Введение в машинное обучение

Введение в язык программирования

Питон (Python)

Александр Дьяконов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Python

«Питон» или «пайтон»
в честь комедийных серий BBC «Летающий цирк Монти-Пайтона»

Создатель голландец Гвидо ван Россум (Guido van Rossum), 1991 г.

Особенности

- интерпретируемый
- объектно-ориентированный
- высокоуровневый язык
- встроенные высокоуровневые структуры данных
- динамическая типизация
- синтаксис прост в изучении
- поддержка модулей и пакетов (МНОГО бесплатных библиотек)
- универсальный
- интеграция с другими языками (C, C++, Java)

Важно для нас

- **Прост в освоении**

  рекомендуют и используют как первый язык программирования

- **Короткие конструкции**

  программы пишутся быстро и легко читаются

- **Есть хорошие библиотеки для ML**

  numpy, scipy, scikit-learn, pandas, matplotlib + обёртки для библиотек DL

Дальше

Быстрый и более-менее полный обзор

Задача: не сильно напрягаясь понять, что есть

ДЗ Проработать все синтаксически конструкции, написать мини-программы (по выбору), пройти тест (на сайте)

Ветки (несовмесимые) языка:

- **Python 2.x**
- **Python 3.x**

Здесь – 3.x (с указанием особенностей в 2.x, слушайте лектора!)

Поддерживаемые парадигмы:

- **императивное (процедурный, структурный, модульный подходы) программирование**
- **объектно-ориентированное программирование**
- **функциональное программирование**

PEP8 https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/

стилистические рекомендации по оформлению кода

- **отступ – 4 пробела**
- **длина строки < 80 символов**
- **переменные:** `var_recommended`
- **константы:** `CONST_RECOMMENDED`
- **...**

```
import this
```

The Zen of Python, by Tim Peters

- Beautiful is better than ugly.
- Explicit is better than implicit.
- Simple is better than complex.
- Complex is better than complicated.
- Flat is better than nested.
- Sparse is better than dense.
- Readability counts.
- Special cases aren't special enough to break the rules.
- Although practicality beats purity.
- Errors should never pass silently.
- Unless explicitly silenced.
- In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.
- There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.
- Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.
- Now is better than never.
- Although never is often better than *right* now.
- If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.
- If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.
- Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!

Основы Python: условный оператор, функция

```
# функция
def sgn(x):
    """
    функция 'знак числа'
    +1 - для положительного аргумента
    -1 - для отрицательного аргумента
    0 - для нуля
    Пример: sgn(-2.1) = -1
    """
    # if - условный оператор
    if x > 0:
        a = +1
    elif x < 0:
        a = -1
    else:
        a = 0
    return a

sgn(2.1), sgn(0), sgn(-2)
(1, 0, -1)

"nonzero" if x != 0 else "zero" # другой вариант условного оператора
```

многострочных комментариев нет – часто используются строки

но важны отступы (4 пробела) нет операторных скобок и end

обратите внимание на двоеточие

после return скобки не обязательны

для помощи – `help (sgn)` выведется оранжевый текст

Основы Python: цикл for, вывод

```
# for - цикл
for i in range(1, 4):
    s = ""
    for j in range(1, 4):
        s += ("%i " % (i * j))
        #print ("%i" % (i*j),)
    print (s)
```

```
1 2 3
2 4 6
3 6 9
```

```
# можно много по чему итерироваться
for i in [10, 20]:
    for j in 'ab':
        print (i, j)
```

```
(10, 'a')
(10, 'b')
(20, 'a')
(20, 'b')
```

range – это итератор (см. дальше)

после «:» должно быть 4 пробела

«+» – конкатенация строк (см. дальше)

нет явного счётчика (см. дальше)

как и ожидается, есть

continue

break

Интересно: есть и такие сокращения операций (работают с числами)

«+=» «-=» «*=» «/=»

Основы Python: цикл while, ввод

```
# while - цикл

s = input("Введите строку:")

while s: # s != "":
    print (s)
    s = s[1:-1]
```

```
Введите строку:12345
12345
234
3
```

input – **ввод именно строки**

(в Python3 !)

[1:-1] – **«слайсинг»:**

без первой и последней букв

(см. дальше)

Нет цикла с постусловием!

Пример решения задачи на Python

```
import math

def primes(N):
    """Возвращает все простые от 2 до N"""
    sieve = set(range(2, N))
    for i in range(2, round(math.sqrt(N))):
        if i in sieve:
            sieve -= set(range(2 * i, N, i))
    return sieve

primes(20)
```

```
{2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19}
```

Вывести простые числа

Здесь задействован тип «множество» (см. дальше)

Можно переносить строки с помощью «\», иногда просто переносить

```
x = 1 + 2 + 3 + 4 +\
5 + 6 + 7 + 8
```

```
x = (1 + 2 + 3 + 4 +
5 + 6 + 7 + 8)
```

Где один пробел – можно много

Запуск Python-кода

1) интерпретатор

2) `python test.py`

3) Jupyter notebook

Filter output as discrete convolution

The discrete convolution of infinite sequences x_n and h_n is defined as

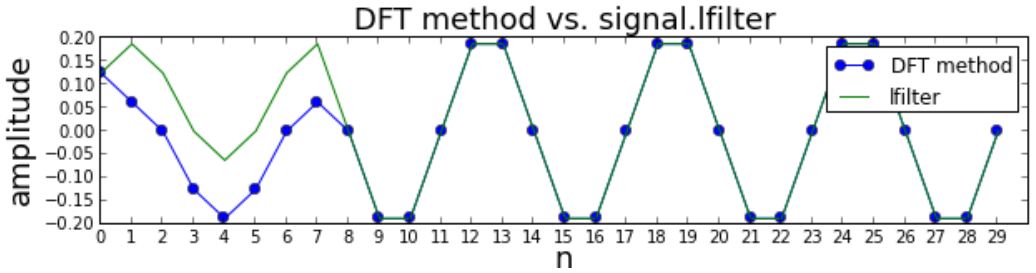
$$y_n = \sum_{k \in \mathbb{Z}} x_k^* h_{n-k}$$

where the asterisk superscript denotes complex conjugation. If we have a finite filter length of M ($h_n = 0, \forall n \notin \{0, 1, \ldots, M-1\}$), then the filter output reduces to

$$y_n = \sum_{k=0}^{M-1} h_k x_{n-k}$$

Note this is closely related to but not the same as the circular convolution we have already discussed because there is no wrap-around. However, because it is very efficient to compute this using a DFT, we need to relate these two versions of convolution.

In [4]:
```
h=ones(ma_length)/ma_length # filter sequence
yc=fft.ifft(fft.fft(h,len(x)+len(h)-1)*np.conj(fft.fft(x,len(x)+len(h)-1))).real

fig,ax=subplots()
fig.set_size_inches((10,2))
ax.plot(n,yc[ma_length-1:],'o-',label='DFT method')
ax.plot(n,y,label='lfilter')
ax.set_title('DFT method vs. signal.lfilter',fontsize=18)
ax.set_xlabel('n',fontsize=18)
ax.set_ylabel('amplitude',fontsize=18)
ax.legend(loc=0)
ax.set_xticks(n);

# fig.savefig('figure_00@.png', bbox_inches='tight', dpi=300)
```



Jupyter notebook

```
In [31]: [1, 2, 3]
Out[31]: [1, 2, 3]

In [32]: _[0] # предыдущая ячейка
Out[32]: 1

In [33]: sum(__) # пред-предыдущая ячейка
Out[33]: 6

In [35]: Out[31] # конкретная ячейка
Out[35]: [1, 2, 3]

In [38]: pwd # unix-dos-команды
Out[38]: u'C:\\tmp\\notebooks'
```

возможность программировать (и проводить эксперименты) в браузере

Булева логика

```
x, y = True, False # так можно

print (x and y)
print (x or y)
print (not y)
print (x and y)
print ((1 == 2) | (2 == 2))
print ((1 < 2) | (2 != 2))

False
True
True
False
True
False


# приведение типов
print (bool('True') == bool(1))
True
```

```
print (1 < 2 < 3 < 4)
print (1 < 3 < 3 < 4)
True
False
```

Можно использовать такие «сложные условия»

```
x = 4
if 3 < x < 5: # можно без скобок
    print ('четыре')
четыре

if 3 < x and x < 5:
    print ('четыре')
четыре

# проверка списка на пустоту
if not lst:
    ...
```

объект `False`**, если он пуст**

Числа

```
print (2 ** 1000) # Python3
print (2L ** 1000) # Python2
```

```
10715086071862673209484250490600018105614048117055336074437503
88370351051124936122493198378815695858127594672917553146825187
14528569231404359845775746985748039345677748242309854210746050
62371141877954182153046474983581941267398767559165543946077062
91457119647768654216766042983165262438683720566806937 6
```

```
print (type(1))
print (type(1.0))
print (type(int(1.0))) # преобразование типов
print (type(-1.2+3.7j + 5))
print (type(None))
```

```
<class 'int'>
<class 'float'>
<class 'int'>
<class 'complex'>
NoneType
```

- int – **целые**
- long – **произвольная точность** (нет в Python 3)
- float
- complex

В Python2 операция деление целых целочисленное

В Python 3 результат уже более предсказуемый

```
print(10 // 3) # Python 3 - деление нацело
print(10 % 3) # остаток
from __future__ import division
print(10 / 3) # в Python 2 - нацело
```

```
3
1
3.3333333333333335
```

Строка

в Python3 – неизменяемы массив символов Юникода

«рекурсивная структура данных» – каждый символ объект типа str длины 1 нет понятия символ (это одноэлементная строка)

```
# задание одной и той же строки
s1 = "string"
s2 = 'string'
s3 = """string"""
s4 = 'st' 'rin' 'g' # будет склейка (аналогично +)
s5 = 'st' + 'rin' + 'g'

s = u'\u043f\u0440\u0438\u0432\u0435\u0442' # можно убрать u
print(s)
```

```
привет
```

Строки

```
s5 = """раз
два\nтри"""
print(s5)
```

```
раз
два
три
```

```
s4 = '\1\2'
s5 = r'\1\2'
print (s4, '--', s5)
```

```
 -- \1\2
```

Потом в списках типичная ошибка – пропуск запятой

```
lst = ['Петя',
       'Маша'
       'Вася'
      ]
print (lst)
```

```
['Петя', 'МашаВася']
```

Операции над строками

```
print ('A' + 'B') # конкатенация
```

```
AB
```

```
print ('A' * 3) # повтор
```

```
AAA
```

```
# например
s = 'one'
s += 'two'
s *= 3
print(s)
```

```
onetwoonetwoonetwo
```

Форматирование строк – четыре способа

```
print ('Привет, %s' % name)

print ('Привет, {}'.format(name))

# форматированные строковые литералы (Formatted String Literals)
print (f'Привет, {name}')

# шаблонные строки
from string import Template
print (Template('Привет, $name').substitute(name=name))
```

Пример второго форматирования

```
# разные форматы чисел
print ("int - {0:d}, hex - {0:x}, bin - {0:b}".format(12))
int - 12, hex - c, bin - 1100

# можно именовать аргументы и использовать индексы
print ("x={0[0]}, y={0[1]}, z={z}".format([1,2], 3, z=4))
x=1, y=2, z=4
```

Строки: форматирование todo

```
# форматирование
print('%010.3g' % (1 / 3))
print('%+10.4g' % (1 / 3))
print('%-10.5g' % (1 / 3))
print('%-10.5e' % (1 / 3))
```

```
000000.333
   +0.3333
0.33333
3.33333e-01
```

```
# вывод в блоке одной длины
print ("{:~^10}".format("a"))
print ("{:~^10}".format("aaa"))
print ("{:~^10}".format("aaaaa"))
```

```
~~~~a~~~~~
~~~aaa~~~~
~~aaaaa~~~
```

```
# другой способ форматирования (более гибкий)
print("a={:0.4e}, b={:+2.3f}, c={}".format(1 / 3, 1 / 7, 1 / 11))
print("a={:>5s}, b={:%}, c={:06.2f}".format('one' , 1 / 7, 1 /
11))
```

```
a=3.3333e-01, b=+0.143, c=0.09090909090909091
a=  one, b=14.285714%, c=000.09
```

Строки: операции

```
s = 'one,one'

s.count('on') # подсчёт вхождения подстроки
2
s.find('on') # поиск подстроки (есть ещё index - с исключениями)
0
s.rfind('on') # поиск последней подстроки (последнее вхождение)
4
s.isalpha() # только буквы
False
s.islower() # только строчные / isupper / istitle / isspace
True
s.isdigit() # число
False
s.isalnum() # только буквы и цифры
False
s.replace('on','off') # замена подстрок
offe,offe
s.translate({ord('o'): 'a', ord('n'): 'b'}) #множеств.замена симв.
abe,abe
```

Строки: операции

```
'   12  '.strip() # del 1-ых и lst-их пробелов,ещё: lstrip, rstrip
12
s.upper() # в верхний регистр + lower
ONE,ONE
s.capitalize() # первую букву в верхний регистр, ост. - в нижний
One,One
'file.txt'.endswith('.exe') # startswith
False
s.rpartition(',') # расщепление по разделителю
('one', ',', 'one')


# вхождение подстроки (проверка, а не поиск)
s = "one,two,three"

'on' in s
True

'ab' not in s
True
```

Строки: операции

```
s = 'one,two,three'
s2 = s.split(',') # расщепление в список
print (s, s2)
one,two,three ['one', 'two', 'three']

print (";".join(s2)) # объединение через разделитель
one;two;three

# выравнивание в блоке фиксированной длины
s = 'my string'
print (s.ljust(13, ' '))
print (s.center(13, '-'))
print (s.rjust(13)) # пробел можно не указывать

my string
--my string--
    my string
```

Строки: индексация (дальше: как в списках)

```
s = 'string'
print (s[0], s[:3], s[-2:])
s str ng
```

Байты

```
x = b"\00\01\10"
x
b'\x00\x01\x08'

s = "строка"
s.encode("utf-8")
b'\xd1\x81\xd1\x82\xd1\x80\xd0\xbe\xd0\xba\xd0\xb0'

x = b'\xd1\x81\xd1\x82\xd1\x80\xd0\xbe\xd0\xba\xd0\xb0'
x.decode("utf-8")
'строка'
```

Кодировки

Стандарт Unicode:

для каждого символа есть

1) идентификатор символа – его кодовая позиция

U+0041 для A

2) его байтовое представление – зависит от кодировки

\x41 в UTF8 и \x41\x00 в UTF-16LE

В Win часто файлы создаются в кодировке `cp1252`

В начале файла – `# coding: cp1252`

В Unix – `UTF8` **(она и в Python 3 по умолчанию)**

`BOM = byte-order mark` **(маркер порядка байтов = порядок принятый в процессоре Intel)**

Всегда явно указывать кодировку!

(при открытии-закрытии файлов)

Список (list)

изменяемый динамический массив

Простейший и удобный контейнер – для хранения перечня объектов (а в питоне всё – объект)

контейнер для разнородных элементов

```
s = [1, 'string', [1,2,3], True]

s[1]
'string'

s[2][0]
1
```

списки могут быть вложенные

```
a = [1, 2, 3]
b = [4, 5, 6]
lst = [1, [a, b]]

lst[1][0][2]
3
```

Список (list): задание

Для начала, простой вариант – перечень чисел

```
[1, 2, 3] # список

[x for x in range(3)] # потом узнаем о ...
[0, 1, 2]

# преобразование типов
list(range(3)) # из генератора

[0, 1, 2]

list(u'строка') # из строки
['с', 'т', 'р', 'о', 'к', 'а']

list({1, 3, 1, 2}) # из множества
[1, 2, 3]

list((1, 1, 2)) # из кортежа
# меньше скобок нельзя
[1, 1, 2]
```

Задаётся с помощью квадратных скобок

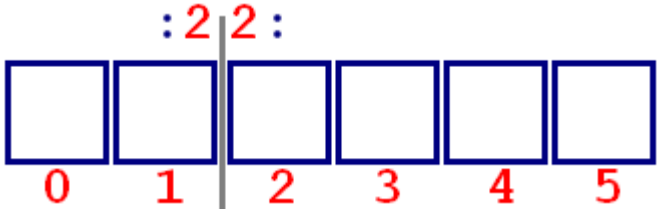
[] – пустой список

Можно преобразовывать из других объектов

Индексация, нарезка (slicing)

для списков, строк и т.д.

```
s = [0, 1, 2, 3, 4, 5]

s[2] # третий! элемент
2

s[:2] # первые два элемента
[0, 1]

s[2:] # после второго
[2, 3, 4, 5]

s[:-2] # без двух элементов
[0, 1, 2, 3]

s[-2:] # последние два
[4, 5]

s[0:4:2] # от : до : шаг
[0, 2]
```



Нумерация с нуля

Индексация слева и справа

Схема (от : до : шаг)

```
s[::3] # все через шаг
[0, 3]

s[::-1] # в обратном порядке
[5, 4, 3, 2, 1, 0]
```

Индексация: нетривиальности

```
s = [0, 1, 2, 3, 4, 5]

s[0:0] = [-2, -1] # добавление слева
[-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5]

s[-1:0] = [0.1, 0.2] # добавление справа
[-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 0.1, 0.2, 5]
```

«Именованные срезы»

```
person = ["Иван", "Иванов", 22, "мая", 2001]
NAME, BIRTHDAY = slice(2), slice(2, None)
print(person[NAME], person[BIRTHDAY]) # вместо :2 и 2:

['Иван', 'Иванов'] [22, 'мая', 2001]
```

Очистка списка

```
# можно так
lst = [1, 2, 3]
del lst[:]
print (lst)
```

```
[]
```

```
# Python 3
lst = [1, 2, 3]
lst.clear()
print (lst)
```

```
[]
```

Список (list): операции

```
s = [1, 2, 3] # это список

len(s) # длина списка!
3

max(s) # максимальный элемент
3

2 in s # принадлежность списку
True

s + s # конкатенация
# создаётся новый список!
[1, 2, 3, 1, 2, 3]

s * 2 # "удвоение"
[1, 2, 3, 1, 2, 3]

del s[1] # удаление элемента
s
[2, 3]
```

```
s[0] = 100  # присваивание значения
s
[100, 3]

# сравнение (лексикографический порядок)
print([1, 2] < [1, 3])
print([1, 2] < [1, 2, 1])
print([2] < [1, 3])
True
True
False

l = [1, 2, 3, 4, 5]
l[2:5] = 100 # не работает
l[2:5] = [100] # Работает!
```

Есть естественные функции: максимум, минимум, сумма

Список (list): операции

```
s = [4] * 3 # [4, 4, 4]
# удаление первого вхождения элемента
s.remove(4)
                                    [4, 4]
# добавление элемента
s.append(2)
                                 [4, 4, 2]
# добавление последовательности
s.extend([3, 3])
                              [4, 4, 2, 3, 3]
# сколько элементов
s.count(4)
                                         2
# индекс элемента (первое вхождение),
если не входит - исключение ValueError
s.index(2)
                                         2
# инверсирование
s.reverse()# или s = s[::-1])
                              [3, 3, 2, 4, 4]
s.sort() # сортировка
                              [2, 3, 3, 4, 4]
```

```
# вырезает элемент (по индексу)
pop() - последний
s.pop(1)
                            3, [2, 3, 4, 4]
# вставка элемента
s.insert(0, 1)
                            [1, 2, 3, 4, 4]
# вставка элемента
s.insert(-1, 5)
                         [1, 2, 3, 4, 5, 4]
# вставка элементов
s[-4:] = [0]*4
                         [1, 2, 0, 0, 0, 0]
# удаление элементов
del s[-3:]
                                 [1, 2, 0]
```

Здесь не всегда показаны возвращаемые функциями значения, а просто текущий список!

Тонкости питона: копирование

```
x = [[0]]*2 # делаем список
```

```
[[0], [0]]
```

```
x[0][0] = 1 # меняем один элемент
# ... а поменялись оба
```

```
[[1], [1]]
```

```
id(x[0]), id(x[1])
```

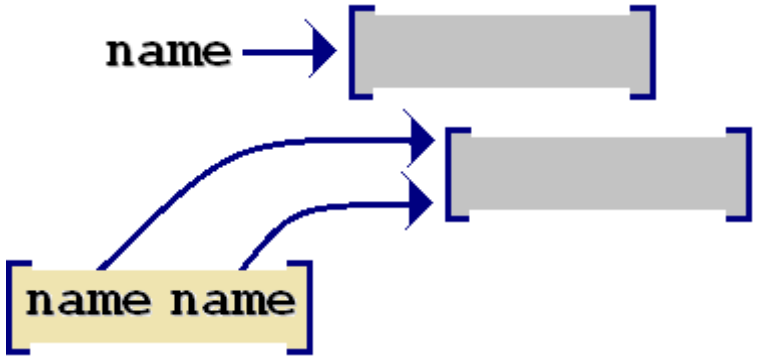
```
(72882632, 72882632)
```

```
x = x + x
x[0][0] = 2 # такой же эффект
```

```
[[2], [2], [2], [2]]
```

При операции * не происходит копирования списка!

id – идентификатор объекта (уникален)




```
[[0] for x in range(2)] # можно так!

# но так снова плохо...
b = [0]
a = [b for x in range(2)]
```

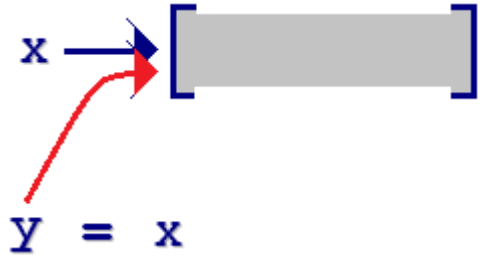
Тонкости питона: копирование

Как быть – копирование (поверхностное)

```
from copy import copy
x = [copy([0]) for i in range(2)]
x[0][0] = 1
```

```
[[1], [0]]
```

При присваивании просто создаётся ссылка на объект



Способы копирования списка:

```
new_list = old_list[:]

new_list = list(old_list) # аналогично dict, set

import copy
new_list = copy.copy(old_list)
```

Тонкости питона: копирование

Копирование не всегда помогает, выручает глубокое копирование (частично ;)

```
from copy import copy

a = 1
b = [a, a]
c = [b, b]
c2 = copy(c)
c2[0][0] = 0

print (c)
print (c2)
```

```
[[0, 1], [0, 1]]
[[0, 1], [0, 1]]
```

```
from copy import deepcopy

a = 1
b = [a, a]
c = [b, b]
c2 = deepcopy(c)
c2[0][0] = 0

print (c)
print (c2)
```

```
[[1, 1], [1, 1]]
[[0, 1], [0, 1]]
```

Кортеж (tuple): присваивание через кортеж

Кортеж – «неизменяемый список», вместо [ ] будут () или ничего

```
a, b, c = 1, 2, 3 # a это кортеж!
print (a, b, c)
(1, 2, 3)

(x, y), (z, t) = [1, 2], [3, 4]
print (x, y, z, t)
(1, 2, 3, 4)

# сработает последнее присваивание
x, (x, x) = 1, (2, 3)
print (x)
3

a, b = 1, 2
a, b = b, a # присваивание кортежей
```

При инициализации переменных часто бывают такие конструкции

Переменные могут обменяться значениями без использования ещё одной переменной

Кстати, о присваивании… допустимы такие конструкции

```
i = j = k = 1
```

Кортеж (tuple): задание

```
# разные способы задания кортежа
a = 1, 2, 3
a = (1, 2, 3)
a = tuple((1, 2, 3))
```

```
# пустой кортеж
a = () # раньше (,)
a
()
```

```
x = (2,) # одноэлементный кортеж
print (x)
[y] = x # элемент этого кортежа
y
(2,)
2
```

Неизменяемый тип

Контейнер

Может содержать объекты разных типов

```
# итерация по кортежу и его вывод
for x in a:
    print (x)
1
2
3
```

Кортеж (tuple): операции

всё аналогично спискам

```
x = (1, 2)
y = (3, 4)
x + y # конкатенация
(1, 2, 3, 4)
```

Кортеж неизменяем, но…

```
a = (1, 2, [1, 2])
a[-1].append(3)
a

(1, 2, [1, 2, 3])
```

это три неизменяемые ссылки,

третья – на объект, который имеет метод `append`

Словарь (dict)

ассоциативный массив (associative array), ассоциативными хеш-таблицами (hashmap), поисковая та-блица(lookup table)

контейнер для хранения данных вида (key, value), порядок не важен

(в Python >= 3.6 он всё-таки автоматически выдерживается)

ключ – любой хешируемый тип

(есть hash-значение, которое не меняется)

Может содержать разные объекты (разных типов)

Словарь (dict)

```
dct = {'a': 1, 'b': 2} # словарь
{'b': 2, 'a': 1}

dct = dict(a=1, b=2) # другой способ
{'b': 2, 'a': 1}

# добавление к словарю
dct = dict(dct, a=3, d=2)
{'d': 2, 'a': 3, 'b': 2}

# преобразование из списка
dct = dict([('a', 1), ('b', 2)])
{'b': 2, 'a': 1}


dct['a'] # обращение по ключу (если нет - исключение KeyError)
1

# обращение по ключу со значением по умолчанию (когда ключ не найден)
dct.get('c', 0)
0
```

```
# проверка не-вхождения
'a' not in dct
False

del dct['a'] # удаление по ключу
dct
{'b': 2}

dct.keys() # ключи
dict_keys(['b', 'a'])

dct.values() # значения
dict_values([2, 1])

dct.items() # пары (ключ, значение)
dict_items([('b', 2), ('a', 1)])
```

обратите внимание на использование `dict`

Словарь (dict)

```
d = dict(a=True, b="02", c=[1, 2, 3])
{'c': [1, 2, 3], 'b': '02', 'a': True}

# попытка добавить значение, если нет
d.setdefault('c', 100.0)
d.setdefault('d', 100.0)
{'c': [1, 2, 3], 'd': 100.0, 'b':
'02', 'a': True}


# дабавить ещё значений
d.update(e=1, f=2)
{'c': [1, 2, 3], 'd': 100.0, 'b':
'02', 'f': 2, 'a': True, 'e': 1}
```

Стандартное присваивание значений элементам такое:

```
d['a'] = 100.0
```

setdefault – не трогает уже существующие значения

```
d.update([('e', 3), ('f', 4)])
# добавить ещё значений - старые
значения заменятся на новые
print ('c = ', d.pop('c')) #
возвращаем значение и удаляем его
из словаря
c =  [1, 2, 3]
print (d)
{'d': 100.0, 'b': '02', 'f': 4,
'a': True, 'e': 3}

class MyDict(dict):
    # значение по умолчанию
    def __missing__(self, key):
        self[key] = rv = []
        return rv


x = MyDict()
x['b'] = 1
x['a']
print (x)
{'b': 1, 'a': []}
```

Итерации по словарю

```
dct = {'a': 1, 'b': 2}
dct[0] = 5

# цикл по парам
for key, val in dct.items():
    print (key, val)
```
```
b 2
0 5
a 1
```
```
# цикл по ключам словаря
for key in dct: # dct.keys()
    print (key, dct[key])
```
```
b 2
0 5
a 1
```
```
# цикл по значениям словаря
for val in dct.values():
    print (val)
```
```
2
5
1
```

Ключ не обязательно строка, м.б. число (главное, что должен хэшироваться)

```
print ('длина словаря = %i' %
len(dct)) # количество пар в словаре
```
```
длина словаря = 3
```
```
d.clear() # удалить все значения
```

Ещё способы задания словаря

```
# словарь со значением по умолчанию
dict.fromkeys("abc", True)
```

```
{'a': True, 'b': True, 'c': True}
```

```
# преобразование типов
a = ['a', 'b', 'c']
b = [1, 2, 3]
dict(zip(a, b)) # см. потом про zip
```

```
{'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
```

Задача: объединить два словаря, не портя их

```
dct = {'a':1, 'b':2}
dct2 = {'b':3, 'c':4}

union = {**dct, **dct2} # Python3-
способ
print(union, dct, dct2)
```

```
union = dct.copy() # Python2-способ
union.update(dct2)
print(union, dct, dct2)

# а можно так...
union  = dict(dct, **dct2)
print(union, dct, dct2)
```

```
{'a': 1, 'b': 3, 'c': 4} {'a': 1, 'b': 2} {'c': 4, 'b': 3}
```

Одно из применений словарей – имитация switch

```
def first():
    print ('one')
def second():
    print ('two')
def third():
    print ('three')

x = 2

# плохой способ
if (x == 1):
    first()
elif (x == 2):
    second()
elif (x == 3):
    third()
```

```
# Python-style способ
dct = {1: first, 2: second, 3: third}
dct[x]()
```

Множество (set)

```
s = {'key1', 'key1', 'key2'}
print (s)
{'key1', 'key2'}

'key2' in s
True

# тут "=", а дальше - нет
s = s.union({1, 2})
{1, 2, 'key1', 'key2'}

s.difference({1, 3, 4})
{2, 'key1', 'key2'}

s.add(121) # добавить 1 элемент
{1, 2, 'key1', 'key2', 121}

# добавляем несколько элементов
s.update([122, 123, 121])
{1, 2, 'key2', 'key1', 121, 122, 123}
```

```
s.remove('key1')
# если нет - исключение
# есть ещё discard (без исключений)
{1, 2, 'key2', 121, 122, 123}

# преобразование типов
x = [1, 2, 2]
set(x)
{1, 2}
```

опять: только хэшируемые объекты могут быть элементами множества (числа, строки)

есть ещё `frozenset` – неизменяемое множество

Множество (set): операции

```
a = {1, 2, 3}
b = {2, 3, 4}

#  пересечение
a & b
a.intersection(b) #  2-й способ
{2, 3}

#  объединение
a | b
a.union(b) #  2-й способ
{1, 2, 3, 4}

#  разность
a - b
a.difference(b) #  2-й способ
{1}
```

```
# вложения
a <= b
False
a < b
False
a > b
False
```

Аргументов может быть много

```
x, y, z = {1, 2}, {3}, {1, 3, 4}

set.union(x, y, z)
{1, 2, 3, 4}

set.difference(x, y, z) # x - y - z
{2}
```

Задача: только ли из уникальных элементов состоит список

```
if len(x) == len(set(x)):
    print('List is unique!')
```

Файл (file)

```
f1 = open("file1.txt", "r")
f2 = open("file2.txt", "w",
          encoding="cp1251")
for line in f1.readlines():
    f2.write(line)
f2.close()
f1.close()
```

```
# чтобы не забывать закрывать файлы
with open('tmp.txt') as fin:
    for line in fin:
        # ...
```

Это называется

менеджер контекста

(не надо явно закрывать файл)

Файлоподобные объекты

```
import urllib
f1 = urllib.urlopen("http://python.onego.ru")
```

Функциональное программирование

в ФП вычисление – вычисление значений математических функций, а не последовательность процедур

императивный стиль

```
target = []
# для каждого элемента
# исходного списка
for item in source_list:
    # применить функцию G()
    trans1 = G(item)
    # применить функцию F()
    trans2 = F(trans1)
    # добавить ответ в список
    target.append(trans2)
```

функциональный стиль

```
# языки ФП часто имеют
# встроенную функцию compose()
compose2 = lambda A, B: lambda x: A(B(x))
        target = map(compose2(F, G),
                     source_list)

# list(...) в Python-3
```

«что нужно вычислить, а не как»

Функциональное программирование

- **Есть функции первого класса / высшего порядка**
  (принимают другие функции в качестве аргументов или возвращают другие функции, их можно присваивать и хранить)
- **Рекурсия – основная управляющая структура в программе**
  (нет цикла – он реализован через рекурсию)
- **Обработка списков (например, `print(len([1+1, 1/0]))`)**
- **Запрещение побочных эффектов у функций**
  (чистые функции – зависят только от своих параметров и возвращают только свой результат)
- **Описываем не шаги к цели, а математическую зависимость данные–цель**
  (в идеале, программа - одно выражение с сопутствующими определениями)

Питон – язык с элементами функционального стиля!

Функции первого класса

```
# функции первого класса
def create_adder(x):
    def adder(y): # определяем функцию внутри
        return x + y
    return adder # её же возвращаем

add_10 = create_adder(10)
print (add_10(3))
f = add_10 # та же функция
del add_10 # не удаляет саму функцию
print(f(0))
```

```
13
10
```

```
print(f.__name__)
```

```
adder
```

Интересно здесь также, что эта ф-ия – лексическое замыкание (lexical closure) – помнит значение из лексического контекста: что надо прибавлять именно 3!

Функции – полноправные объекты

могут быть

- **созданы во время выполнения**
- **присвоены переменной**
- **переданы функции в качестве аргументов**
- **возвращены функцией в качестве результата**

Всегда что-то возвращают

по умолчанию `return None`

Функции

операции это тоже функции

```
from operator import add, mul

print(add(2, mul(3, 4)))
14
```

определение функции

```
# delta –необязательный аргумент
# со значением по умолчанию
def inc(n, delta=1):
    return n + delta

# эта же функция (просто другое имя)
myadd = inc

print(inc(20))
print(myadd(30))
21
31
```

```
def f():
    pass

def g():
    """
    помощь
    """
    def h():
        # можно объявлять функцию
        # внутри функции
        print ('h')
    10

print(f(), g())
print(g.__doc__)
help(g)
(None, None)
    помощь
Help on function g in module
__main__:
g()
    помощь
```

Аргументы функций

именованные аргументы

```
def f(x=1, y=2):
    print ('x=%g, y=%g' % (x, y))

f(3, 4)
f(3)
f(y=10, x=20)
f(y=0)
```

```
x=3, y=4
x=3, y=2
x=20, y=10
x=1, y=0
```

сколько угодно аргументов – с помощью «упаковки»

```
def max_min(*args):
    # args - список аргументов
    # в порядке их указания при
    # вызове
    return max(args), min(args)

print (max_min(1, 2, 3, 4, 5))
print (max_min(*[4, 0, 3]))
print (max_min(*(1, 7, 3)))
print (max_min(*{6, 2, 4}))
```

```
(5, 1)
(4, 0)
(7, 1)
(6, 2)
```

возвратить можно только одно значение, но это м.б. кортеж!

Что такое распаковка (в Python 3)

```
first, *other = range(3)
print(first, other)
0 [1, 2]

*a, b, c = range(4)
a, b, c
([0, 1], 2, 3)

for a, *b in [range(3),
range(2)]:
    print(a, b)
0 [1, 2]
0 [1]

[*range(5), 6]
[0, 1, 2, 3, 4, 6]

# инициализация контейнера
d = {'a':1, 'b':2}
d = {**d, 'a':3}
d
{'a': 3, 'b': 2}
```

```
def print_vec(x, y, z):
    print('<%s, %s, %s>' % (x, y, z))

lst = [1, 2, 3]
tpl = (4, 5, 6)
gen = (i*i for i in range(3))

print_vec(*lst)
print_vec(*tpl)
print_vec(*gen)

dct = {'y': 10, 'z': 20, 'x': 30}
print_vec(*dct) # нет гарантии порядка
print_vec(**dct)


<1, 2, 3>
<4, 5, 6>
<0, 1, 4>
<y, z, x>
<30, 10, 20>
```

Аргументы функций (с неизвестным числом аргументов)

```
# arg1 - фиксированный (здесь - 1 мы
#        обязательно должны передать)
# args - произвольные
# kwargs - любые

def swiss_knife(arg1, *args, **kwargs):
    print (arg1)
    print (args)
    print (kwargs)
    return None

swiss_knife(1, 2, [3, 4], b=-1, a=0)
```

```
1
(2, [3, 4])
{'b': -1, 'a': 0}
```

фактический синтаксис здесь – «*» и «»**

***args собирает аргументы в кортеж**

****kwargs – в словарь**

Аргументы функций (с неизвестным числом аргументов)

```
# arg1 - фиксированный
# (здесь - 1 обязательно передать)
# args - произвольные
# kwargs - любые

def swiss_knife(arg1, *args,
                **kwargs):
    print (arg1)
    print (args)
    print (kwargs)
    return None

swiss_knife(1)
1
()
{}

d = {'a':1, 'b':2}
swiss_knife(d)
{'b': 2, 'a': 1}
()
{}
```

```
swiss_knife(*d) # распаковка
b
('a',)
{}

swiss_knife(**d) # будет ошибка
at least 1 argument (0 given)

s = [1, 2, 3]
swiss_knife(s)
[1, 2, 3]
()
{}

swiss_knife(*s)
1
(2, 3)
{}

swiss_knife(1, 2, b=-1, a=0, [3,
4])
# так нельзя!
```

Лямбда-функции (анонимные)

```
# лямбда-функции (анонимные)
func = lambda x, y: x + y

print (func(1, 2))
```

```
3
```

неявная инструкция return –
что вычисляется, то сразу возвращается

```
(lambda x, y: x + y)(1, 2)
```

Пример использования

```
print (sorted(tuples, key=lambda x: x[0])) # так по умолчанию!
print (sorted(tuples, key=lambda x: x[0]*x[0]))
```

```
[(-2, 'MINUS TWO'), (-1, 'MINUS ONE'), (1, 'ONE'), (4, 'FOUR')]
[(1, 'ONE'), (-1, 'MINUS ONE'), (-2, 'MINUS TWO'), (4, 'FOUR')]
```

кстати, можно так:

```
import operator
sorted(tuples, key=operator.itemgetter(0))
```

Является ли объект вызываемым (функцией)

```
f = lambda x: x + 1
x = [1, 2, 3]
callable(f), callable(len), callable(x)
```

```
(True, True, False)
```

Любой объект может вести себя как функция, если определить `__call__`

Сохранение значений аргументов

```
# lst - хранится...
def mylist(val, lst=[]):
    lst.append(val)
    return lst

print(mylist(1))
print(mylist(2))
print(mylist(3))
```

```
[1]
[1, 2]
[1, 2, 3]
```

Значения по умолчанию вычисляются один раз – в момент определения функции. Python просто присваивает это значение (ссылку на него!) нужной переменной при каждом вызове функции.

```
# lst не сохраняется!
def mylist(val, lst=None):
    lst = lst or []
    # if lst is None:
    #     lst = []
    lst.append(val)
    return lst

print(mylist(1))
print(mylist(2))
print(mylist(3))
```

```
[1]
[2]
[3]
```

Часто очень полезно!

Тут не используем изменяемое значение как значение по умолчанию.

Глобальные и локальные переменные

```
# глобальные переменные
globvar = 0

def set_globvar_to_one():
    global globvar # глобальная
    # без этого нельзя сделать,
    # например, globvar+=1
    globvar = 1 # если не объявить
    # глобальной - тут будет локал.

def print_globvar():
# не надо объявлять
    print (globvar)

set_globvar_to_one()
print_globvar()
```

```
1
```

Чтобы изменить глобальную переменную – сообщите интерпретатору

```
def f():
    min = 1 # локальная переменная
    max = 10
    def g():
        min = 2 # другая локал. п.
        print('locals = ' +
              str(locals()))
    g()
    print('locals = ' +
          str(locals()))
    g()

max = 0 # глобальная переменная
f()
print(min, max) # встроенная функция
```

```
locals = {'min': 2}
locals = {'max': 10, 'g': <function g
at 0x0000000003C507B8>, 'min': 1}
locals = {'min': 2}
<built-in function min> 0
```

Глобальные и локальные переменные

```
b = 10
def f(a):
    # global b - если вставить - работает!
    print (a)
    print (b)
    b = 0 # ИЛИ если убрать - работает!
f(1)
```

```
1
UnboundLocalError:
local variable 'b'
referenced before assignment
```

```
  3           0 LOAD_GLOBAL              0 (print)
              3 LOAD_FAST                0 (a)
              6 CALL_FUNCTION            1 (1
positional, 0 keyword pair)
              9 POP_TOP

  4          10 LOAD_GLOBAL              0 (print)
             13 LOAD_FAST                1 (b)
             16 CALL_FUNCTION            1 (1
positional, 0 keyword pair)
             19 POP_TOP

  5          20 LOAD_CONST               1 (0)
             23 STORE_FAST               1 (b)
             26 LOAD_CONST               0 (None)
             29 RETURN_VALUE
```

Сначала выводится 1!

Интерпретатор думает, что надо распечатать локальную переменную, а она ещё не объявлена!

Глобальные и локальные переменные

Замыкание – ф-ия, которая обращается к неглобальным переменным, которые определены вне её тела

```
def mean_dinamic_times():
    count = 0
    total = 0

    def averager(new_val):
        nonlocal count, total # иначе ошибка
        count += 1
        total += new_val
        return total / count

    return averager

t = mean_dinamic_times()

t(1), t(2), t(3)
```

```
(1.0, 1.5, 2.0)
```

Считаем среднее динамического ряда – после добавления очередного значения

Без `nonlocal` **интерпретатор расценивает** `count += 1` **как объявление переменной (локальной)!**

Передача аргументов по ссылке

по ссылке

```
a = {'a' : 1, 'b': 2}
def f(a):
    a['b'] = 20
    a.update({'c' : 3})
    print('in', a)
print ('before', a)
f(a)
print('out', a)
('before', {'a': 1, 'b': 2})
('in', {'a': 1, 'c': 3, 'b': 20})
('out', {'a': 1, 'c': 3, 'b': 20})

a = [1, 2]
def f(a):
    a[1] = 3
    print('in', a)
print ('before', a)
f(a)
print('out', a)
('before', [1, 2])
('in', [1, 3])
('out', [1, 3])
```

по значению
(на самом деле поведение как «по значению»)

```
a = 1
def f(a):
    a = 2
    print('in', a)
print ('before', a)
f(a)
print('out', a)

('before', 1)
('in', 2)
('out', 1)
```

Зависит от изменяемости типа

Но не всё так просто…

Попробуйте a = [3, 4]

Описание функций

```
class MyClass:
    """
    __comment__
    """
    def __init__(self, var):
        self.var = var
    def __repr__(self):
        # для разработчиков
        return '__repr__ %g' % self.var
    def __str__(self):
        # удобочитаемо (если нет - repr)
        return '__str__ %g' % self.var

mc = MyClass(2)
print (mc)
print (MyClass)
help(mc)
str(mc)
mc
```

```
__str__ 2

<class '__main__.MyClass'>

Help on MyClass in module __main__ object:

class MyClass(builtins.object)
 |  __comment__
 |
 |  Methods defined here:
 |
 |  __init__(self, var)
 |      Initialize self.  |
 |  __repr__(self)
 |      Return repr(self).
 |
 |  __str__(self)
 |      Return str(self).
 |
 |  ...

__str__ 2

__repr__ 2
```

Обобщённые / специальные функции

Их реализация м.б. специализирована для конкретного типа

```
print (len([1, 2, 3]))
print (len({1, 2, 3}))
print (len(range(4)))
3
3
[0, 1, 2, 3]

print (str([1, 2, 3]))
print (str({1, 2, 3}))
print (str(range(4)))
[1, 2, 3]
set([1, 2, 3])
[0, 1, 2, 3]

print (sum([1, 2, 3]))
print (sum({1, 2, 3}))
print (sum(range(4)))
6
6
6
```

Списковые включения (List Comprehensions)
= генераторы списков != генераторы

```
[(i, j) for i in range(3) for j in range (5) if i > j]
[(1, 0), (2, 0), (2, 1)]

[x**2 for x in range(5)]
[0, 1, 4, 9, 16]

# + zip
['%s=%s' % (x, y) for y, x in zip(range(5), 'abcde')]
['a=0', 'b=1', 'c=2', 'd=3', 'e=4']
```

Set Comprehensions

```
lst = [10, 5, 100, 3, 20, 10, 3, 20]
{x for x in lst if 10 * round(x / 10) == x}
{10, 20, 100}
```

Dictionary Comprehensions

```
{x: y for y, x in zip(range(5), 'abcde') if y < 3}
{'a': 0, 'b': 1, 'c': 2}
```

Reduce (это итератор)

```
from functools import reduce

reduce(lambda x, y: x * y, [1, 2, 3, 4])
24

reduce(lambda x, y: '(' + str(x) + '*' + str(y) + ')',
       [1, 2, 3, 4])
(((1*2)*3)*4)
```

В Python 2.x была обычная функция reduce…

Map (это итератор)

```
l1 = [1, 2, 3, 4]
l2 = [0, -1, +1, +2] # если разной длины - то по длине наименьшей

list(map(lambda x, y: x + y, l1, l2))
[1, 1, 4, 6]

list(map(max, l1, l2))
 [1, 2, 3, 4]
```

Если списки разной длины, то по длине наименьшего.

Map с одним списком

```
l = [1, 2, 3]
list(map(lambda x: x * x, l))
[1, 4, 9]

list(map(lambda x: x * x, range(3))) # по генератору
[0, 1, 4]
```

Но эффектнее и понятнее с помощью генератора списков!!!

```
[x * x for x in l]
```

Filter (это итератор)

```
list(filter(lambda x: x.isalpha(), 'Привет, мир!'))
['П', 'р', 'и', 'в', 'е', 'т', 'м', 'и', 'р']

list(filter(lambda x: x % 2, range(10)))
[1, 3, 5, 7, 9]
```

`list` нужен в Python3, т.к. там `filter` возвращает итератор

```
lst = [12, 1.2, '12', 1, 2]
list(filter(lambda x: type(x) is int, lst))
[12, 1, 2]
```

Но лучше с помощью генератора списка:

```
[x for x in lst if type(x) is int]
```

Zip (это итератор)

```
x = range(5)
y = 'abcde'
z = [0, 1, 0, 1, 0]

list(zip(x, y, z)) # list - python3
```

```
[(0, 'a', 0), (1, 'b', 1), (2, 'c', 0), (3, 'd', 1), (4, 'e', 0)]
```

Задача: по строке сформировать перечень пар соседних букв

```
x = 'Привет!'
list(zip(x, x[1:])) # можно подавать разные по длине аргументы!
```

```
[('П', 'р'), ('р', 'и'), ('и', 'в'), ('в', 'е'), ('е', 'т'),
('т', '!')]
```

Итераторы

Цикл for работает с любой последовательностью (есть next до исключения StopIteration)

что такое итератор

```
it = iter([1, 2, 3, 4, 5])

print (next(it))
print (next(it))
print ([x for x in it])

1
2
[3, 4, 5]

print (next(it))
# будет исключение
```

```
# итератор генерирует последовательность:
# элемент = сумме предыдущих
def forit(mystate=[]):
    if len(mystate) < 5:
        new_element = max(sum(mystate), 1)
        mystate.append(new_element)
        # print (mystate)
        return new_element

it2 = iter(forit, None) # если не возвращает значения явно, то None

[x for x in it2]

[1, 1, 2, 4, 8]
```

Итераторы: enumerate

```
[x for x in enumerate("abcd")]
```

```
[(0, 'a'), (1, 'b'), (2, 'c'), (3, 'd')]
```

```
dict(enumerate(['test', 'train', 'val']))
```

```
{0: 'test', 1: 'train', 2: 'val'}
```

```
for i, j in enumerate("abcd"):
    print (i, j)
```

```
(0, 'a')
(1, 'b')
(2, 'c')
(3, 'd')
```

Это способ иметь индекс итерирования в цикле

Модуль itertools

соединение 2х итераторов

```
from itertools import chain
it1 = iter([1, 2, 3])
it2 = iter([4, 5])

a = []
for i in chain(it1, it2):
    a.append(i)
print (a)
[1, 2, 3, 4, 5]
```

повторение итератора

```
from itertools import repeat
b = []
for i in repeat(1, 4):
    b.append(i)
print (b)
[1, 1, 1, 1]
```

бесконечный итератор

```
from itertools import count
c = []
for i in count(1):
    c.append(i)
    if i > 10:
        break
print(c)
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]
```

циклический итератор

```
from itertools import cycle
d = []
for i, j in
enumerate(cycle([1,2,3])):
    d.append(j)
    if i > 10:
        break
print (d)
[1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3]
```

Модуль itertools

Срезы

```
from itertools import islice
e1 = islice(range(10), 3, 6)
e2 = islice(range(10), 3, 9, 2)

print ("e[3:6] " + str(list(e1)))
e[3:6] [3, 4, 5]

print ("e[3:9:2] " + str(list(e2)))
e[3:9:2] [3, 5, 7]
```

«части» итератора

```
from itertools import dropwhile
# ещё есть takewhile
f = dropwhile(lambda x: x<5, range(10))
print (list(f))
[5, 6, 7, 8, 9]
```

независимые копии итераторов

```
from itertools import tee
it = range(3)
# три н. копии
a, b, c = tee(it, 3)
# этот итератор "уничтожится"
tmp = list(c)
print (list(a), list(b), list(c))
[0, 1, 2] [0, 1, 2] []
```

декартово произведение

```
from itertools import product
it = product("AB", repeat=2)
print (list(it))
[('A', 'A'), ('A', 'B'), ('B',
'A'), ('B', 'B')]
```

Модуль itertools

перестановки

```
from itertools import permutations

it = permutations("YN")
print (list(it))
[('Y', 'N'), ('N', 'Y')]
```

сочетания (без повторений)

```
from itertools import combinations

it = combinations("ABC", 2)
print (list(it))
[('A', 'B'), ('A', 'C'), ('B', 'C')]
```

сочетания с повторениями

```
from itertools import combinations_with_replacement

it = combinations_with_replacement("AB", 2)
print (list(it))
[('A', 'A'), ('A', 'B'), ('B', 'B')]
```

группировка

```
from itertools import groupby

it = groupby("ABBAAACBCC")
for i, j in it:
    print (i, list(j))

('A', ['A'])
('B', ['B', 'B'])
('A', ['A', 'A', 'A'])
('C', ['C'])
('B', ['B'])
('C', ['C', 'C'])
```

Пишем свой итератор

```
class Fibonacci:
    """
    Итератор последовательности
    Фибоначчи до N
    """

    def __init__(self, N):
        self.n, self.a, self.b, self.max = 0, 0, 1, N

    def __iter__(self):
        return self

    # должна быть такая функция
    def __next__(self): # Python 2: def next(self)
        if self.n < self.max:
            a, self.n, self.a, self.b = self.a, self.n+1, self.b,
self.a+self.b
            return a
        else:
            raise StopIteration

list(Fibonacci(10))
[0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34]
```

Пишем свой итератор

```
# простой вариант

class Identity:
    def __getitem__(self, idx):
        if idx > 5:
            raise IndexError(idx)
        return idx

list(Identity())
[0, 1, 2, 3, 4, 5]
```

Генератор

– упрощённый итератор

сравните…

```
class Repeater:
    def __init__(self, value):
        self.value = value
    def __iter__(self):
        return self
    def __next__(self):
        return self.value
```

```
def repeater(value):
    while True:
        yield value
```

Итератор – объект, который имеет метод `__next__` (`next` в Python2)

Генератор – функция, в которой есть yield-выражение

генератор ⇒ итератор

Простые генераторы

помогают делать ленивые вычисления (lazy computations)

```
def Fib(N):
    a, b = 0, 1
    for i in range(N):
        yield a # вместо return
        # для выдачи след. значения
        a, b = b, a + b

for i in Fib(10):
    print (i)
```

```
0
1
1
2
3
5
8
13
21
34
```

`yield` - похожа на `return`, но работа функции приостанавливается и выдаётся значение

```
def f():
    yield 1
    yield 2
    yield 3
    # return 10 - нет эффекта

def g():
    # взять выход у f!
    x = yield from f()
    yield 4
    yield 5
    yield 6
    # return 100 - нет эффекта

list(g())
```

```
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
```

Простые генераторы

```
def double_numbers(iterable):
    for i in iterable:
        yield i + i

list(double_numbers(range(5)))
[0, 2, 4, 6, 8]
```

генераторное выражение (Generator Expressions)

```
# это список
print ( [x * x for x in range(5)] )
[0, 1, 4, 9, 16]

# а это - генераторное выражение
print ( (x * x for x in range(5)) )
<generator object <genexpr> at
0x00000000046F6BA0>

# тоже генераторое выражение
print ( sum(x * x for x in range(5)) )
30
```

Генератор нельзя переиспользовать

```
gen = (x*x for x in range(5))
print ('использование
генераторного выражения:')
for y in gen:
    print (y)

# ничего не будет!
print ('переиспользование:')
for y in gen:
    print (y)

использование генераторного
выражения:
0
1
4
9
16
переиспользование:
```

Сопрограммы (coroutines)

```
# больше одной точки входа
# остановка исполнения, сохранение состояния и продолжение

def grep(pattern):
    print("Ищем {!r}".format(pattern))
    while True:
        line = yield # точка входа в line засылает метод send
        if pattern in line:
            print('нашли в: ' + line)

gen = grep("Мир")

next(gen) # обязательно нужно - это инициализация (инициализацию можно
спрятать в декораторе)
Ищем 'Мир'

gen.send("Предложение")
gen.send("Предложение с Миром")
нашли в: Предложение с Миром

gen.send("Предложение с миром")
gen.send("Миру мир!")
нашли в: Миру мир!
```

Декораторы

Декоратор – вызываемый объект:
вход – функция (декорируемая),
выход – функция

позволяет расширять и изменять поведение вызываемых объектов (функций, методов и классов) без их необратимой модификации

```
def decorate(f):
    print('decorate')
    return f

@decorate
def func():
    print ('func')
```

```
decorate
```

```
func()
```

```
func
```

декоратор ничего не меняет,
но «действует» до функции
выполняются сразу после загрузки модуля!

```
def decorate(f):
    print('decorate')
    return len

@decorate
def func(x):
    print ('func', x)
```

```
decorate
```

```
func([1, 2])
```

```
2
```

декоратор делает подмену функции!

Сохраняет читабельность кода

Цепочки декораторов: декораторов может быть много!

```
def square(f): # на вход – функция
    # выход - функция,
    # которая будет реально
выполняться
    return lambda x: f(x * x)

def add1(f): # на вход – функция
    # выход - функция,
    # которая будет реально
выполняться
    return lambda x: f(x + 1)

# два декоратора у функции
@square
@add1
def time2(x):
    return (x * 2)

time2(3) # (3*3 + 1)*2
```

```
def makebold(fn):
    def wrapped():
        return "<b>" + fn() + "</b>"
    return wrapped

def makeitalic(fn):
    def wrapped():
        return "<i>" + fn() + "</i>"
    return wrapped

@makebold
@makeitalic
def hello():
    return "hello world"

print(hello())
<b><i>hello world</i></b>
```

Пройдитесь по декораторам «сверху вниз»!

Здесь – они готовят данные для функции

Декораторы с аргументами

```
def dec_upper(f):
    def g(*args, **kwargs):
        return f(*args, **kwargs).upper()
    return g

def dec_lower(f):
    def g(*args, **kwargs):
        return f(*args, **kwargs).lower()
    return g

@dec_upper
@dec_lower
def say(x):
    return('Hello' + x + '!') # ' + x + '

say('Mike')
```

```
'HELLOMIKE!'
```

Декораторы

```
class my_decorator(object):
    def __init__(self, f):
        print("внутри my_decorator.__init__()")
        f() # вызов - можно убрать
    def __call__(self):
        print("внутри my_decorator.__call__()")

@my_decorator
def aFunction():
    print("внутри aFunction()")

print("окончание декорирования aFunction()")

aFunction() # вызов функции
```

```
внутри my_decorator.__init__()
внутри aFunction()
окончание декорирования aFunction()
внутри my_decorator.__call__()
```

на самом деле вызывается my_decorator.__call__()

Декораторы

```
class entry_exit(object):
    def __init__(self, f):
        self.f = f
    def __call__(self):
        print("вызов - ", self.f.__name__)
        self.f()
        print("выход - ", self.f.__name__)

@entry_exit
def func1():
    print("работа func1()")

@entry_exit
def func2():
    print("работа func2()")
```

Что-то делаем до и после вызова функции…

Внешне это не заметно – просто вызываем функцию

```
func1()

вызов -  func1
работа func1()
выход -  func1

func2()

вызов -  func2
работа func2()
выход -  func2
```

Декораторы

```
def entry_exit(f):
    def new_f():
        print("Вызов: ", f.__name__)
        f()
        print("Выход: ", f.__name__)
    new_f.__name__ = f.__name__
    # меняем даже имя функции
    # (попробуйте убрать)
    return new_f

@entry_exit
def func1():
    print("работа func1()")

@entry_exit
def func2():
    print("работа func2()")
```

здесь декоратор – функция

главное, чтобы декоратор можно было вызвать

```
func1()
Вызов:  func1
работа func1()
Выход:  func1

func2()
Вызов:  func2
работа func2()
Выход:  func2

print(func1.__name__)
func1
```

Декоратор без аргументов (можно пока пропустить)

```
class decorator_without_arguments(object):
    def __init__(self, f):
        """
        передаём в конструкторе функцию
        """
        print("Работа __init__()")
        self.f = f
    def __call__(self, *args):
        """
        В __call__ передаём аргументы.
        """
        print("Работа __call__()")
        self.f(*args)
        print("После self.f(*args)")

@decorator_without_arguments
def sayHello(a1, a2, a3, a4):
    print('Аргументы:', a1, a2, a3, a4)

Работа __init__()
```

В методе __call__ решаем проблему с передачей функции аргументов

```
sayHello("say", "hello",
"argument", "list")

Работа __call__()
Аргументы: say hello argument
list
После self.f(*args)

sayHello("a", "different", "set
of", "arguments")
Работа __call__()
Аргументы: a different set of
arguments
После self.f(*args)
```

Декоратор с аргументами (можно пока пропустить)

```
class decorator_with_arguments(object):
    def __init__(self, arg1, arg2, arg3):
        """
        Если пишем с аргументами,
        то их передаём в конструктор,
        а функция не передаётся!
        """
        print("работа __init__()")
        self.arg1 = arg1
        self.arg2 = arg2
        self.arg3 = arg3

    def __call__(self, f):
        """
        Если пишем с аргументами, то __call__()
        вызывается лишь раз,
        как часть процесса декорации,
        ей можно передать только функцию!
        """
        print("работа __call__()")

        def wrapped_f(*args):
            print("работа wrapped_f()")
            print("Аргументы:", self.arg1,
self.arg2, self.arg3)
            f(*args)
            print("выход из f(*args)")

        return wrapped_f
```

```
@decorator_with_arguments("hello", "world", 42)
def sayHello(a1, a2, a3, a4):
    print('Аргументы sayHello:', a1, a2, a3,
a4)

print("После декорации...")
sayHello("say", "hello", "argument", "list")
print("Ещё раз...")
sayHello("a", "different", "set of",
"arguments")
```

```
работа __init__()
работа __call__()
После декорации...
работа wrapped_f()
Аргументы: hello world 42
Аргументы sayHello: say hello argument list
выход из f(*args)
Ещё раз...
работа wrapped_f()
Аргументы: hello world 42
Аргументы sayHello: a different set of
arguments
выход из f(*args)
```

Декораторная функция с аргументами (можно пока пропустить)

```
def decorator_function_with_arguments(arg1, arg2, arg3):
    def wrap(f):
        print("Внутри wrap()")
        def wrapped_f(*args):
            print("Внутри wrapped_f()")
            print("Аргументы ДЕКОРАТОРА:", arg1, arg2,
arg3)
            f(*args)
            print("After f(*args)")
        return wrapped_f
    return wrap

@decorator_function_with_arguments("hello", "world", 42)
def sayHello(a1, a2, a3, a4):
    print('аргументы функции:', a1, a2, a3, a4)

print("После декорации")
sayHello("say", "hello", "argument", "list")
print("Ещё разок...")
sayHello("a", "different", "set of", "arguments")
```

```
Внутри wrap()
После декорации
Внутри wrapped_f()
Аргументы ДЕКОРАТОРА: hello world
42
аргументы функции: say hello
argument list
After f(*args)
Ещё разок...
Внутри wrapped_f()
Аргументы ДЕКОРАТОРА: hello world
42
аргументы функции: a different set
of arguments
After f(*args)
```

Именование переменных – «дандеры»

(double underscores – с двойным подчёркиванием)

для внутреннего пользования

```
_var = 1 #, не импортируются from my_module import *
```

чтобы избежать конфликта имён

```
var_ = 1
```

нельзя использовать (механизм защиты)

```
__var = 1 # искажением имени (name mangling)
```

зарезервированные (__init__, __call__, ...)

```
__var__ = 1 # не будет искажения! Зарезервированы: и т.п.
```

неважные переменные

```
_ = 1 # при распаковке,
      # часто: результат последнего выражения
```

Модули

модуль – один файл с расширением *.py (сейчас уже и zip-архив), задаёт своё пространство имён

пакет – директория, в которой есть файл __init__.py (просто для организации кода). Может содержать поддиректории. Пользователю не так важно, с чем работать

```
import datetime # импортируем модуль

# появляется объект с этим названием
datetime.date(2004, 11, 20)
2004-11-20
print (datetime.__name__) # имя
datetime
print (datetime.__doc__) # описание
Fast implementation of the datetime type.
print (datetime.__file__) # файл
C:\Anaconda3\lib\datetime.py
```

```
pak1
|-- __init__.py
|--pak12
|   |-- __init__.py
|   |-- f.py
|--h.py

from pak1.pak12 import f
```

Модули

можно назначать синонимы модулей и функций

```
import datetime as dt # сокращение имени модуля
print (dt.date(2004, 11, 20))
2004-11-20

# импортирование конкретной функции
from datetime import date as dt
print (dt(2004, 11, 20))
2004-11-20
```

не рекомендуется такой импорт

```
from datetime import *
```

здесь питон ищет модули

```
import sys
sys.path
['',
 'C:\\Users\\Александр Дьяконов\\Anaconda3\\python35.zip',
 'C:\\Users\\Александр Дьяконов\\Anaconda3\\DLLs',
 'C:\\Users\\Александр Дьяконов\\Anaconda3\\lib',
 'C:\\Users\\Александр Дьяконов\\Anaconda3',
```

Модули: перезагрузка

```
reload(module) # Python 2.x

importlib.reload # >=Python 3.4
imp.reload # Python 3.0 - 3.3
```

Несколько раз использовать `import` бесполезно!

Исключения

```
class MyError(Exception): # от Exception
    pass

try:
    # что-то делаем...

    raise (MyError) # исключение
# else: Python3 - не работает!
#     print ("Не было исключения")

# принимаем исключение
except ZeroDivisionError:
    print ("Деление на 0")
except KeyboardInterrupt:
    print ("Прерывание с клавиатуры")
except (MyError):
    print ("Моя ошибка")
except:
    print ("Ошибка")
finally:
    print ("Последние действия")
     # тут можно, например, закрыть файл
```

`Exception` – **класс, от которого должны наследоваться все исключения**

`AssertionError` – **ошибка assert**

`ImportError` – **ошибка import**

`NameError` – **не найдена переменная**

`AttributeError` – **читаем/пишем несуществующий атрибут**

`KeyError` / `IndexError` – **в контейнере нет элемента по указанному ключу / индексу**

`TypeError` – **несоответствие типов**

см. https://docs.python.org/3/library/exceptions.html

Исключения

```
# обработка любого исключения
import traceback

try:
    1 / 0
except Exception as e:
    print (e.args) # переданные аргументы
    # информация о стеке вызовов
    # на момент исключения
    traceback.print_tb(e.__traceback__)
    # pass

print ('выполнение программы продолжается')
```

```
('division by zero',)

File "<ipython-input-9-640c85b08d09>", line
5, in <module>
    1/0

выполнение программы продолжается
```

Уже встречали менеджер контекста (также основан на исключениях)

```
with resource_1() as r1, \
     resource_2() as r2:
    do_smth(r1, r2)

# в случае с файлами -
# не надо явно закрывать
```

Менеджер контекста

эти фрагменты эквивалентны

```
with open('hello.txt', 'w') as f:
    f.write('привет, мир!')
```

```
f = open('hello.txt', 'w')
try:
    f.write('привет, мир!')
finally:
    f.close()
```

Пример – печатаем с отступами

```
class Indenter:
    def __init__(self):
        self.level = 0

    def __enter__(self):
        self.level += 1
        return self

    def __exit__(self, exc_type, exc_val,
exc_tb):
        self.level -= 1

    def print(self, text):
        print('  ' * self.level + text)
```

```
with Indenter() as indent:
    indent.print('раз')
    with indent:
        indent.print('два')
        with indent:

indent.print('три')
     indent.print('четыре')
```

```
раз
  два
    три
  четыре
```

Пишем менеджер контекста

```
class m_c:
    def __init__(self):
        print ('init')
        # возвращает None

    def __enter__(self):
        # тут можно, например, открыть файл
        print ('enter')
        # возвращаемое значение доступно по имени with ... as NAME:
        return ('m_c-name')

    def __exit__(self, *exc_info):
        # вызывается в конце, аргументы:
        # - тип исключения
        # - исключение
        # - объект типа traceback
        print ('exit')

with m_c() as name:
    print ('working... with ' + name)
```

```
init
enter
working... with m_c-name
exit
```

Особенности хранения объектов

интерпретатор кэширует числа от –5 до 256

Каждое число – лишь один объект

```
print (int("-5") is -5)
True
print (int("-6") is -6)
False
```

Разные задания одного объекта

```
s1 = "abcde"
s2 = "abcde"
s3 = "ab" + "cd" + "e"

print ("hash:", hash(s1), hash(s2), hash(s3))
('hash:', -1332677140, -1332677140, -1332677140)

print ("id:", id(s1), id(s2), id(s3))
# а раньше id(s1) = id(s2) != id(s3)
('id:', 66624808L, 66624808L, 66624808L)
```

Иногда это происходит и так

```
a = 257
b = 257
print (a is b)
False
```

умный интерпретатор сделает одним объектом

```
def f():
    a = 257 #
    b = 257 #
    print (a is b)

f()
True
print (1000+0 is 1000+0)
False
print (1000 is 1000)
True
```

Байткод

- интерпретатор CPython исполняет программы так:
  трансляция в промежу-точный байткод
  исполнение байткода на VM со стековой архитектурой

```
# байткод
import dis

def myf(x):
    return(x + 1, x - 1)

dis.dis(myf)
```

```
  5           0 LOAD_FAST                0 (x)
              3 LOAD_CONST               1 (1)
              6 BINARY_ADD
              7 LOAD_FAST                0 (x)
             10 LOAD_CONST               1 (1)
             13 BINARY_SUBTRACT
             14 BUILD_TUPLE              2
             17 RETURN_VALUE
```

Немного о скорости

В цикле наращиваем список (не совсем правильное решение)

Как быстрее?

```
def f():
    l = []
    for i in range(10000):
        l.append(i)
    return (l)

%timeit f()
```

```
1000 loops, best of 3: 675 µs
per loop
```

Здесь дольше, т.к. в цикле будем искать метод в хэш-таблице

На время timeit отключается сборщик мусора

```
def g():
    l = []
    li = l.append
    # сразу сообщим функцию -
    # чтобы не искать в цикле
    for i in range(10000):
        li(i)
    return (l)

%timeit g()
```

```
1000 loops, best of 3: 440 µs
per loop
```

Здесь знаем метод, который вызывать

Немного о скорости

второй вариант быстрее:

```
%timeit x, y = 1, 2
17 ns ± 1.68 ns per loop

%timeit x = 1; y = 2
12.9 ns ± 0.0339
```

Когда нет приведения типов

```
x = 10
%timeit "a = x > 1.0"
6.94 ns ± 0.104

x = 10.
%timeit "a = x > 1.0"
6.37 ns ± 0.015
```

Последний вариант самый быстрый

```
x = "one"
y = "two"

print (x + '+' + y)
print ("".join((x, '+', y)))
print ("%s+%s" % (x, y))
print ("{0}+{1}".format(x, y))
print (f"{x}+{y}")
```

иногда зависит от версии...

что быстрее:

x + x или x * 2

x * x или x ** 2

Неожиданное поведение

Не увлекайтесь функциональным программированием…

```
l = [lambda: x for x in "abcdefg"]
for r in l:
    print (r())
```

```
g
g
g
g
g
g
g
```

```
# объяснение - особенности лямбда-функций
print (id(lambda: 1) == id(lambda: 2))
```

```
True
```

Для неименованных лямбда-функций только одна ссылка!

Проверка all, any

```
lst = [2, 5, 7, 5]

# какой-нибудь элемент
if (any(x > 1 for x in lst)):
    print('any - yes')
```

```
any - yes
```

```
# все элементы
if (all(x > 1 for x in lst)):
    print('all - yes')
```

```
all - yes
```

Вычисления eval

```
a = 1
b = 2
c = eval('a + b') # вычисление выражений
# eval('c = a + b') # нельзя так
```

Интересности: приоритет

```
i, j = 1, 2
print("%i" % (i * j))
```
```
2
```
```
print("%i" % i * j)
```
```
11
```

% и * имеют один приоритет!

Поэтому ответ '1'*2

Интересности: хеширование

```
{True: 'да', 1: 'нет', 1.0: 'возможно'}
```
```
{True: 'возможно'}
```

```
True == 1 == 1.0
```
```
True
```

Объектно-ориентированное программирование (ООП)

— методология программирования, основанная на

- **представлении программы в виде совокупности объектов,**
- **каждый объект является экземпляром определенного класса,**
- **классы образуют иерархию наследования.**

в Python всё – объекты имеют id и значение

```
a = 1
b = [1, 2]
print (id(a), id(b))
a = a + 1
b.append(3) # id не изменится
print (id(a), id(b))
del a # удаление объекта
# a # будет ошибка
```

```
1578102544 73531656
1578102576 73531656
```

есть понятие «класс», есть – «экземпляры класса» (объекты)

```
class Myclass:
    val = 0

m = Myclass()

Myclass, m
```

```
(__main__.Myclass,
<__main__.Myclass at 0x7fd1391e1b00>)
```

Определение класса

```
# первый аргумент всех методов - экземпляр класса
class MyGraph:
    def __init__(self, V, E): # конструктор (деструктор - __del__)
        self.vertices = set(V)
        self.edges = set(E)
    def add_vertex(self, v): # метод - функция, объявленная в теле класса
        self.vertices.add(v)
    def add_edge(self, e):
        self.vertices.add(e[0])
        self.vertices.add(e[1])
        self.edges.add(e)
    def __str__(self): # представление в виде строки
        return ("%s; %s" % (self.vertices, self.edges))

g = MyGraph([1, 2, 3], [(1, 2), (1, 3)])
g.add_edge((3, 4))
print (g)
print (g.vertices)
print (g.__getattribute__('vertices'))
g.__setattr__('vertices',
              set([1, 2, 3, 4, 5]))
print (g)
```

```
{1, 2, 3, 4}; {(1, 2), (1, 3), (3, 4)}
{1, 2, 3, 4}
{1, 2, 3, 4}
{1, 2, 3, 4, 5}; {(1, 2), (1, 3), (3, 4)}
```

Атрибуты (были особенности именования переменных)

```
class X:
    a = 0 # обычный атрибут
    _b = 1 # не желательно пользоваться, но доступен
    __c = 2 # доступен под другим именем ('_X__c')
print (dir(X))
print (X.__dict__) # все атрибуты в виде словаря
```

```
['_X__c', '__doc__', '__module__', '_b', 'a']
{'a': 0, '__module__': '__main__', '_X__c': 2, '_b': 1, '__doc__': None}
```

Определение всех возможных атрибутов

Занимает меньше памяти

```
class Myclass:
    __slots__ = ['name1', 'name2'] # ВСЕ возможные атрибуты

c = Myclass()
c.name1 = 10
c.name2 = lambda x: x * x
# c.name3 = 20 # ошибка в Python3 (в Python2 - нет)
```

Множественное наследование

```
class A:
    def make(self, x):
        print(x+1)
class B:
    def make(self, x):
        print(x-1)
class C(A, B):
    pass

c = C()
c.make(2)
print (C.__mro__) # в таком порядке ищутся методы
```

```
3
(<class '__main__.C'>, <class '__main__.A'>,
<class '__main__.B'>, <class 'object'>)
```

Другой способ задания классов (динамический)

```
class C: pass
# эквивалентная запись:
C = type('C', (), {})
```

type – дефолтный метакласс(класс для создания других классов)

```
def myprint(self):
    print("список: ", self)

# такой способ создания класса
MyList = type('MyList', (list,), dict(x=10, myprint=myprint))


ml = MyList()
ml.append("one")
ml.append("two")
ml.myprint()
```

```
список:  ['one', 'two']
```

Атрибуты/методы класса и экземпляра

```
class MyClass: pass
# это класс!
MyClass.field = 10
MyClass.method = lambda x: u"Привет, мир!"

x = MyClass()
x.field2 = 5
x.method2 = lambda x: u"Пока, мир!"

print(x.field, x.method(), x.field2,  x.method2(None))
```

```
10 Привет, мир! 5 Пока, мир!
```

Для x.method2 нужен аргумент!

Атрибуты / методы можно приписывать (изменять!) после инициализации

При изменении атрибута класса – изменение будет во всех экземплярах

Атрибуты/методы класса и экземпляра

```
class My:
    a = 2 # переменная класса
    def __init__(self, b):
        self.b = b # переменная экземпляра

print (My.a)
```

```
2
```

```
m = My(10)
print (m.a, m.b)
```

```
2 10
```

```
m2 = My(20)
m.a = 0
print (m.a, m.b, m2.a, m2.b, My.a)
```

```
0 10 2 20 2
```

Значения атрибутов

```
class Myclass:
    val = 0

m = Myclass()

setattr(m, "val", 2) # getattr - безопасное добавление атрибута
setattr(m, "val_other", 3.0) # можно m.val_other = 3.0

print (getattr(m, "val")) # getattr - безопасный вызов атрибута
2
print (getattr(m, "val_some_other", 1.0))
1.0
m.__dict__
{'val': 2, 'val_other': 3.0}
```

setattr применяется, например, когда не знаем имени атрибута (лежит в переменной)

hasattr – есть ли у объекта метод / атрибут

Разные виды методов

```
class MyClass:
    def method(self):
        return 'вызван метод экземпляра', self
    @classmethod
    def classmethod(cls):
        return 'вызван метод класса', cls
    @staticmethod
    def staticmethod():
        return 'вызван статический метод'
```

```
obj = MyClass()
obj.method()              ('вызван метод экземпляра', <__main__.MyClass at 0x7f246804a828>)
MyClass.method(obj)       ('вызван метод экземпляра', <__main__.MyClass at 0x7f246804a828>)
obj.classmethod()         ('вызван метод класса', __main__.MyClass)
obj.staticmethod()        'вызван статический метод'
MyClass.classmethod()     ('вызван метод класса', __main__.MyClass)
MyClass.staticmethod()    'вызван статический метод'
MyClass.method()          TypeError: method() missing 1 required positional argument: 'self'
```

статические методы не могут получить доступ ни к состоянию экземпляра объекта, ни к состоянию класса

Пример класса

```
class Human(object):
    species = "H. sapiens" # атрибут

    # инициализатор
    def __init__(self, name):
        self.name = name
        self.age = 0

    # метод класса, 1ый арг. - self
    def say(self, msg):
        s = "{0}: {1}".format(self.name, msg)
        return s

    # общий метод для всех экземпляров
    # первый аргумент – какой КЛАСС вызвал
    @classmethod
    def get_species(cls):
        return cls.species

    # вызывается без ссылки на вызвавшего
    @staticmethod
    def grunt():
        return "статика..."
```

```
    # свойство - превращает
    # метод в атрибут
    @property
    def age(self):
        return self._age

    # для присваивания
    # свойству
    @age.setter
    def age(self, age):
        self._age = age

    # для удаления свойства
    @age.deleter
    def age(self):
        del self._age
```

Пример класса (продолжение)

```
# инициализация
i = Human(name="Иван")
print (i.say("привет"))
Иван: привет

j = Human("Сергей")
print (j.say("пока"))
Сергей: пока

print (i.get_species())
H. sapiens

# меняем атрибут общий - для всего класса
Human.species = "H. neanderthalensis"
print (i.get_species(), i.species)
print (j.get_species(), j.species)
H. neanderthalensis H. neanderthalensis
H. neanderthalensis H. neanderthalensis


print (Human.grunt()) # статический метод
статика...
```

```
i.age = 42 # свойство
print (i.age)
42
del i.age
# i.age  # будет исключение
```

Подсчёт числа объектов соответствующего класса

```
class Counter:
    Count = 0 # счётчик

    def __init__(self, name): # внимание к отступам
        self.name = name # обращение через self
        Counter.Count += 1
        print (name, ' created, count =', Counter.Count)
        # Counter.Count - у класса, а не объекта!

    def __del__(self):
        Counter.Count -= 1
        print (self.name, ' deleted, count = ', Counter.Count)
        if Counter.Count == 0:
            print ('That\'s all...')
```

```
x = Counter("First")
('First', ' created, count =', 1)
y = Counter("Second")
('Second', ' created, count =', 2)
del x
('First', ' deleted, count = ', 1)
z = Counter("Third")
('Third', ' created, count =', 2)
```

Дескриптор

– атрибут объекта со скрытым поведеним, которое задают методы в протоколе дескриптора: `get()`, `set()`, and `delete()`

```
class RevealAccess(object):
    """ Пример дескриптора данных: устанавливает и
       возвращает значения,а также пишет сообщения
    """

    def __init__(self, initval=None, name='var'):
        self.val = initval
        self.name = name

    def __get__(self, obj, objtype):
        print('Выдаём', self.name)
        return (self.val + 1) # выдаёт следующее число

    def __set__(self, obj, val):
        print('Получаем', self.name)
        if val < 0:
            print('Отрицательное значение - будет обнулено')
            self.val = 0
        else:
            self.val = val
```

Дескриптор (продолжение)

```
class MyClass(object):
    # у переменной скрытое поведение
    x = RevealAccess(10, 'var "x"')
    y = 5
```

```
m = MyClass()
print(m.x)
```
```
Выдаём var "x"
11
```

```
m.x = 20
```
```
Получаем var "x"
```

```
print(m.x)
```
```
Выдаём var "x"
21
```

```
m.x = -20
```
```
Получаем var "x"
Отрицательное значение - будет
обнулено
```

```
print(m.x)
```
```
Выдаём var "x"
1
```

```
print(m.y) # обычное поведение
```
```
5
```

Свойство – быстрый дескриптор

«безопасный класс» (контролирует значения атрибутов)

```
class SafeClass:
    def _get_attr(self):
        return self._x

    def _set_attr(self, x):
        assert x > 0, "необходимо положительное значение"
        self._x = x

    def _del_attr(self):
        del self._x

    x = property(_get_attr, _set_attr, _del_attr)


safe = SafeClass()
safe.x = 1
# safe.x = -2 # будет исключение
```

Дополнение (другие типы данных):

словарь с порядком ключей

```
import collections
d = collections.OrderedDict(one=1, two=2, three=3)

OrderedDict([('one', 1), ('two', 2), ('three', 3)])
```

словарь со значение по умолчанию

```
import collections
d = collections.defaultdict(list, one=1, two=2, three=3, default='111')
d['one'], d['2'] # по умолчанию - пустой список

(1, [])
```

словари -> в один словарь

```
from collections import ChainMap
d1 = {1:1, 2:2}
d2 = {2:3, 3:4}
d3 = {3:5, 4:6}
cm = ChainMap(d1, d2, d3)

cm[1], cm[2], cm[3], cm[4]
(1, 2, 4, 6)
```

Дополнение (другие типы данных):

типизированные массивы

```
import array
arr = array.array('f', (1.0, 1.5, 2.0, 2.5))
```

именнованный список

```
from collections import namedtuple
Car = namedtuple('Авто' , 'цвет пробег автомат')
print (Car('red', '1200', True))
```

```
Авто(цвет='red', пробег='1200', автомат=True)
```

именнованный список (Python 3.x)

```
from typing import NamedTuple
class Car(NamedTuple):
    цвет: str
    пробег: float
    автомат: bool
print (Car('red', '1200', True))
```

```
Car(цвет='red', пробег='1200', автомат=True)
```

Дополнение (другие типы данных):

мультимножество

```
from collections import Counter

inventory = Counter()
loot = {'клинок': 1, 'хлеб': 3}
inventory.update(loot)
inventory.update({'клинок': 1, 'яблоко': 1})
inventory, len(inventory), sum(inventory.values())
```

```
(Counter({'клинок': 2, 'хлеб': 3, 'яблоко': 1}), 3, 6)
```

очередь с двусторонним доступом (идеально для FIFO)

```
from collections import deque
# LifoQueue - в параллельных вычислениях
s = deque()
s.append('1')
s.append('2')
s.pop(), s.pop()
```

```
('2', '1')
```

```
s = deque()
s.append('1')
s.append('2')
s.popleft(), s.popleft()
```

```
('1', '2')
```

Дополнение (другие типы данных):

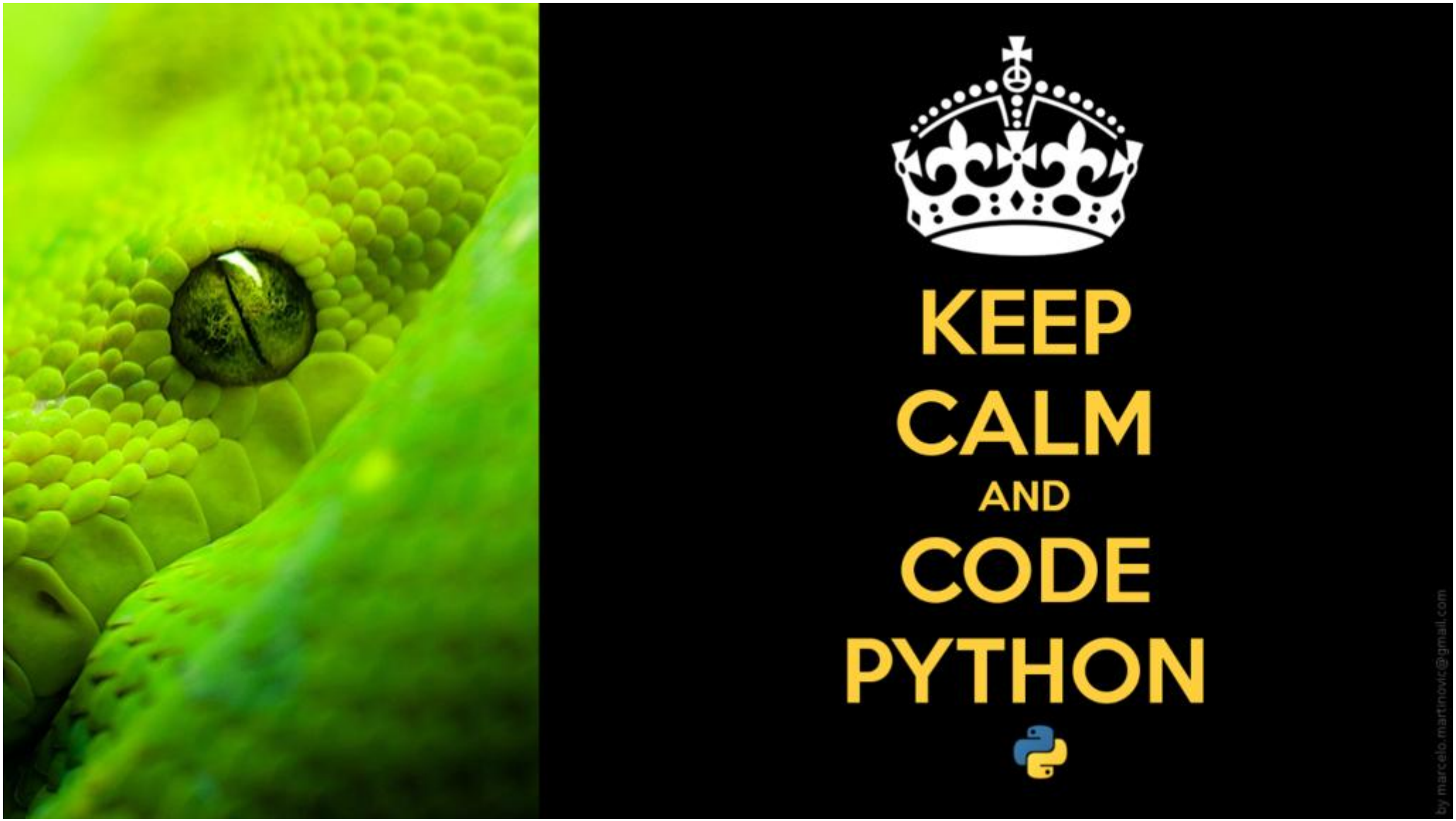
очереди с приоритетом

```
from queue import PriorityQueue
q = PriorityQueue()
q.put((2, 'b'))
q.put((1, 'a'))
q.put((3, 'c'))
while not q.empty():
    next_item = q.get()
    print(next_item)
```

```
(1, 'a')
(2, 'b')
(3, 'c')
```

Спасибо за хорошие материалы

- **Bruce Eckel** Python 3 Patterns, Recipes and Idioms
- **Никита Лесников** Беглый обзор внутренностей Python // slideshare
- **Сергей Лебедев** Лекции по языку Питон // youtube, канал "Computer Science Center" очень хороший курс
- **Learn X in Y minutes** https://learnxinyminutes.com/docs/python/
- **Роман Сузи** Язык программирования Python // НОУ Интуит
- http://stackoverflow.com
- **Jake VanderPlas** A Whirlwind Tour of Python, 2016 O'Reilly Media Inc. 98 p. для новичков
- **Лучано Рамальо** «Python. К вершинам мастерства» для профи
- **Дэн Бейдер** Чистый Python. Тонкости программирования для профи тонкости программирования


KEEP
CALM
AND
CODE
PYTHON
by marcelo.martinovic@gmail.com