Python.

Scientific.

NumPy Массивы

Основым является тип массивов постоянной длины с однотипными элементами

- Повышается быстродействие
- Введены поэлементные операции на массивах

Создание:

```
>>> import numpy as np
>>> x = np.array([2,3,1,0])
>>> np.array([[1,2.0],[0,0],(1+1j,3.)])
array([  [ 1.+0.j, 2.+0.j],
         [ 0.+0.j, 0.+0.j],
         [ 1.+1.j, 3.+0.j]])
```

Массивы. Другие способы задания

```
>>> np.zeros(2, 3)
array([[ 0., 0., 0.], [ 0., 0., 0.]])
>>> np.arange(10)
array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
>>> np.arange(2, 3, 0.1)
array([ 2. , 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9])
>>> np.linspace(1., 4., 6)
array([ 1. , 1.6, 2.2, 2.8, 3.4, 4. ])
>>> np.indices((3,3))
array([[[0, 0, 0], [1, 1, 1], [2, 2, 2]], [[0, 1, 2], [0, 1, 2], [0, 1, 2]]])
```

Многомерные массивы

```
>>> x = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]], np.int32)

>>> x.shape

(2, 3)

>>> a = np.array([[1,2,3], [4,5,6]])

>>> np.reshape(a, 6)

array([1, 2, 3, 4, 5, 6])

>>> np.reshape(a, (3,-1))

array([[1, 2],
       [3, 4],
       [5, 6]])
```

Индексация и слайсинг

```
>>> x = np.array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])

>>> x[1:7:2]

array([1, 3, 5])

>>> x[-2:10]

array([8, 9])

>>> x[-3:3:-1]

array([7, 6, 5, 4])

>>> x = np.array([[[1],[2],[3]], [[4],[5],[6]]])

>>> x.shape

(2, 3, 1)
```

Многочлены

```
>>> from numpy import poly1d
>>>  p = poly1d([3,4,5])
>>>  print p
```

$3x^2+4x+5$

```
>>> print p*p
```

$9\ x^4 + 24\ x^3 + 46\ x^2 + 40\ x + 25$

```
>>> print p.integ(k=6)
```

x^3+2x^2+5x+6

```
>>> print p.deriv()
```

$6x+4$

SciPy. Линейная алгебра

```
>>> A = mat("[1 3 5; 2 5 1; 2 3 8]")
>>> A
Matrix([[1, 3, 5],
        [2, 5, 1],
        [2, 3, 8]])
>>> A.I
matrix([[-1.48, 0.36, 0.88],
        [ 0.56, 0.08, -0.36],
        [ 0.16, -0.12, 0.04]])
>>> from scipy import linalg
>>> linalg.inv(A)
array([[-1.48, 0.36, 0.88],
        [ 0.56, 0.08, -0.36],
        [ 0.16, -0.12, 0.04]]
```

SciPy. Линейная алгебра

```
>>> A = mat('[1 3 5; 2 5 1; 2 3 8]')
>>> b = mat('[10;8;3]')
>>> A.I*b
matrix([[-9.28],
        [ 5.16],
        [ 0.76]])
>>> linalg.solve(A,b)
array([[-9.28],
        [ 5.16],
        [ 0.76]])
>>> A = mat('[1 3 5; 2 5 1; 2 3 8]')
>>> linalg.det(A)
-25.000000000000004
```

Собственные значения и вектора

```
>>> A = mat('[1 5 2; 2 4 1; 3 6 2]')
>>> la,v = linalg.eig(A)
>>> l1,l2,l3 = la
>>> print l1, l2, l3
(7.95791620491+0j) (-1.25766470568+0j) (0.299748500767+0j)
>>> print v[:,0]
[-0.5297175 -0.44941741 -0.71932146]
>>> print v[:,1]
[-0.90730751 0.28662547 0.30763439]
>>> print v[:,2]
[ 0.28380519 -0.39012063 0.87593408]
```

Разложения матриц

Сингулярное разложение

```
>>> U,s,Vh = linalg.svd(A)
```

LU-разложение

```
>>> P,L,U = linalg.lu(A)
>>> Lu, P = linalg.lu_factor(A)
>>> x = linalg.lu_solve((Lu, P),b)
```

Разложение Холесского

```
>>> U = linalg.cholesky(A)
```

QR-разложение

```
>>> QR = linalg.qr(A)
```

Матричные функции и специальные матрицы

- Встроенные функции
  - ✓ expm, logm
    cosm, sinm, tanm
  - ✓ coshm, sinhm, tanhm
  - ✓ Signm
  - ✓ sqrt
- Задание произвольной функции
  >>> A = random.rand(3,3)
  >>> B = linalg.funm(A,lambda x: special.jv(0,x))
- Специальные матрицы
  - Блочно-диагональные, цирулянты, Вандермонда, и т. д.

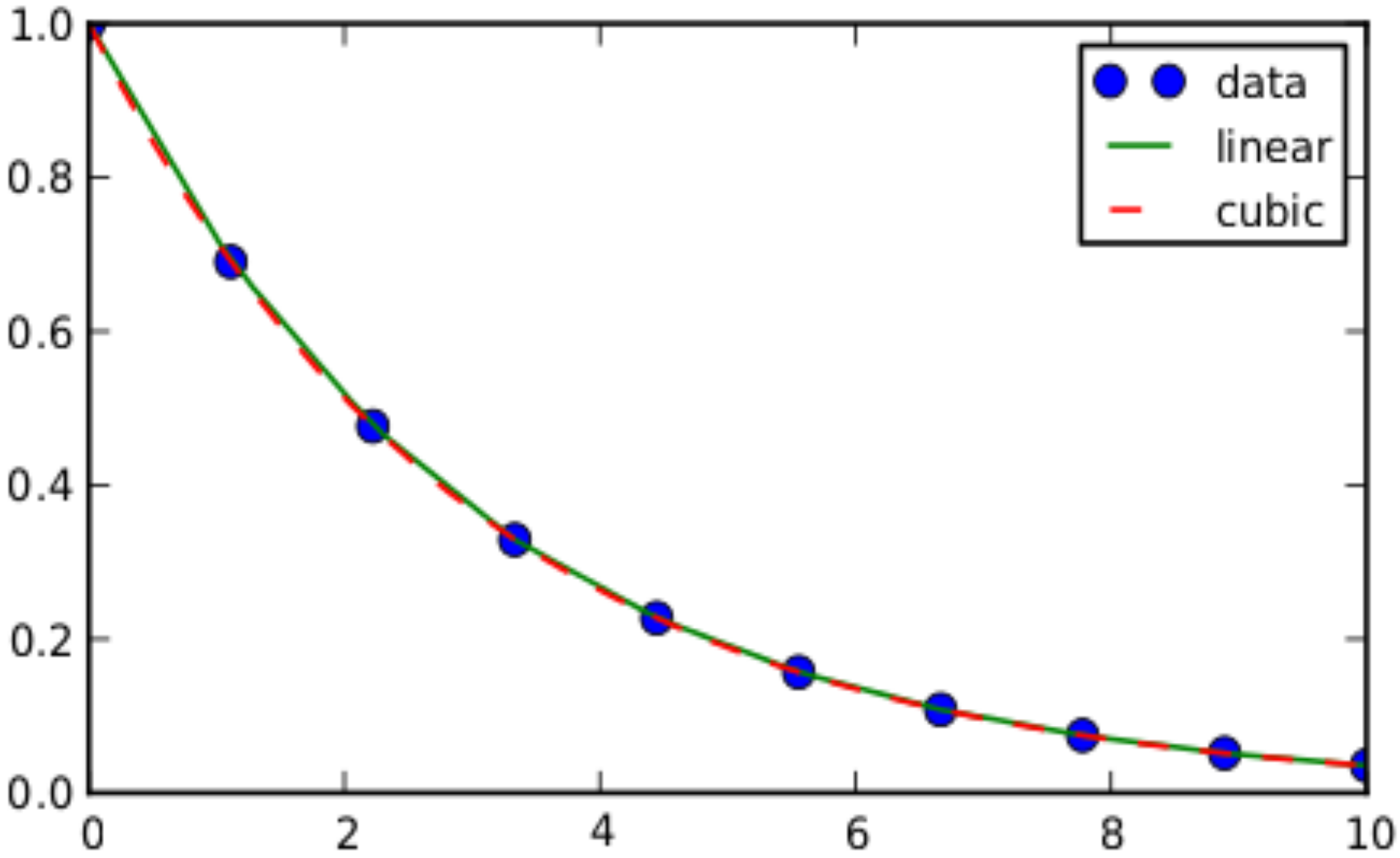
Интегрирование

- Интегрирование явно заданных функций
- Интегрирование функций, заданных массивами данных
- Численное решение ОДУ
- >>> result = integrate.quad(lambda x: special.jv(2.5,x), 0, 4.5)
  >>> print result
  (1.1178179380783249, 7.8663172481899801e-09)

Интерполяция

```
>>> from scipy.interpolate import interp1d
>>> x = np.linspace(0, 10, 10)
>>> y = np.exp(-x/3.0)
>>> f = interp1d(x, y)
>>> f2 = interp1d(x, y, kind='cubic')
>>> xnew = np.linspace(0, 10, 40)
>>> import matplotlib.pyplot as plt
>>> plt.plot(x,y,'o',xnew,f(xnew),'-', xnew, f2(xnew),'--')
>>> plt.legend(['data', 'linear', 'cubic'], loc='best')
>>> plt.show()
```

Интерполяция



Преобразование Фурье

- Существуют прямые и обратные дискретные преобразования Фурье:
  - Все функции принимают массив x и необязательные параметры n, axis, overwrite_x
  - Для вещественных значений rfft, irfft
  - Для произвольных типов данных fft, irfft
  - Двумерное преобразование fft2d, ifft2d
  - Многомерное fftn, ifftn

Случайные числа и статистика

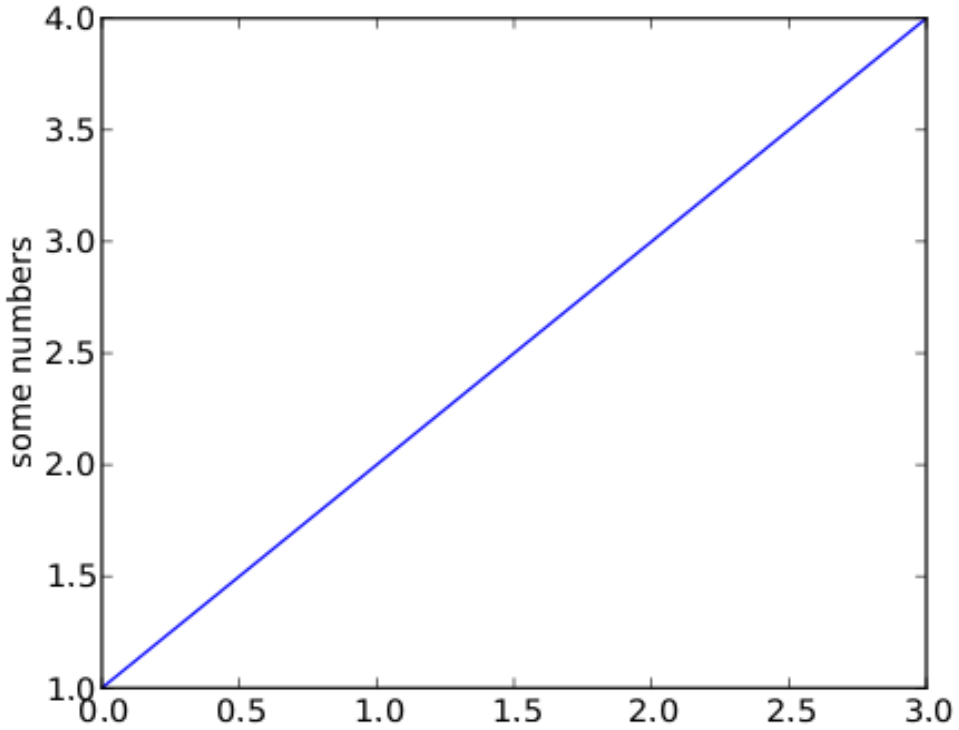
- 84 непрерывных распределения 12 дискретных распределений
- Более 70 статистических функций
- Основные методы для распределений
- Случайная величина (rvs)
- Плотность вероятности (pdf)
- Функция распределения (cdf)
- Статистика (stats)

Прочие возможности SciPy

- Константы (scipy.constants)
- Специальные функции (scipy.special)
- Оптимизация (scipy.optimize)
- Чтение и запись различных форматов (scipy.io)
- Включение кода на C/C++ (scipy.weave)

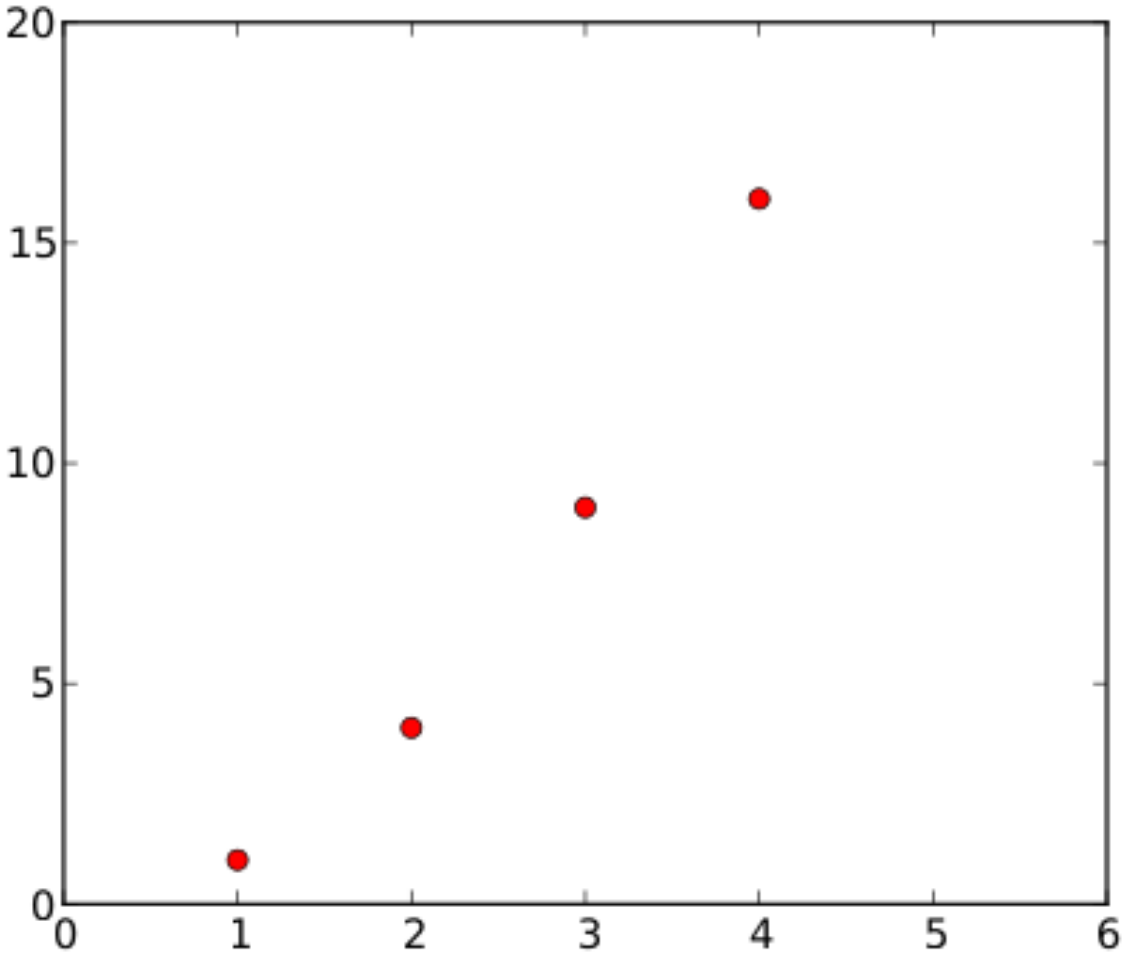
Matplotlib
Простейший график

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
plt.plot([1,2,3,4])
plt.ylabel('some numbers')
plt.show()
```



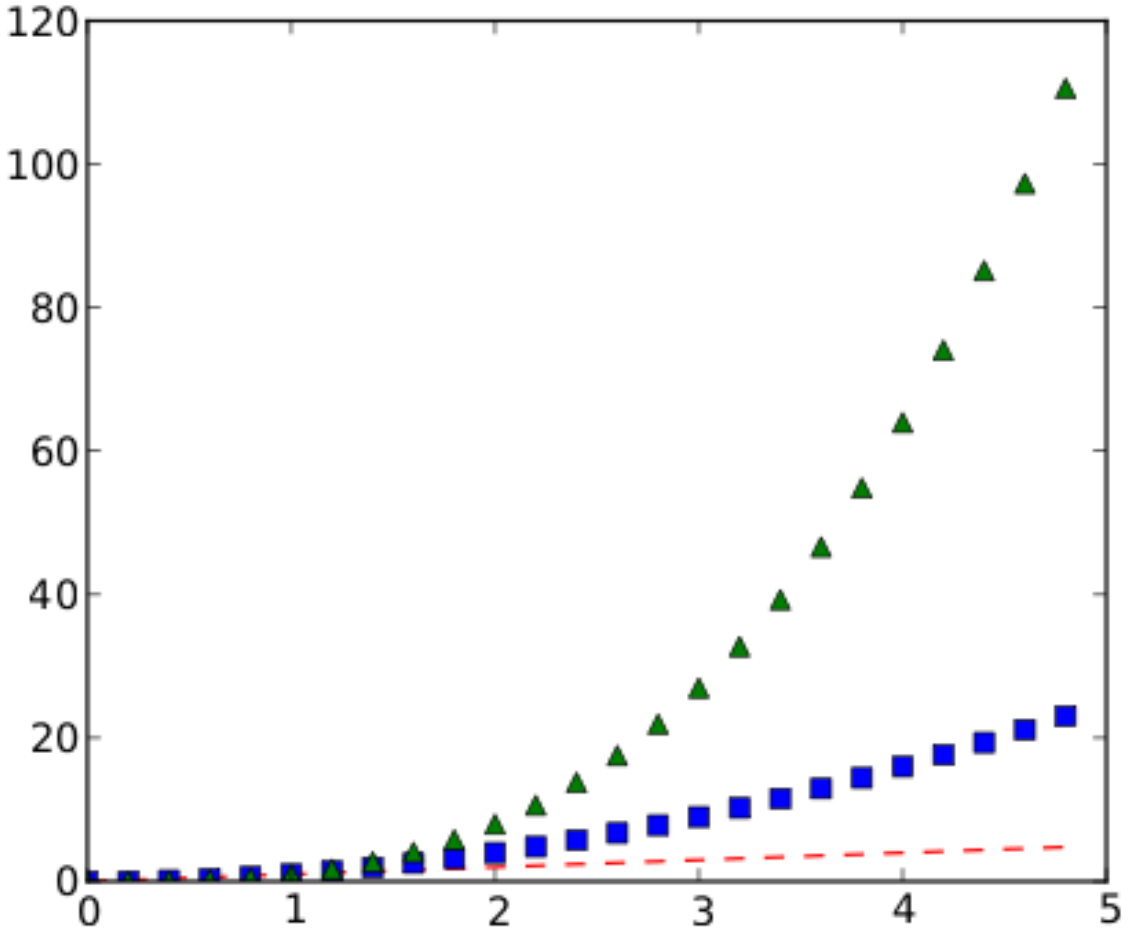
Простой график

- plt.plot([1,2,3,4], [1,4,9,16], ’ro’)
- plt.axis([0, 6, 0, 20])



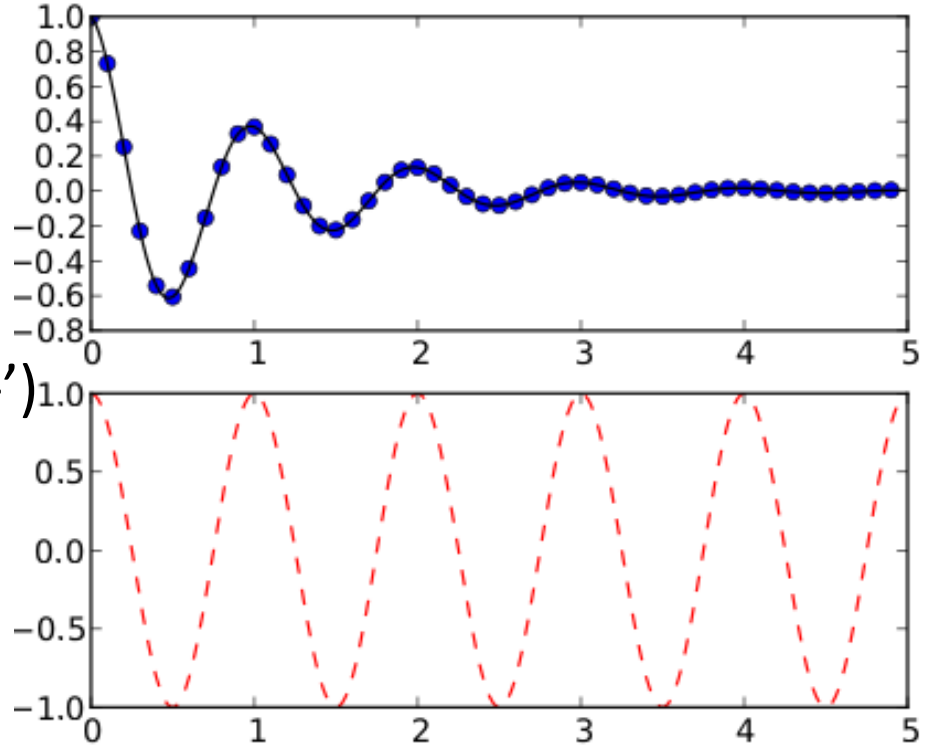
Несколько графиков

```
t = np.arange(0., 5., 0.2)
plt.plot(t, t, 'r--', t, t**2, 'bs', t, t**3, 'g^')
```



Несколько графиков на различных осях

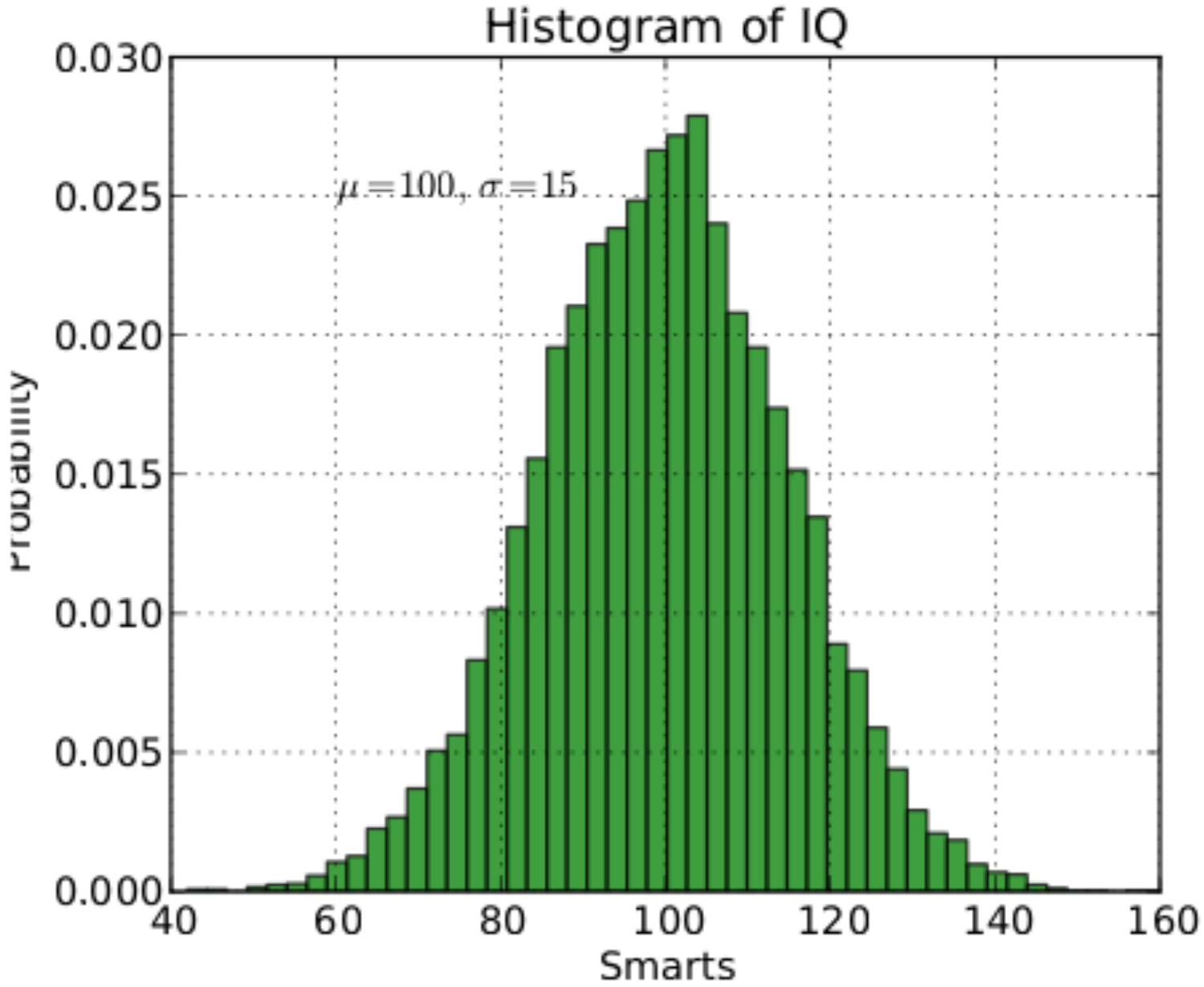
```
def f(t):
   return np.exp(-t) * np.cos(2*np.pi*t)
t1 = np.arange(0.0, 5.0, 0.1)
t2 = np.arange(0.0, 5.0, 0.02)
plt.figure(1)
plt.subplot(211)
plt.plot(t1, f(t1), 'bo', t2, f(t2), 'k')
plt.subplot(212)
plt.plot(t2, np.cos(2*np.pi*t2), 'r--')
```



Подписи на графике

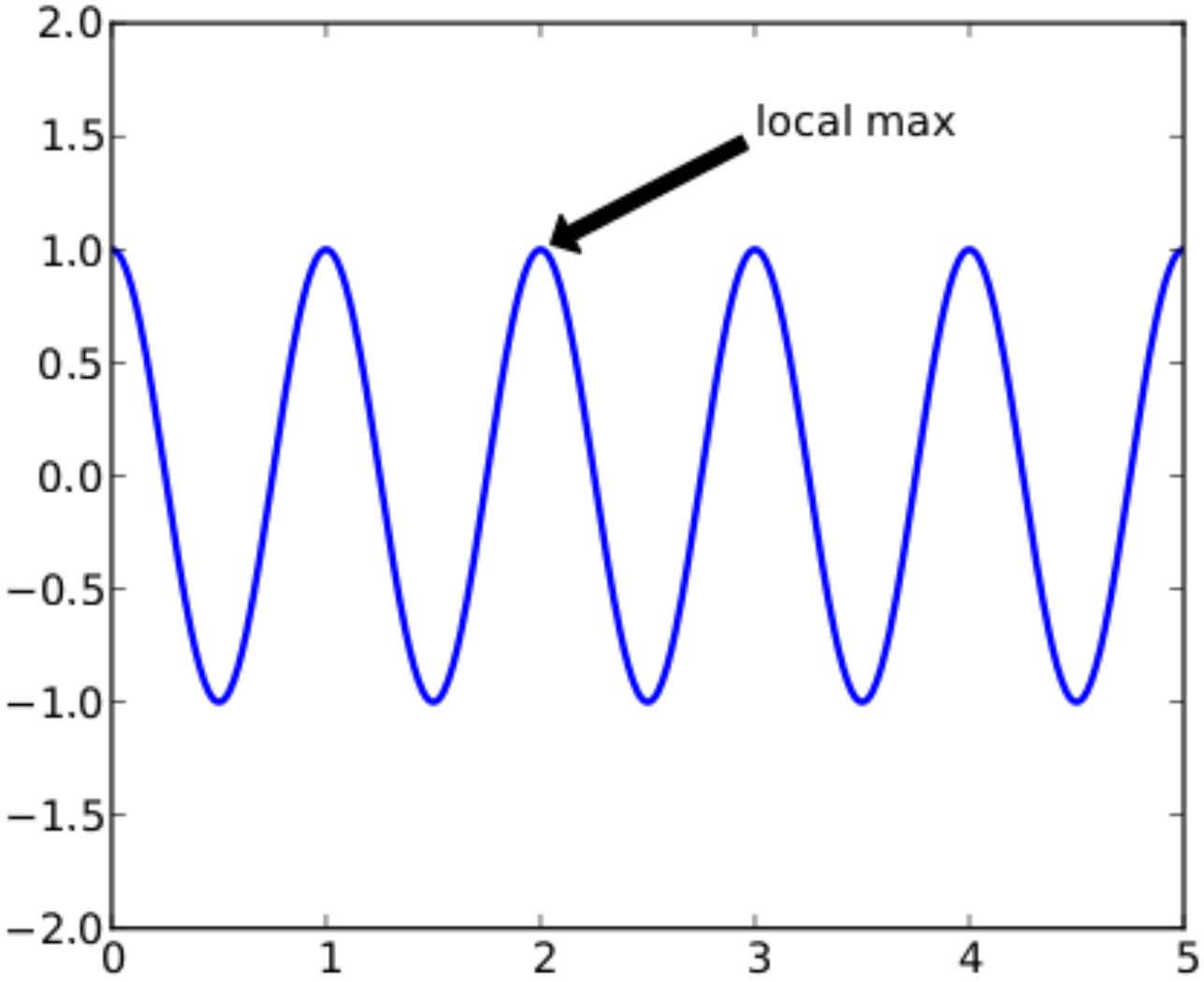
```
mu, sigma = 100, 15
x = mu + sigma * np.random.randn(10000)
n, bins, patches = plt.hist(x, 50, normed=1, facecolor='g',
alpha=0.75)

plt.xlabel('Smarts')
plt.ylabel('Probability')
plt.title('Histogram of IQ')
plt.text(60, .025, r'$\mu=100,\ \sigma=15$')
plt.axis([40, 160, 0, 0.03])
plt.grid(True)
```

Подписи на графике

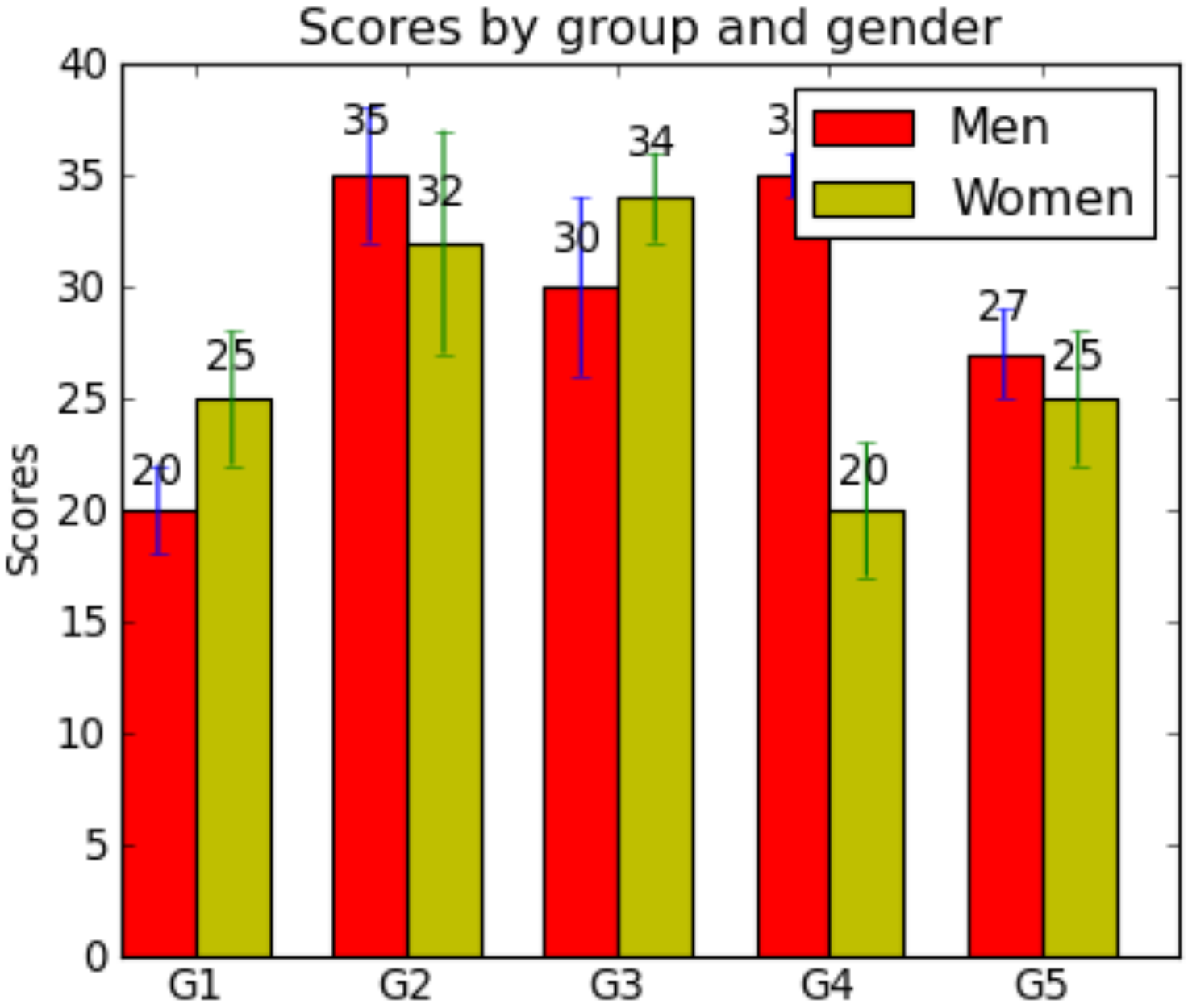


Подписи на графике

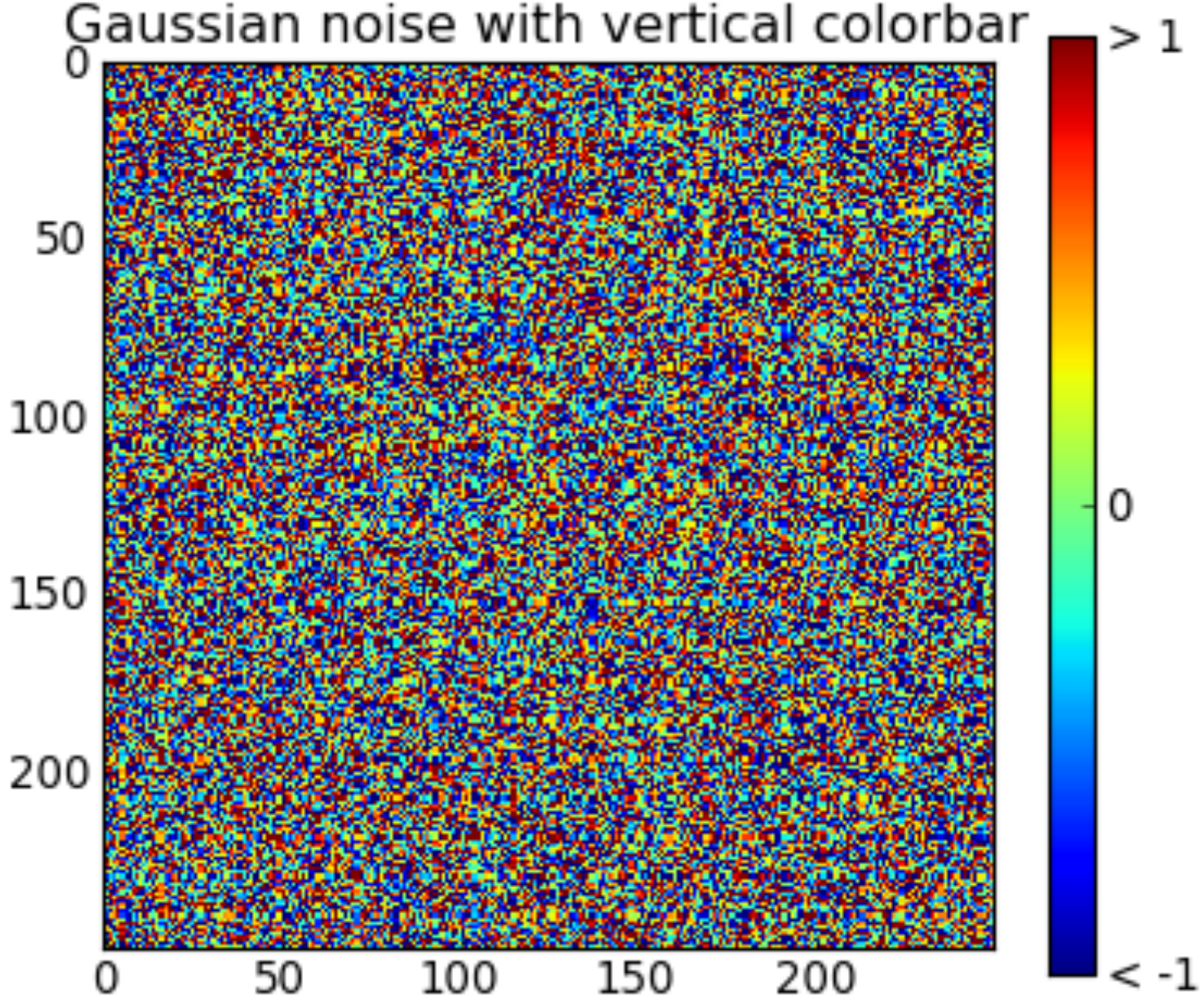
plt.annotate('local max', xy=(2, 1), xytext=(3, 1.5),
arrowprops=dict(facecolor='black', shrink=0.05),)



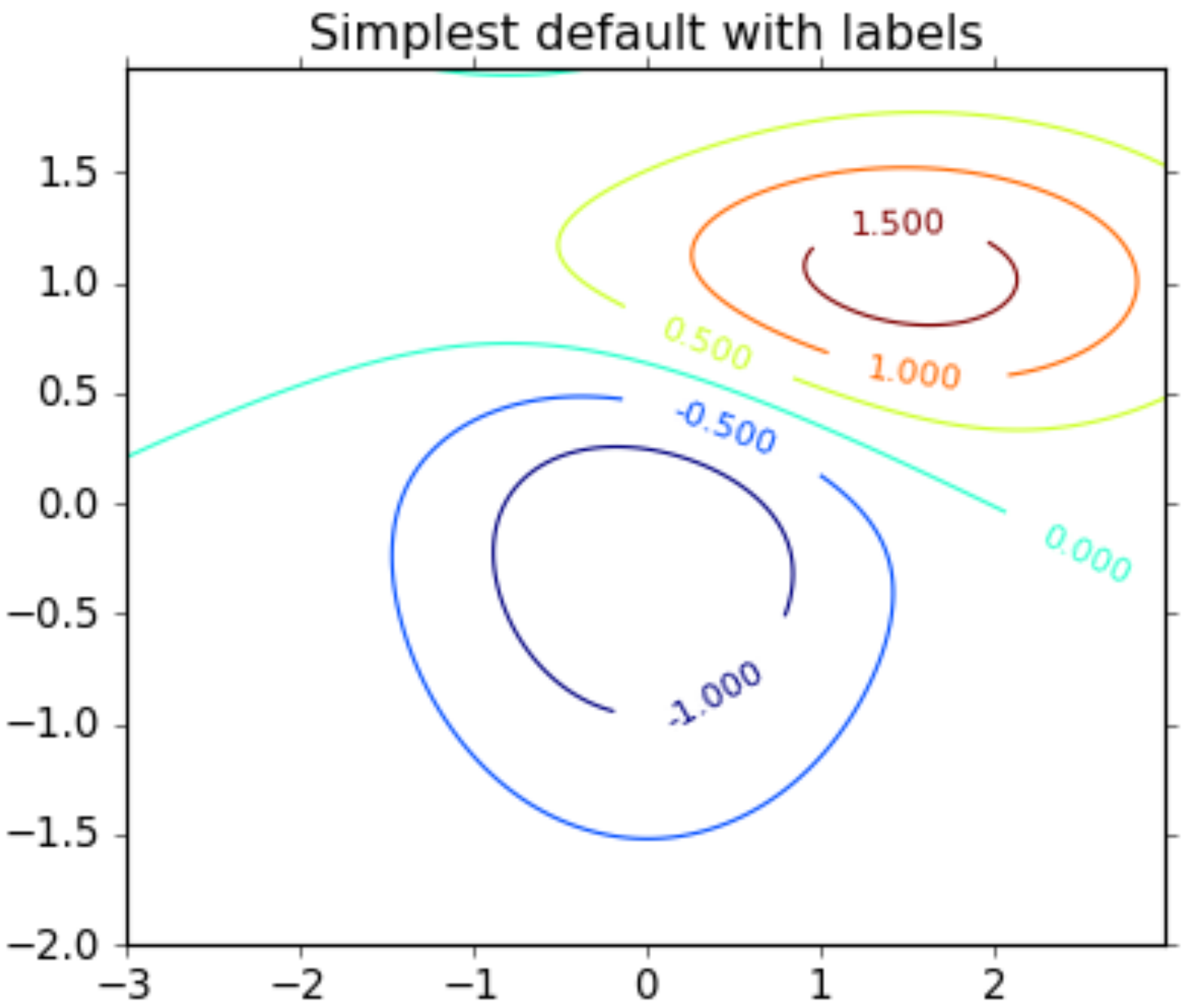
Гистограммы



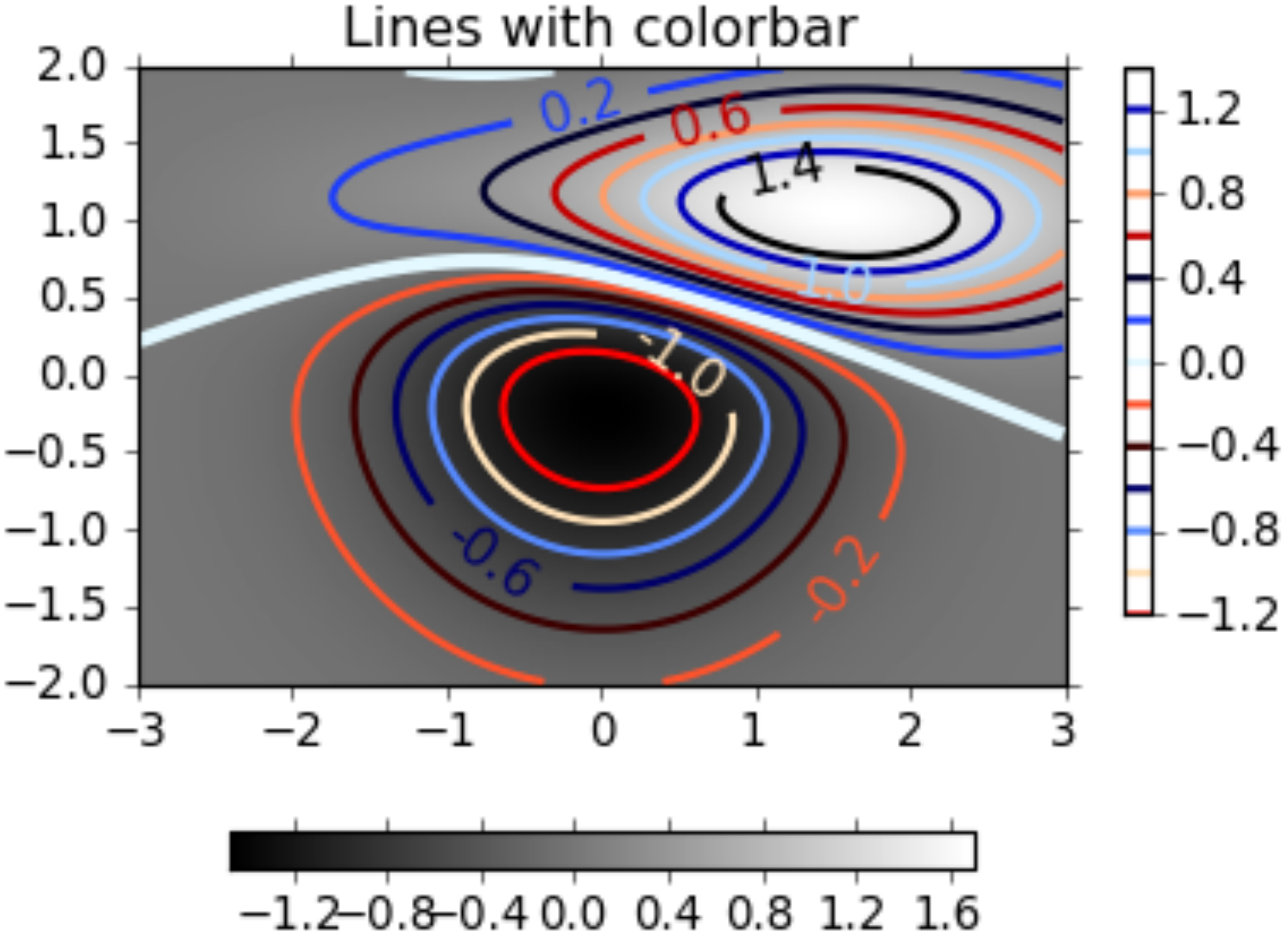
Двумерный гауссовский шум



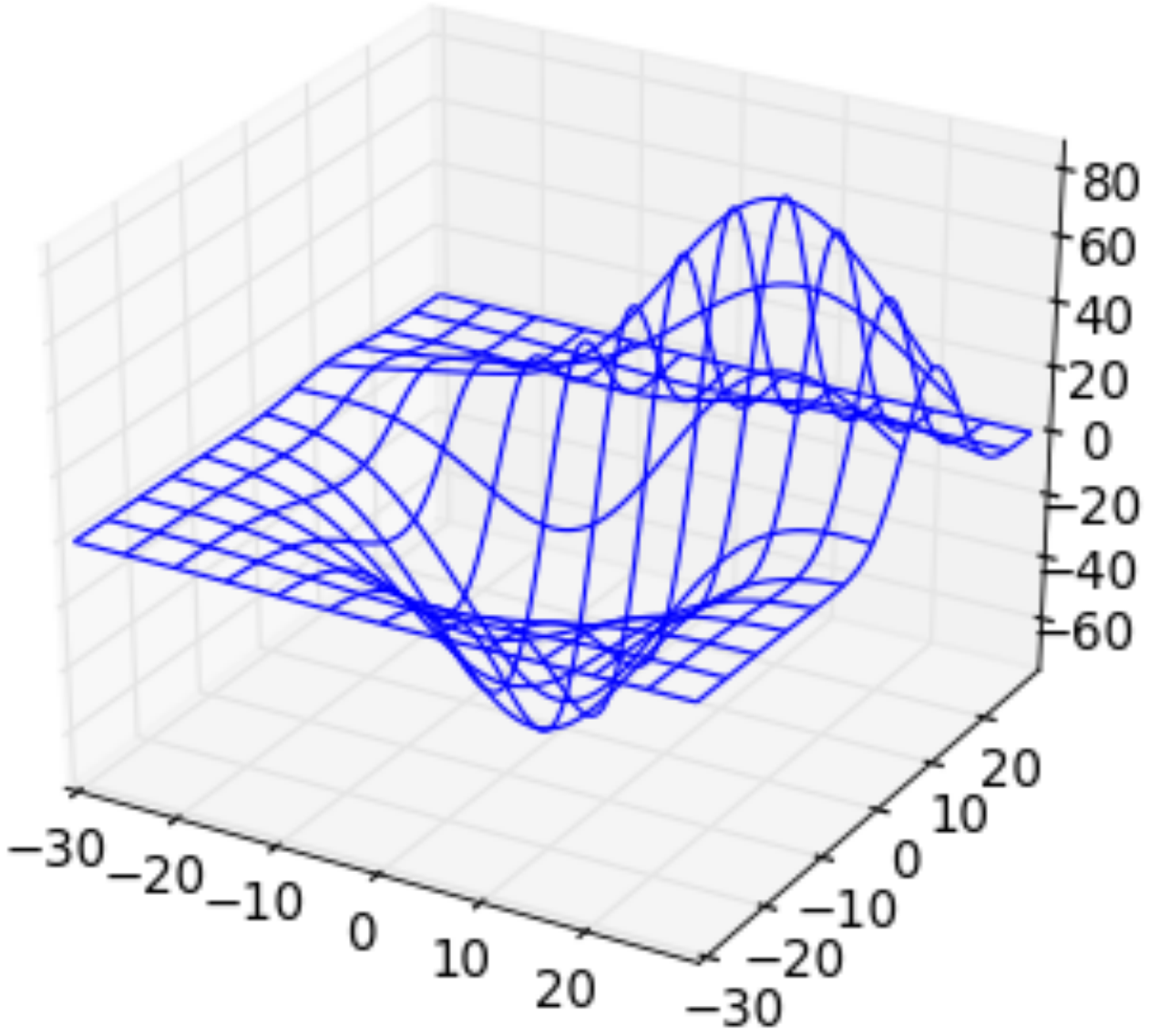
Контуры


Simplest default with labels
1.5
1.0
0.5
0.0
−0.5
−1.0
−1.5
−2.0
−3
−2
−1
0
1
2
1.500
1.000
0.500
0.000
-0.500
-1.000

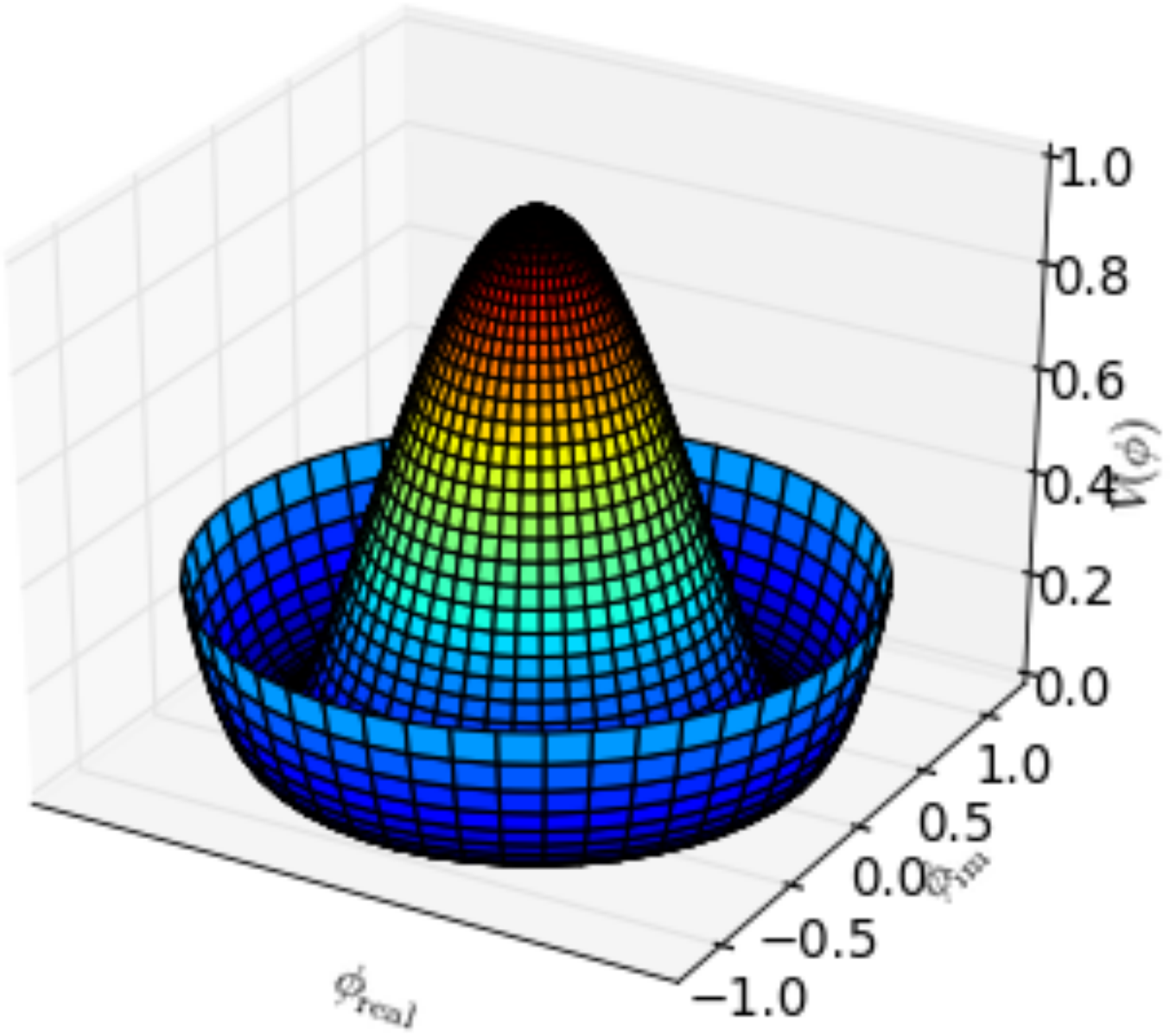
Контуры


Lines with colorbar
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
−0.5
−1.0
−1.5
−2.0
−3
−2
−1
0
1
2
3
0.2
0.6
1.4
1.0
-1.0
-0.6
-0.2
1.2
0.8
0.4
0.0
−0.4
−0.8
−1.2
−1.2
−0.8
−0.4
0.0
0.4
0.8
1.2
1.6

3D графики



3D графики



Python Imaging Library

```
>>> import Image
>>> im = Image.open("lena.ppm")
>>> print im.format, im.size, im.mode
PPM (512, 512) RGB
>>> im.show()
```

Для вызова этого метода необходима утилита xv

Открытие и сохранение изображений

- open(infile) – чтение изображения с диска, формат разпознается по содержимому файла
- save(outfile [,format])

```
import os, sys, Image
for infile in sys.argv[1:]:
    f, e = os.path.splitext(infile)
    outfile = f + ".jpg"
    if infile != outfile:
        try:
            Image.open(infile).save(outfile)
        except IOError:
            print "cannot convert", infile
```

Создание превьюшек

```
import os, sys import Image
size = 128, 128
for infile in sys.argv[1:]:
        outfile = os.path.splitext(infile)[0] + ".thumbnail"
        if infile != outfile:
            try:
                im = Image.open(infile) im.thumbnail(size)
im.save(outfile, "JPEG")
            except IOError:
                print "cannot create thumbnail for", infile
```

Преобразования изображений

- Вырезка

  box = (100, 100, 400, 400)

  region = im.crop(box)

- Вставка

  region = region.transpose(Image.ROTATE_180)

  im.paste(region, box)

- Разделение по цветовым компонентам

  r, g, b = im.split()
  im = Image.merge("RGB", (b, g, r))

Преобразования изображений

- Изменение размера
  out = im.resize((128, 128))
- Поворот и отражение

out = im.transpose(Image.FLIP_LEFT_RIGHT)

out = im.transpose(Image.FLIP_TOP_BOTTOM)

out = im.transpose(Image.ROTATE_90)
out = im.transpose(Image.ROTATE_180)
out = im.transpose(Image.ROTATE_270)

- Произвольный поворот

out = im.rotate(45) # degrees counter-clockwise

Фильтры изображений

```
im1 = im.filter(ImageFilter.BLUR)
# BLUR CONTOUR DETAIL EDGE_ENHANCE
#FIND_EDGES SMOOTH SHARPEN
enh = ImageEnhance.Contrast(im)
enh.enhance(1.3).show("30% more contrast")
```

Поточечные операции

```
source = im.split()

R, G, B = 0, 1, 2

# select regions where red is less than 100

mask = source[R].point(lambda i: i < 100 and 255)

# process the green band

out = source[G].point(lambda i: i * 0.7)

# paste the processed band back, but only where red was < 100

source[G].paste(out, None, mask)

# build a new multiband image

im = Image.merge(im.mode, source)
```

Анимация

```
im = Image.open("animation.gif")
im.seek(1) # skip to the second frame
try:
  while 1:
      im.seek(im.tell()+1)
      # do something to im
except EOFError:
      pass # end of sequence
```