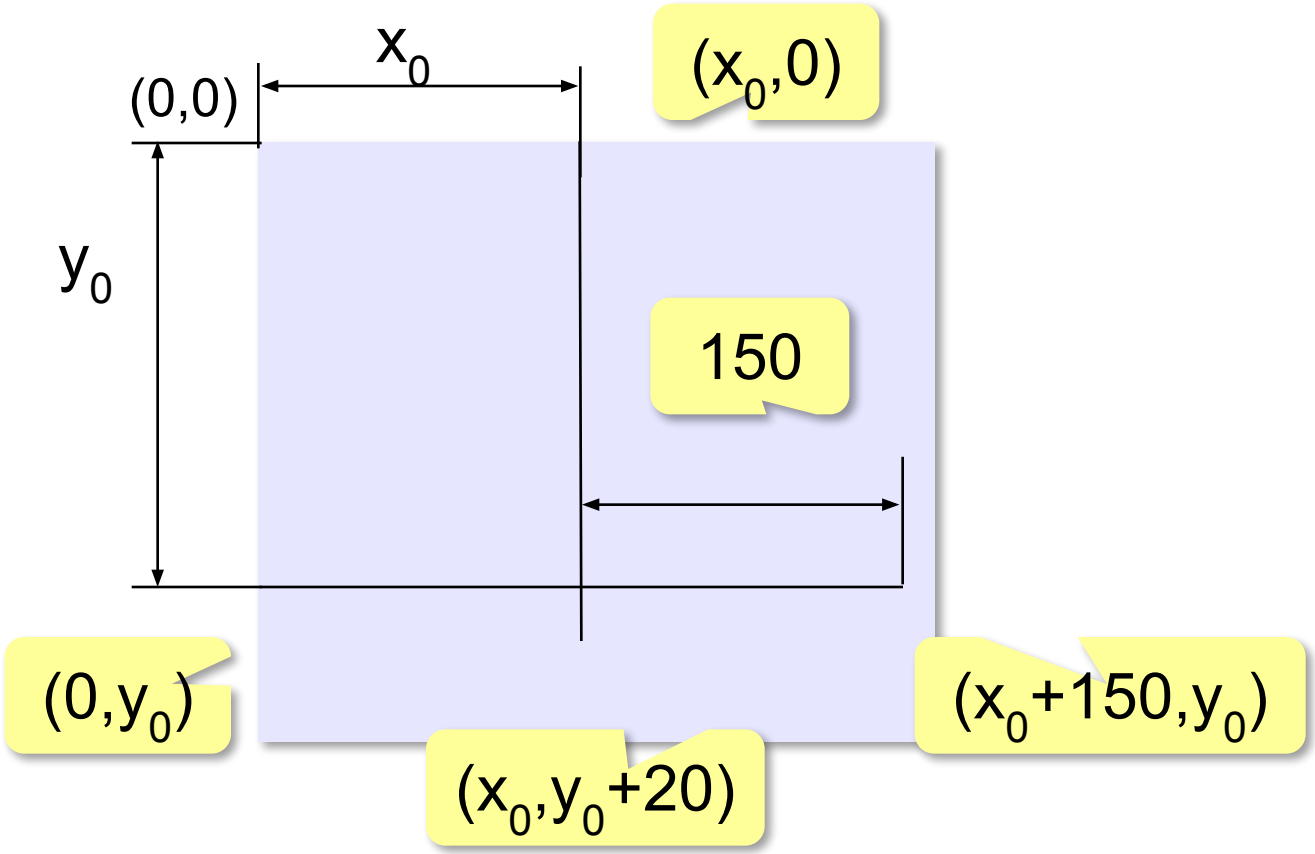


k – масштаб (длина изображения единичного отрезка на экране)

$x_э =$

$y_э =$

Оси координат




```
line(0, y0, x0+150, y0)
line(x0, 0, x0, y0+20)
```

Рисуем оси координат

```
from graph import *
x0 = 150 # начало координат
y0 = 250
k = 50    # масштаб
xmin = -2; xmax = 2 # пределы по x
line(0, y0, x0+150, y0)
line(x0, 0, x0, y0+20)
...
```

Строим по точкам

```
...
x = xmin  # начальное значение x
h = 0.02  # шаг изменения x
penColor("red")
while x <= xmax:
    y = x*x  # функция
    xe = x0 + k*x
    ye = y0 - k*y
    point(xe, ye) # точка на экране
    x += h    # к следующей точке
run()
```

экранные координаты (в пикселях)

Соединяем точки линиями

Идея: сначала создаём в памяти массив точек, затем соединяем точки линиями (`polygon`)

```
points = []  # пустой массив
while x <= xmax:
    y = x*x
    xe = x0 + k*x
    ye = y0 - k*y
    points.append( (xe, ye) )
    x += h
```

добавляем точку в массив

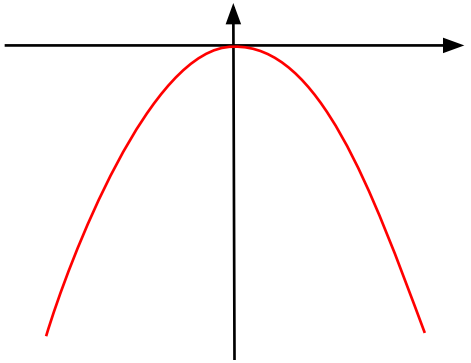
```
penColor("red")
polyline(points) # рисуем линию!
```

Задания

«3»: Построить график функции

$$y = -x^2$$

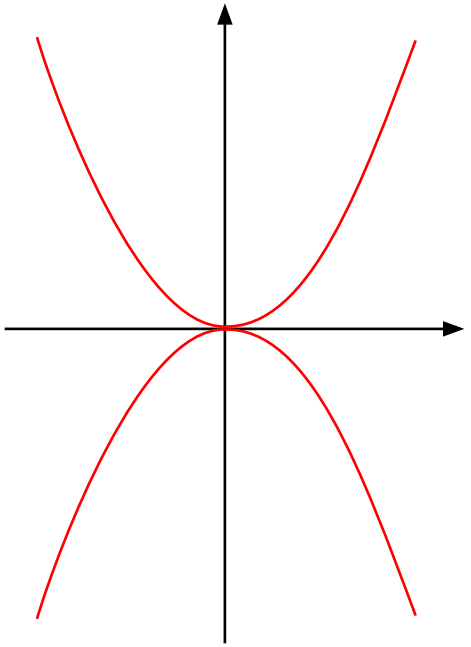
на отрезке [-2,2].



«4»: Построить графики функций

$$y = x^2 \text{ и } y = -x^2$$

на отрезке [-2,2].

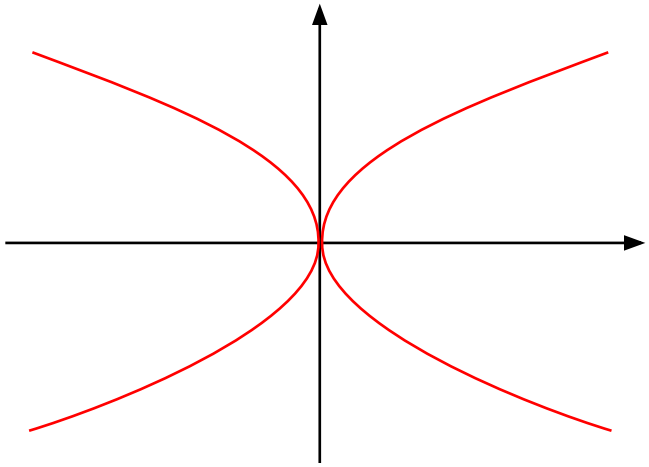


Задания

«5»: Построить графики функций

$$x = y^2 \quad \text{и} \quad x = -y^2$$

на отрезке [-2,2].

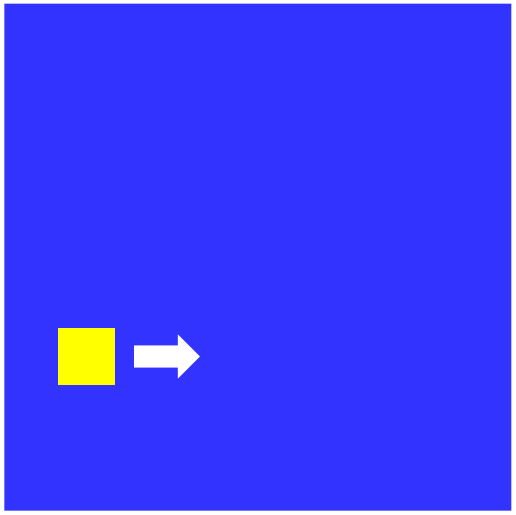


Программирование на Python: графика

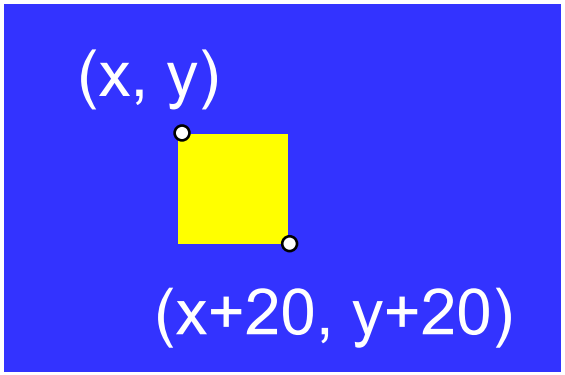
7. Анимация

Анимация

Анимация (англ. *animation*) – оживление изображения на экране.



Задача: внутри синего квадрата 400 на 400 пикселей слева направо двигается желтый квадрат 20 на 20 пикселей. Программа останавливается, если нажата клавиша *Esc* или квадрат дошел до границы синей области.



Привязка: состояние объекта задается координатами (x,y)

Принцип анимации

1. рисуем объект в точке (x,y)
2. задержка на несколько миллисекунд
3. стираем объект
4. изменяем координаты (x,y)
5. переходим к шагу 1

В Python все фигуры, из которых состоит рисунок, – **объекты** (умеют перерисовывать себя сами)!

объект

смещения по осям

```
moveObjectBy(obj, dx, dy)
```

Начальная картинка

```
from graph import *
brushColor("blue")
rectangle(0, 0, 400, 400)
x = 100
y = 100
penColor("yellow")
brushColor("yellow")
obj = rectangle(x, y, x+20, y+20)
run()
```

синий квадрат

начальные координаты

жёлтый квадрат

Движение

```
def update():
    moveObjectBy(obj, 5, 0)
    if xCoord(obj) >= 380: # если вышел
        close()            # за границу

onTimer(update, 50)
```

x-координата

вызывать update каждые 50 мс

Выход по Escape

Событие (англ. *event*) – изменение состояния какого-то объекта в программе (нажатие на клавишу, щелчок мышью, перемещение или изменение размеров окна и т.п.).

обработчик события

код клавиши Esc = 27

```
def keyPressed(event):
    if event.keycode == VK_ESCAPE:
        close()   # закрыть окно

onKey(keyPressed)
```

вызывать при нажатии любой клавиши

установка обработчика события

Полная программа

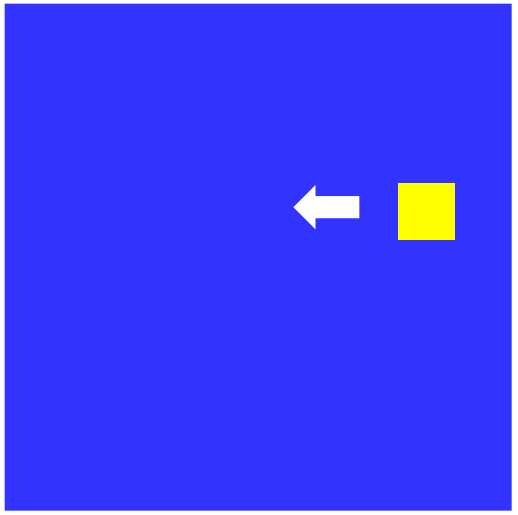
```
from graph import *
def update():
    ...
def keyPressed(event):
    ...
brushColor("blue")
rectangle(0, 0, 400, 400)
x = 100
y = 100
penColor("yellow")
brushColor("yellow")
obj = rectangle(x, y, x+20, y+20)
onKey(keyPressed)
onTimer(update, 50)
run()
```

процедуры

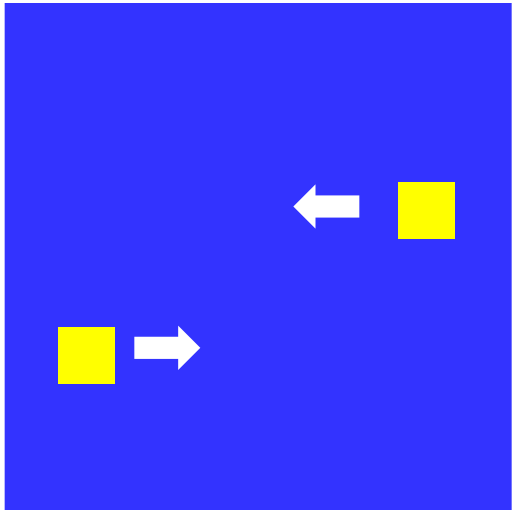
обработка событий

Задания

«3»: Квадрат двигается справа налево:

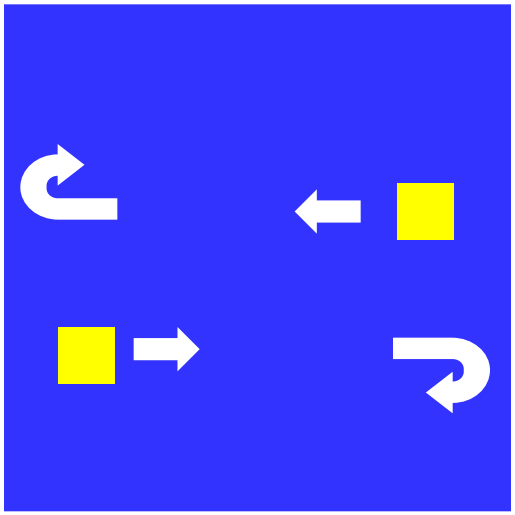


«4»: Два квадрата двигаются в противоположных направлениях:



Задания

«5»: Два квадрата двигаются в противоположных направлениях и отталкиваются от стенок синего квадрата:



Управление клавишами

Задача: жёлтый квадрат внутри синего квадрата управляется клавишами-стрелками. Коды клавиш:

влево – 37 вверх – 38 Esc – 27

вправо – 39 вниз – 40

VK_ESCAPE

Проблема: как изменять направление движения?

Обработчик события:

=37

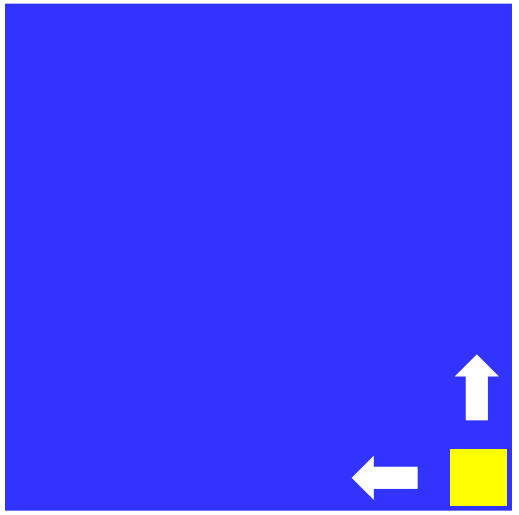
```
def keyPressed(event):
  if event.keycode == VK_LEFT:
    moveObjectBy(obj, -5, 0)
  elif event.keycode == VK_RIGHT:
    moveObjectBy(obj, 5, 0)
  ...   # дальше – сами...

onKey(keyPressed) # установить обработчик
```

=39

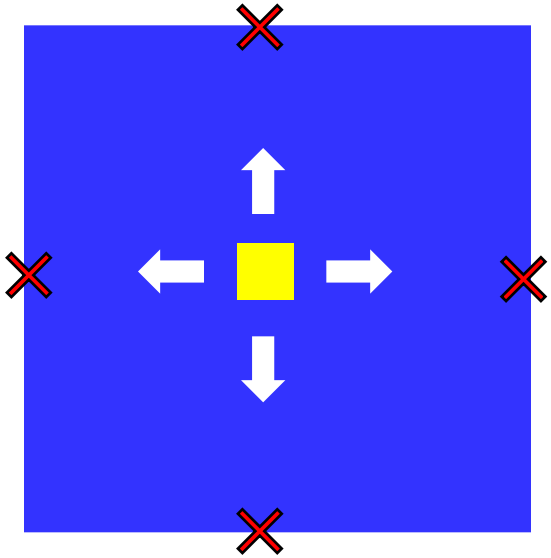
VK_UP = 38
VK_DOWN = 40

Задания

«3»: Квадрат в самом начале стоит в правом нижнем углу, и двигается при нажатии стрелок только вверх или влево:

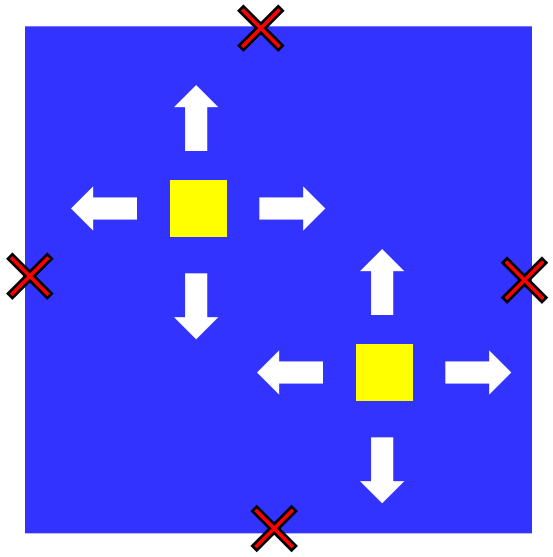


«4»: Квадрат двигается при нажатии стрелок, однако не может выйти за границы синего квадрата:



Задания

«5»: Два квадрата, один управляется стрелками, второй – любыми другими клавишами. Оба не могут выйти за границы синего поля.



Управление по требованию

Задача: жёлтый квадрат постоянно движется и меняет направление движения при нажатии клавиш-стрелок. При нажатии на пробел останавливается.

Проблема: как изменять направление движения?

Решение:

```
def update():
    ...
    moveObjectBy(obj, dx, dy)
...
onTimer(update, 50)
```

? Что меняем?

! Здесь должны быть переменные!

Как «поймать» нажатие клавиши?

```
def keyPressed(event):
    global dx, dy
    if event.keycode == VK_LEFT:
        dx = ?
        dy = ?
    ...
onKey(keyPressed)
```

Это глобальные переменные!

? Как для остальных клавиш?

Пробел: VK_SPACE

Полная программа

```
from graph import *
def update():
    ...
def keyPressed(event):
    ...
# рисуем синий квадрат
x = 100; y = 100
dx = 0; dy = 0
penColor("yellow")
brushColor("yellow")
obj = rectangle(x, y, x+20, y+20)
onKey(keyPressed)
onTimer(update, 50)
run()
```

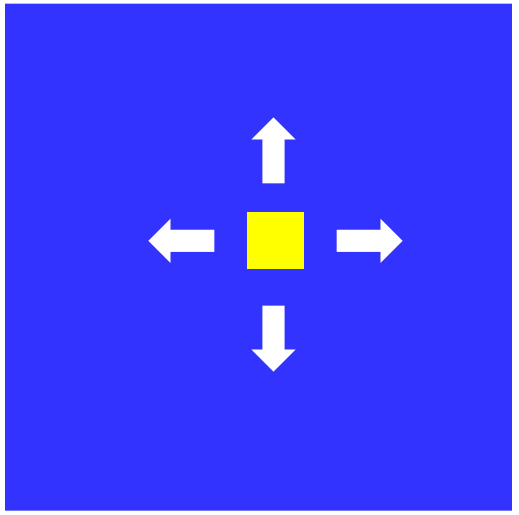
процедуры

глобальные переменные

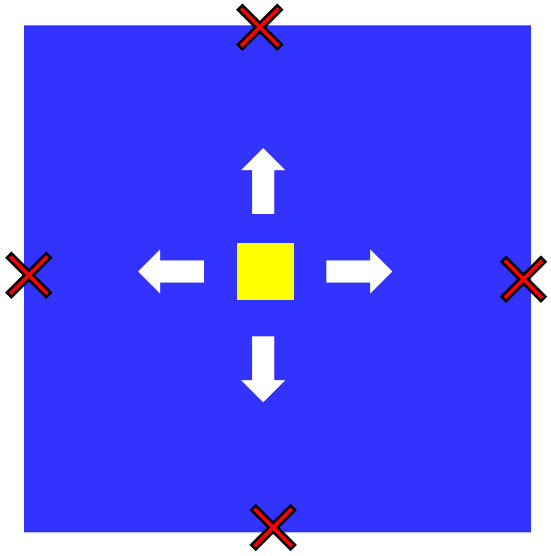
обработка событий

Задания

«3»: Собрать и запустить программу.

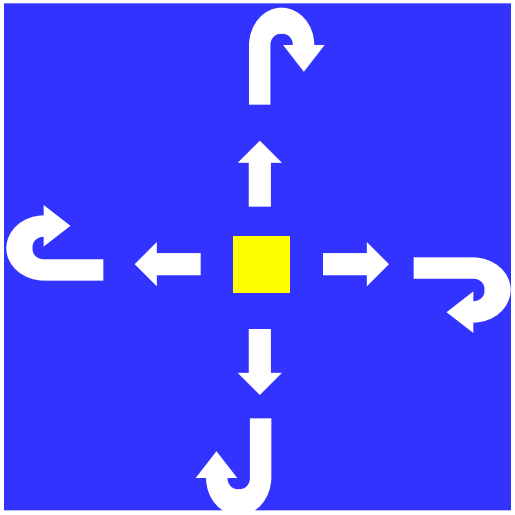


«4»: Квадрат не может выйти за границы синего квадрата, сразу останавливается при столкновении со стенкой.



Задания

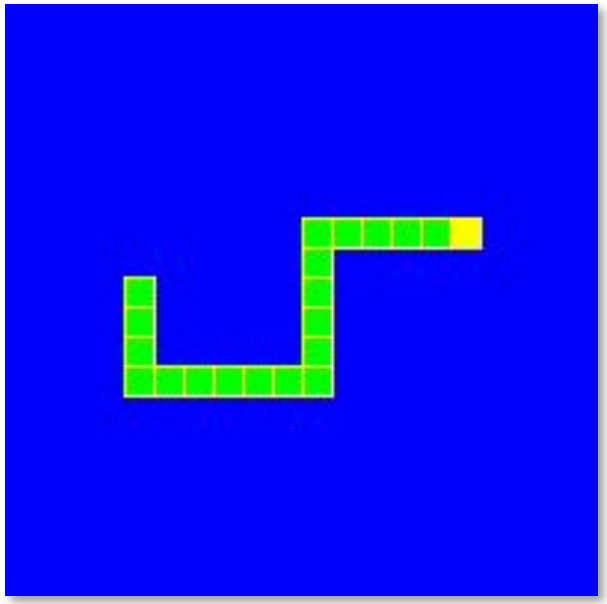
«5»: Квадрат отталкивается от стенок.



«6»: Квадрат может ходить по диагоналям (используйте ещё 4 клавиши) и отталкивается от стенок.

«Змейка»

Задача: змейка состоит из головы и нескольких секций тела, постоянно движется и меняет направление движения при нажатии клавиш-стрелок. При нажатии на пробел останавливается.

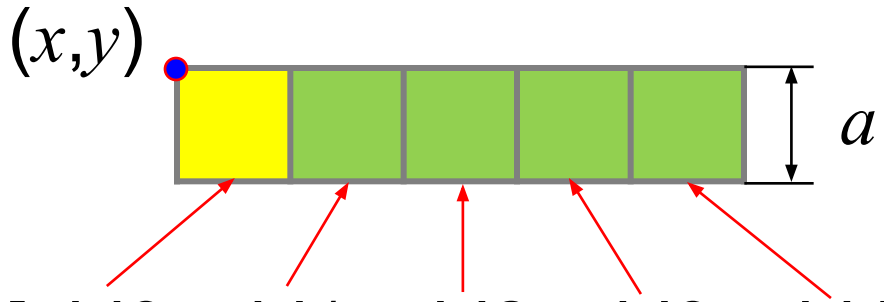


Проблемы:

1) как хранить данные о змейке?
2) как двигать её в нужную сторону?

Как хранить змейку?

Змейка = массив из звеньев-квадратов



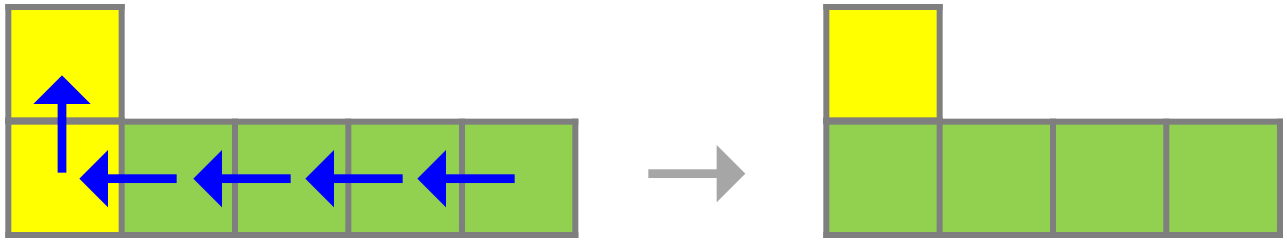
snake = [obj0, obj1, obj2, obj3, obj4]

```
snake = []
penColor("yellow")
brushColor("yellow")
for i in range(N):
    obj = rectangle(x+i*a, y, x+i*a+a, y+a)
    snake.append( obj )
    brushColor("green")
```

цвет границы и заливки для головы

остальные зелёные

Как двигать змейку?



Каждое следующее звено перемещается на место предыдущего!

Для k-ого звена:

координаты предыдущего звена

```
newCoord = coords(snake[k-1])
moveObjectTo(snake[k], newCoord[0],
                       newCoord[1])
```

В каком порядке перебирать звенья?

с последнего!

Как двигать змейку?

Вся змейка:

```
def moveSnake(xNew, yNew):
    global x, y
    for k in range(len(snake)-1,0,-1):
        newCoord = coords(snake[k-1])
        moveObjectTo(snake[k], newCoord[0],
                                newCoord[1])
    moveObjectTo(snake[0], xNew, yNew)
    x = xNew
    y = yNew
```

перебор с последнего, кроме головы

двигаем голову

Как двигать змейку?

Шаг перемещения всегда равен a!

Удобно так: dx, dy = –1, 0 или1

```
def keyPressed(event):
    global dx, dy
    if event.keycode == VK_LEFT:
        dx = -1
        dy = 0
    ...
def update():
    if dx or dy:
        moveSnake( x + dx*a , y + dy*a )
```

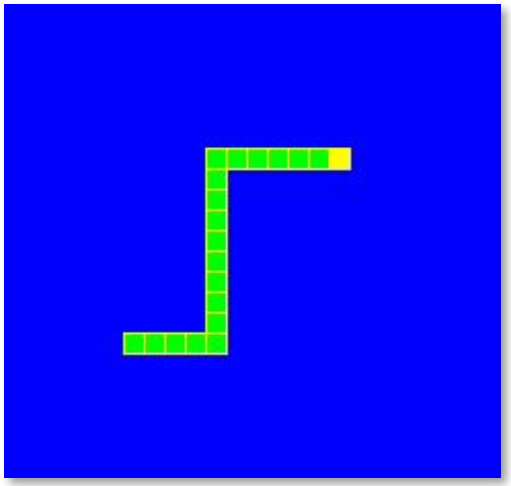
если оба нули, двигать не нужно!

Полная программа

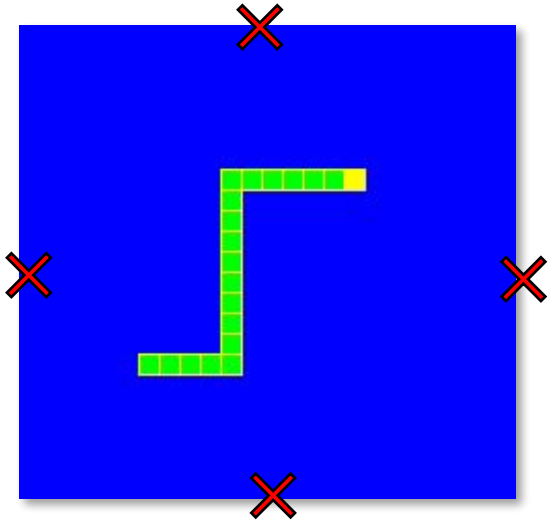
```
from graph import *
def moveSnake(xNew, yNew):
   ...
def update():
   ...
def keyPressed(event):
   ...

# рисуем синий квадрат
x = 100; y = 100 # координаты головы
dx = 0; dy = 0   # в начале стоит на месте
a = 10; N = 20   # размер и количество звеньев
# рисуем змейку в начальном положении
onKey(keyPressed)
onTimer(update, 50)
run()
```

Задания

«3»: Собрать и запустить программу.

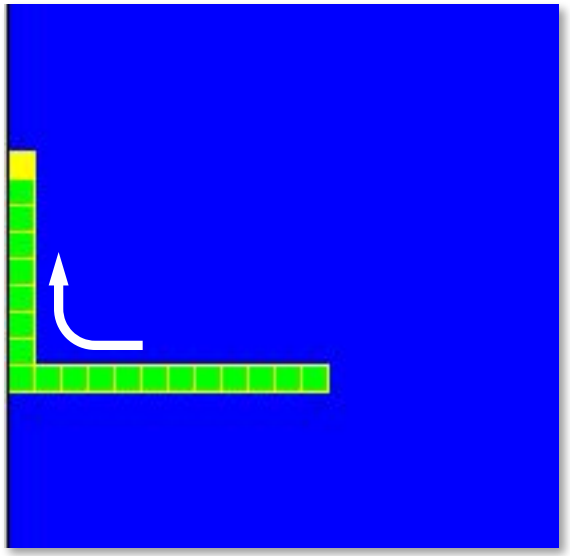


«4»: Змейка не может выйти за пределы синего квадрата (останавливается у стенки).



Задания

«5»: Змейка при столкновении с границей поля начинает ползти вдоль этой границы.



«6»: Если змейка пересекает сама себя, игра заканчивается.

Случайные числа

Случайно…

- встретить друга на улице
- разбить тарелку
- найти 10 рублей
- выиграть в лотерею

Случайный выбор:

- жеребьевка на соревнованиях
- выигравшие номера в лотерее

Как получить случайность?

Случайные числа на компьютере

Электронный генератор

- нужно специальное устройство
- нельзя воспроизвести результаты

Псевдослучайные числа – обладают свойствами случайных чисел, но каждое следующее число вычисляется по заданной формуле.

Метод середины квадрата (Дж. фон Нейман)

зерно: 564321

в квадрате: 318458191041

209938992481

- малый период (последовательность повторяется через 10^6 чисел)

Линейный конгруэнтный генератор

```
X := (a*X + b) % c # интервал от 0 до c-1
```

```
X := (X+7) % 10 # интервал от 0 до 9
```

X := 0 → 7 → 4 → 1 → 8 → 5 → 2

2 → 9 → 6 → 3 → 0

зерно

зацикливание

Важен правильный выбор параметров a, b и c!

Компилятор GCC:

a = 1103515245

b = 12345

c = 2^{31}

Генератор случайных чисел

```
import random
```

англ. *random – случайный*

Целые числа на отрезке [a,b]:

```
X = random.randint(1,6) # псевдосл. число
Y = random.randint(1,6) # уже другое число!
```

Генератор на [0,1):

```
X = random.random()   # псевдосл. число
Y = random.random()   # уже другое число!
```

Генератор случайных чисел

```
from random import *
```

подключить все!

англ. *random* – случайный

Целые числа на отрезке [a,b]:

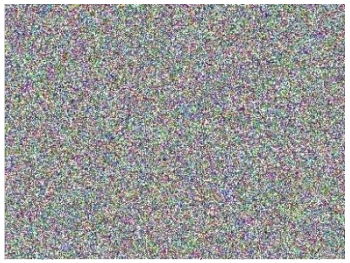
```
X = randint(10,60) # псевдослучайное число
Y = randint(10,60) # это уже другое число!
```

Генератор на [0,1):

```
X = random(); # псевдослучайное число
Y = random()  # это уже другое число!
```

Случайные числа

Задача: заполнить прямоугольник 400 на 300 пикселей равномерно точками случайного цвета



Как получить случайные координаты точки?

```
x = randint(0,399)
y = randint(0,299)
```

Как добиться равномерности?

обеспечивается автоматически при использовании функции `randint`

Точка случайного цвета из списка

```
from random import choice


...
colors = ["red", "green", "blue",
          "black", "#FFFF00"]

col = choice(colors)

penColor( col )
point(x, y)
```

все варианты

случайный выбор

поставить точку

Точка случайного цвета (RGB)

Цвет в формате RGB:

"yellow"

```
penColor( 255, 255, 0 )
```

R(red) 0..255

G(green) 0..255

B(blue) 0..255

```
r = randint(0, 255)
g = randint(0, 255)
b = randint(0, 255)
penColor( r, g, b )
point(x, y)
```

Вся программа

```
from graph import *
from random import choice
colors = ["red", "green", "blue",
          "black", "#FFFF00"]
def newPoint():
  x = randint(0, 399)
  y = randint(0, 299)
  col = choice( colors )
  penColor( col )
  point(x, y)
def keyPressed(event):
  if event.keycode == VK_ESCAPE:
    close()
onKey(keyPressed)
onTimer(newPoint, 10)
run()
```

новая точка через 10 мс

выход по Escape

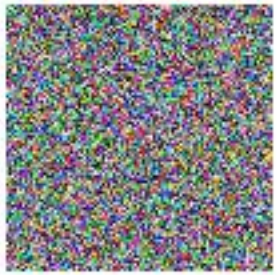
установка обработчиков событий

Задания

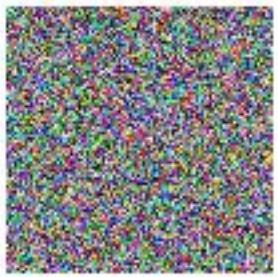
«3»: Заполнить квадрат точками случайного цвета. размер квадрата ввести с клавиатуры:

Пример:

```
Введите размер квадрата:
150
```

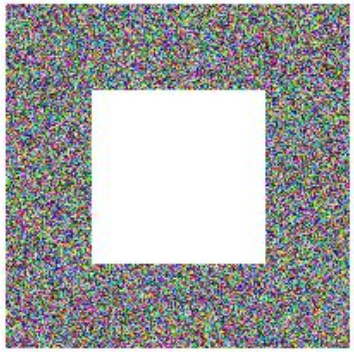


«4»: Заполнить две области точками случайного цвета:

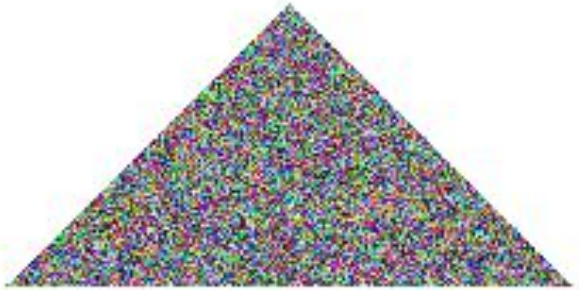


Задания

«5»: Заполнить область точками случайного цвета:



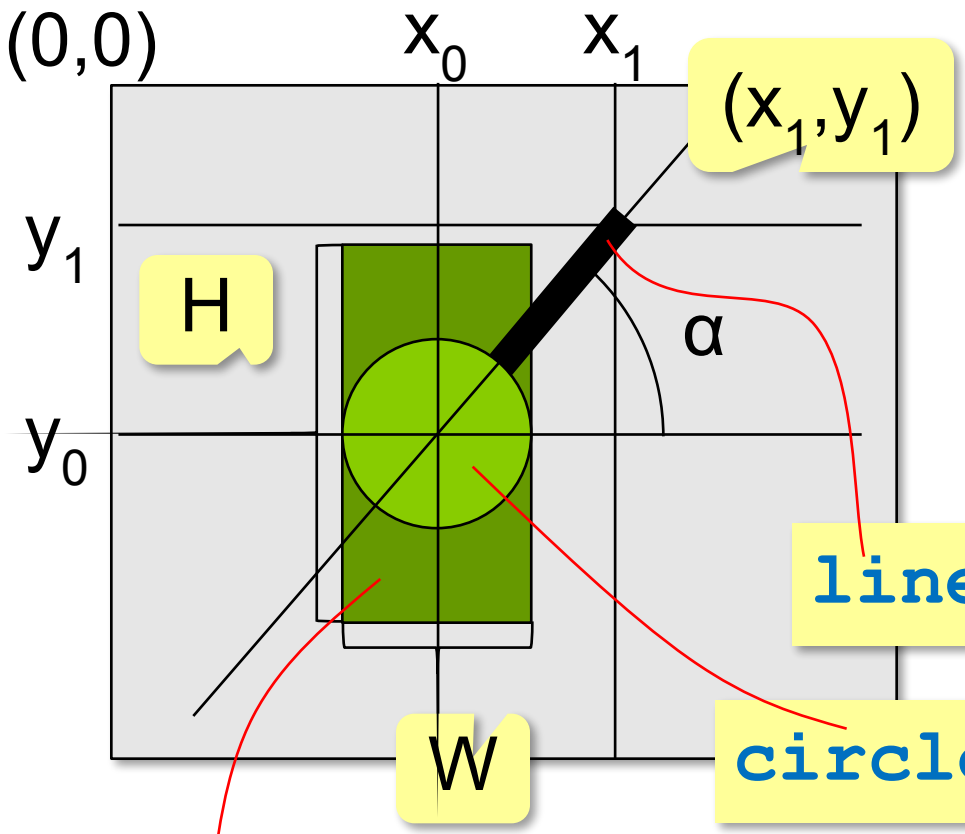
или



Программирование на Python: графика

8. Игры

Танк с вращающейся пушкой



? Как найти x_1 и y_1?

$$x_1 = x_0 + L\cos\alpha$$

$$y_1 = y_0 - L\sin\alpha$$

```
line(x0, y0, x1, y1)
```

```
circle(x0, y0, W/2)
```

```
rectangle(x0-W/2, y0-H/2,
          x0+W/2, y0+H/2)
```

Начальная картинка

```
from graph import *
import math
H = 60; W = 30; L = 40 # размеры танка
x0 = 200; y0 = 400; angle = 90 # пушка
brushColor("#6b8e23")
rectangle(x0-W/2, y0-H/2, x0+W/2, y0+H/2)
a = angle*math.pi/180 # в радианы
x1 = x0+L*math.cos(a)
y1 = y0-L*math.sin(a)
penSize(5)
line(x0, y0, x1, y1)
penSize(1)
brushColor("#556b2f")
circle(x0, y0, W/2)
run()
```

корпус

ствол

башня

Анимация поворота пушки

```
def keyPressed(event):
  if event.keycode == VK_LEFT:
    drawGun(angle+5) # влево на 5 градусов
  elif event.keycode == VK_RIGHT:
    drawGun(angle-5) # вправо на 5 градусов
  elif event.keycode == VK_ESCAPE:
    close()
...
onKey(keyPressed)
```

Нужно написать процедуру **drawGun**!

Рисование и вращение пушки

Идея: в первый раз рисуем, потом просто меняем координаты.

сначала None – «пусто»

```
def drawGun(angleNew):
  global angle, gun # глобальные переменные
  angle = angleNew  # запомнить новый угол
  aRad = angle*math.pi/180  # в радианы
  x1 = x0 + L*math.cos(aRad)
  y1 = y0 - L*math.sin(aRad)
  if gun == None: # если в первый раз...
    gun = line(x0, y0, x1, y1)
  else: # если пушка уже нарисована
    changeCoord(gun, [(x0,y0), (x1,y1)] )
```

запомнить «адрес» линии

массив новых координат

Рисование и вращение пушки

Как это работает:

```
gun = None # еще не рисовали пушку
drawGun(angle)  # рисуем в первый раз
    gun = line(x0, y0, x1, y1)
     # теперь gun содержит адрес линии
...
def keyPressed(event):
    drawGun(angle+5)  # вращаем
        changeCoord(gun, [(x0,y0), (x1,y1)] )
          # просто меняем координаты
```

Полная программа

```
from graph import *
import math
def keyPressed(event):
    ...
def drawGun(angleNew):
    ...
H = 60; W = 30; L = 40
x0 = 200; y0 = 400; angle = 90
gun = None
brushColor("#6b8e23")
rectangle(x0-W/2, y0-H/2, x0+W/2, y0+H/2)
penSize(5)
drawGun(angle)
penSize(1)
brushColor("#556b2f")
circle(x0, y0, W/2)
onKey(keyPressed)
run()
```

процедуры

начальные значения

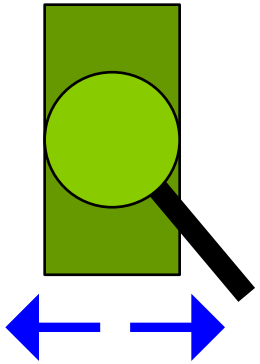
корпус

пушка

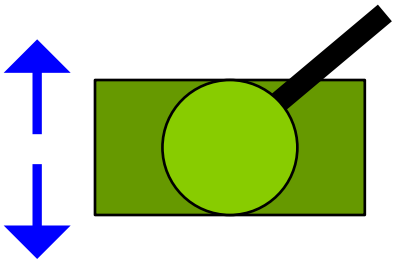
башня

Задания

«3»: Сделать танк с управляемой пушкой, развёрнутый в обратную сторону:

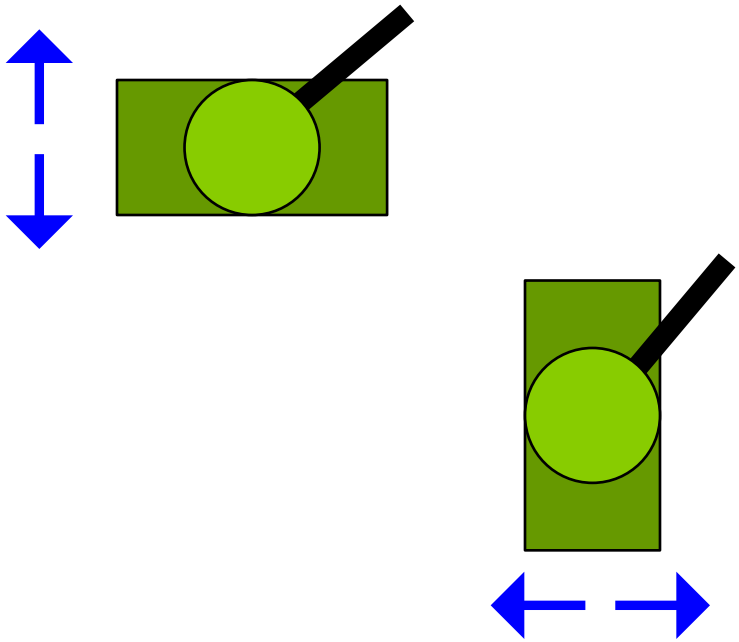


«4»: Сделать танк с управляемой пушкой, развёрнутый боком. Управление – клавишами "вверх" и "вниз":

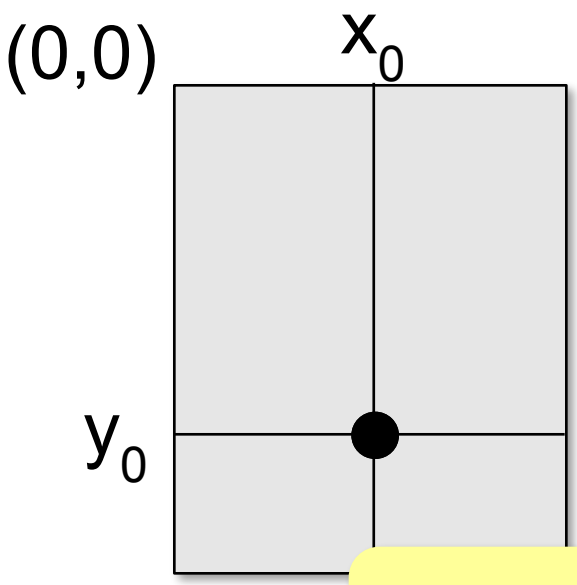


Задания

«5»: Сделать два танка, у одного пушка управляемся клавишами "влево" и "вправо", у второго – клавишами "вверх" и "вниз".



Стрельба из пушки



Создание объекта:

```
x0 = 200; y0 = 400
r = 3    # радиус снаряда
brushColor("black")
bullet = circle(x0, y0, r)
```

запомнили код объекта

нажали пробел"

Движение:

```
moveObjectBy(bullet, 0, -5)
```

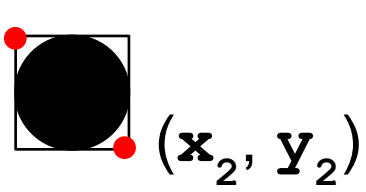
по оси X

по оси Y

Остановка при выходе за границу окна

1. определить y-координату объекта
2. если она меньше 0, то
   - остановить движение
   - вернуть снаряд в исходное положение

координаты объекта: (x_1,y_1,x_2,y_2)

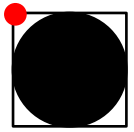



```
y = coords(bullet)[1]
if y < 0:
   isFlying = False
   moveObjectTo(bullet, x0-r, y0-r)
```

левый верхний угол

(x_0-r, y_0-r)

isFlying – логическая переменная
True – снаряд летит, False – не летит.



Как организовать анимацию?

вызывается каждые 30 мс

```
def update():
  global isFlying, bullet
  if isFlying:    # если летит...
    y = coords(bullet)[1]
    if y < 0: # если улетел...
      isFlying = False
      moveObjectTo(bullet, x0-r, y0-r)
    else: # летит дальше...
      moveObjectBy(bullet, 0, -5)
...
onTimer(update, 30)
```

Как запустить движение?

вызывается при нажатии клавиши

```
def keyPressed(event):
  global isFlying
  if event.keycode == VK_SPACE:
    isFlying = True  # полетели!
  elif event.keycode == VK_ESCAPE:
    close()  # закончить работу
...
onKey(keyPressed)
```

Полная программа

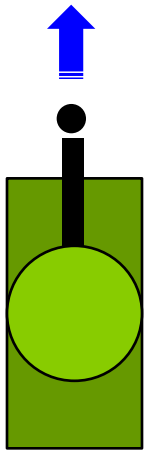
```
from graph import *
def update():
    ...
def keyPressed(event):
    ...
x0 = 200; y0 = 400; r = 3
brushColor("black")
bullet = circle(x0, y0, r)
isFlying = False

onKey(keyPressed)
onTimer(update, 30)

run()
```

процедуры

Задания

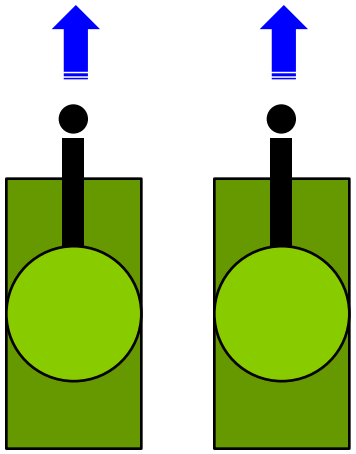
«3»: Моделирование стрельбы слева направо. После выхода за границу экрана снаряд возвращается в исходную точку.

«4»: Дорисовать танк, из дула которого вылетает снаряд:



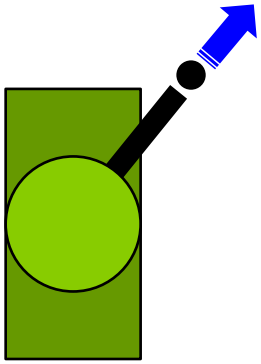
Задания

«5»: Два танка стреляют одновременно.

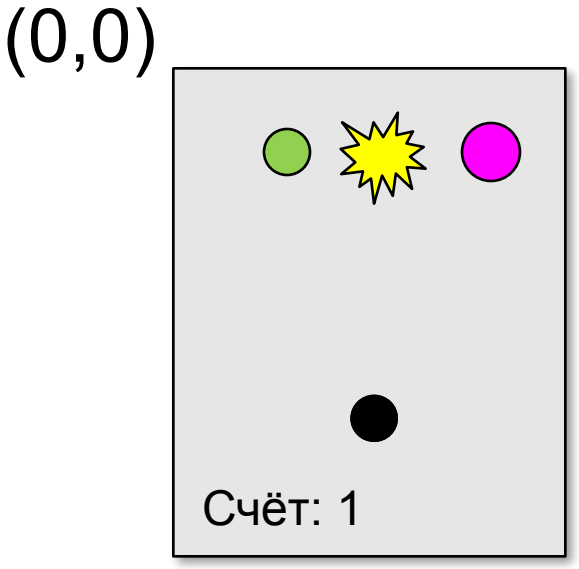


Задания

«6»: Танк с поворотной башней. Выстрел происходит в ту сторону, в которую повернут ствол:



Стрельба по тарелкам



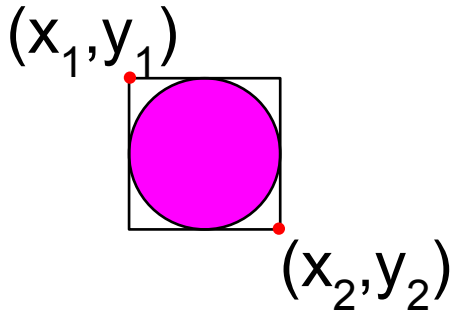
1. создать объекты-тарелки `createPlates`
2. двигать тарелки `movePlates`
3. проверить попадание в какую-нибудь тарелку `checkCollision`
4. проверить попадание в конкретную тарелку `hit`

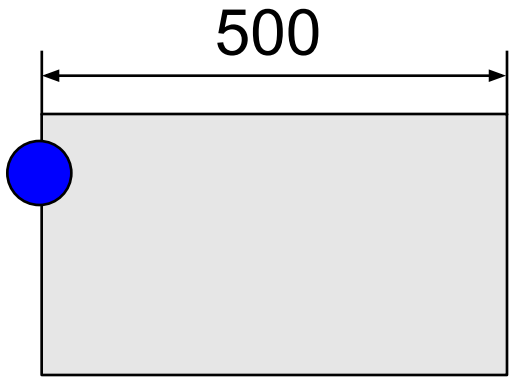
Создание массива тарелок

```
def createPlates( N ):
  global plates  # глобальный массив
  yPlates = 100  # у всех одна y-координата
  plates = []    # пока массив пустой
  for i in range(N):
    brushColor( randColor() )
    p = circle(randint(0,500), # x центра
               yPlates,        # y центра
               randint(10,20)) # радиус
    plates.append(p) # добавить в массив
...
createPlates( 5 )  # вызов процедуры
```

Движение тарелок

```
def movePlates():
  global plates  # глобальный массив
  for p in plates: # для каждой тарелки
    moveObjectBy(p, -2, 0) # сдвиг на 2 влево
    x1,y1,x2,y2 = coords(p)
    if x1 < 0: # если вышла за границу...
                # перескочить вправо на ...
      moveObjectBy(p, randint(500,600), 0)
```



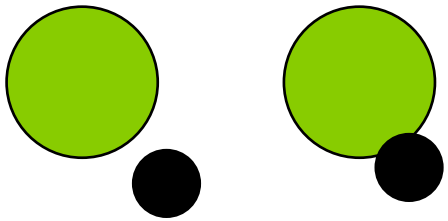


Попадание в какую-нибудь тарелку

```
def checkCollision():
  global isFlying, bullet, plates
  for p in plates:
    if hit(p):
                # перекинуть тарелку направо
      moveObjectBy(p, randint(500,600), 0)
                # снаряд в начальную точку
      moveObjectTo(bullet, x0-r, y0-r)
      isFlying = False  # остановить снаряд
      break # только одну тарелку за раз
```

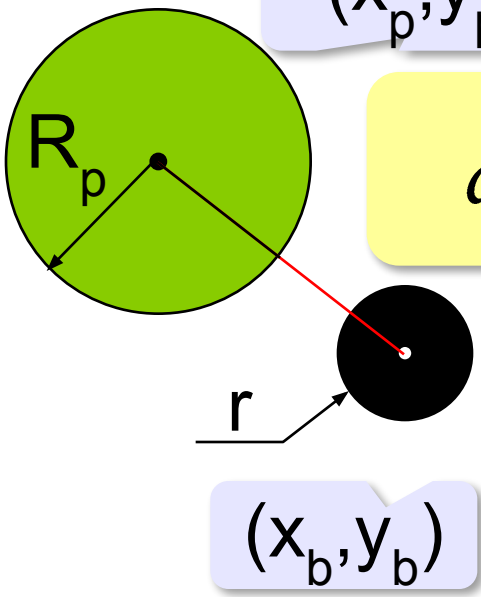
`hit(p)` – логическая функция, которая возвращает True, если снаряд (`bullet`) столкнулся с тарелкой `p`, и False, если не столкнулся.

Попал ли снаряд в данную тарелку?



не попал попал

? Как записать условие «попал» в виде формулы?



расстояние между центрами

$$d = \sqrt{(x_b - x_c)^2 + (y_b - y_c)^2}$$

! «Попал»: $d^2 \le (r + R_p)^2$

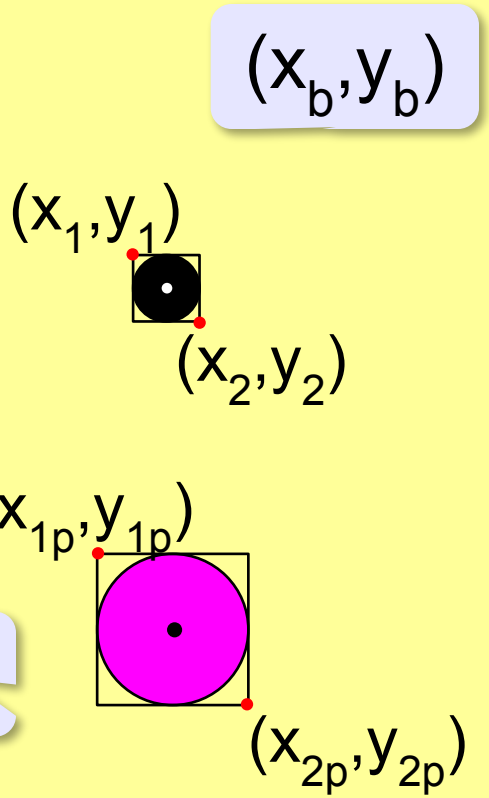
Попал ли снаряд в данную тарелку?

```
def hit(p):
    ...
    if d2 <= (Rp + r)**2:
        return True
    else:
        return False
```

```
def hit(p):
    ...
    return d2 <= (Rp + r)**2
```

Попал ли снаряд в данную тарелку?

```
def hit(p):
    global bullet
        # координаты снаряда
    x1,y1,x2,y2 = coords(bullet)
    xb = x1 + r # центр снаряда
    yb = y1 + r
        # координаты тарелки
    x1p,y1p,x2p,y2p = coords(p)
    xp = (x1p + x2p) / 2
    yp = (y1p + y2p) / 2
    Rp = (x2p - x1p) / 2
    d2 = (xb-xp)**2 + (yb-yp)**2
    return d2 <= (Rp+r)**2
```



Как вызывать эти функции?

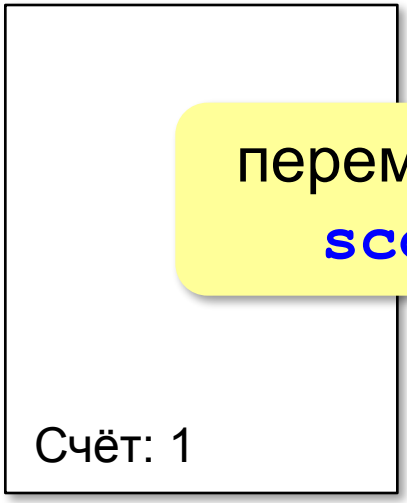
```
def update():
    global isFlying, bullet
    movePlates()
    if isFlying:    # если летит...
        y = coords(bullet)[1]
        if y < 0: # если улетел...
            isFlying = False
            moveObjectTo(bullet, x0-r, y0-r)
        else: # летит дальше...
            moveObjectBy(bullet, 0, -5)
            checkCollision()
...
onTimer(update, 30)
```

вызывается каждые 30 мс

Полная программа

```
from graph import *
   # тут все функции
   ...
x0 = 200; y0 = 400; r = 3
createPlates( 5 )
brushColor("black")
bullet = circle(x0, y0, r)
isFlying = False

onKey(keyPressed)
onTimer(update, 30)

run()
```

Как вывести счёт игры?



Как и когда изменяется score?

Сначала: `score = 0`

При попадании:

```
score += 1
```

Метка (элемент типа `label`)

Создание метки:

(x,y) фон

```
lbl = label("Счёт: 0",10,200,bg="white")
```

Изменение текста метки:

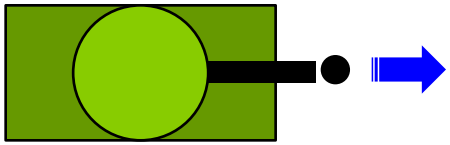
строка из числа

```
lbl["text"] = "Счёт: " + str(score)
```

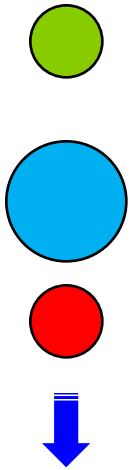
Задания

«3»: Собрать и запустить программу. Увеличить скорость снаряда.

«4»: Выполнить задание на «3» для случая стрельбы слева направо (тарелки летят сверху вниз). Дорисовать танк, из дула которого вылетает снаряд.

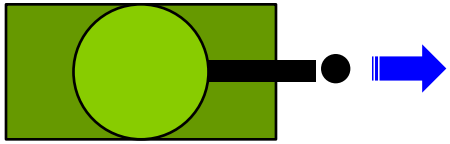


Счёт: 12

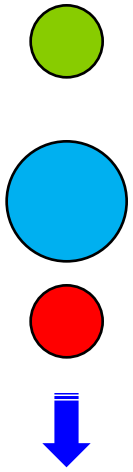


Задания

«5»: Дополнить задание на «4»: за попадание в более мелкую тарелку игрок получает больше баллов.

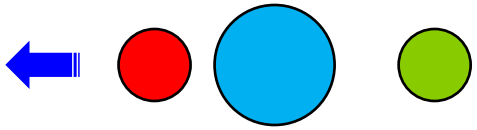


Счёт: 12

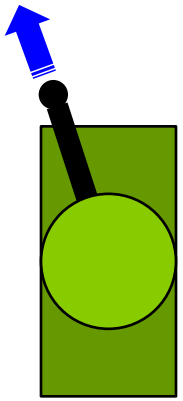


Задания

«6»: Сделать танк с вращающейся пушкой. Снаряд вылетает из ствола в том же направлении. За попадание в более мелкую тарелку игрок получает больше баллов.



Счёт: 12



Конец фильма

ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич
д.т.н., учитель информатики
ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург
kpolyakov@mail.ru