

Python

Лекция 1

Преподаватель: Дмитрий Косицин
BSU FAMCS (Fall'18)

О курсе

Формат курса

- 10 лекций + 5 лабораторных + 2 домашки
- Дополнительные домашки для знатоков

Что ожидается

- Все материалы доступны в anytask и вот [здесь](#)
- Будет много советов =)

e-mail для связи: u@trix.by

telegram для связи: @dzmitryi

<p>О языке ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №4</p>	<p>Основы языка ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №13</p>	<p>Списки и кортежи ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №31</p>
<p>Словари и множества ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №37</p>	<p>Стиль кода ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №41</p>	<p>Импорт модулей *** Основные импортные модули</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №42</p>
<p>Файлы ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №34</p>	<p>Строки ***</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №39</p>	<p>Модель памяти *** Изменяемые и неизменяемые объекты. Копирование. Ссылочки.</p> <p>© Dzmitry Kasitsyn BSU FAMCS (Fall'18) №43</p>

О языке
...

История

Автор: Гвидо ван Россум

Язык появился в 1991 году.

- 1994 год – Python 1.0
- 2000 год – Python 2.0
- 2008 год – Python 3.0

Особенности

- Free, OpenSource, Portable (cross platform)
- Неплохая стандартная библиотека
- Высокоуровневый
- Интерпретируемый
- Объектно-ориентированный
- Жесткая динамическая типизация

Эффективность

- Понятность кода
 - Легко писать
 - Легко читать
 - Легко отлаживать
 - Есть официальный style guide ([PEP-8](#), [PEP-257](#))
- Низкая эффективность
 - Чистый Python медленнее C++ в 5-100 раз
- Использование
 - Прототипы
 - Интеграция / вспомогательные программы
 - Исследования
 - Web-сервисы и приложения

Python Zen

`import this`

- Beautiful is better than ugly.
- ...
- Simple is better than complex.
- Complex is better than complicated.
- ...
- Readability counts.
- Special cases aren't special enough to break the rules.
- ...

Версии и интерпретаторы

Версии

- Существует 2 официальные несовместимые версии Python: 2.x и 3.x
- 3.x активно развивается (последние – 3.7.0 и 3.8.0a0)
- 2.x поддерживается (2.7.15; some features are backported from Py3)
- 2.x все еще используется во множестве компаний
- Некоторые версии Python 3.x имеют несовместимые изменения

Интерпретаторы

- Cpython (официальный)
- IronPython, Jython
- PyPy, Numba, Stackless Python

Среды разработки

- SublimeText + python
- IPython [Notebook] / Jupyter
- PyCharm Community Edition
- Visual Studio with plugin (native in VS 2017)

Настройка и установка

Linux/MacOS

- Обычно предустановлен
- Разные версии в менеджерах пакетов
- Самая свежая → установщик/исходники с сайта

Windows

- Установщик с сайта

(можно держать несколько версий в системе)

Установка библиотек

Индекс пакетов [PyPI](#) (Python Package Index):

- Есть все популярные библиотеки
- Установка с помощью **pip** (out from the box для последних версий)
- Полезно заглянуть на сайты библиотек (документация / инструкции)

Возможные проблемы:

- Компиляция библиотек
- Неправильные пути в **PATH** и/или **PYTHONPATH**

Используйте **virtualenv** для поддержки различных версий пакетов.

Дистрибутивы: Python(x,y), Anaconda, Canopy

ОСНОВЫ ЯЗЫКА

...

Интерпретатор

Обычный режим

Интерпретатор + исходный код (новый процесс с программой)

```
$ python main.py
```

Интерактивный режим

Интерпретатор без кода (исполнение кода online)

```
$ python
```

help(...) – справка по указанному объекту (выход: **q**)

exit() or **quit()** – ВЫХОД

Python как калькулятор

Типы: `int` (`long`), `float`, `complex`; дополнительно *Fraction* и *Decimal*

Арифметические операции:

`+` `-` `*` `**` `/` `%` (*divmod*)

```
>>> -2 * 7 // 3 + 4 ** (4 % 2)
-4
```

Особенности деления:

```
>>> print(7 / 3, 7 / 3.0, 7 // 3.0)
2.33333333333333 2.33333333333333 2.0
```

Замечания о числах и операциях

Битовые операторы:

`<< & | ^ >>`

Для задания чисел в других системах счисления используются префиксы:

```
>>> 0b1001 == (1 << 3) + 1
```

True

Тип **bool** наследуется от **int** и допускает только 2 значения:

True (1) и **False** (0)

Приоритет операторов не отличается от других языков ([Py2](#), [Py3](#)).

Отличия Python 3

Особенности деления и **print** (эти изменения из Python 3.x можно подключить в Python 2.x):

```
>>> print 7 / 3, 7 / 3.0, 7 // 3.0
2 2.333333333333 2.0
```

В Python 2.x для работы с целыми числами используется два типа – **int** и **long**, а в Python 3 – только один (**int**).

Эту особенность следует учитывать при использовании **xrange**, а также при проверке значения на целочисленность.

Отличия Python 3

Оператор матричного умножения @ ([PEP465](#), Python 3.5+)

```
>>> x = numpy.array([ 1., 1., 1.])
>>> m = numpy.array([[ 1., 0., 0.],
                      [ 0., 1., 0.],
                      [ 0., 0., 1.]])
```

```
>>> x @ m
numpy.array([ 1., 1., 1.] )
```

Логические выражения

```
>>> 0 != 0
```

```
False
```

```
>>> 2 * 2 == 4
```

```
True
```

```
>>> False or 0 > -1 and True    # False or (0 > -1 and True)
```

```
True
```

```
>>> not 0 < 1 <= 5
```

```
False
```

Переменные

```
>>> x = 1
```

```
>>> y = 2.5
```

```
>>> x + y
```

```
3.5
```

```
>>> True and y
```

```
2.5
```

```
>>> y /= 2 * x # y = 1.25 (yep, it's a comment)
```

Условный оператор if

```
>>> if a < 0: # first way
```

```
>>>     b = -a
```

```
>>> elif a > 0:
```

```
>>>     b = a
```

```
>>> else:
```

```
>>>     b = 0
```

```
>>> b = a if a >= 0 else -a # second way
```

```
>>> b = abs(a) # third way
```

Цикл while

```
>>> attempt_count = 0
>>> max_attempt_count = 5
>>> while attempt_count < max_attempt_count:
>>>     # convert from str to int
>>>     x = int(input('enter an integer: '))
>>>     if x > 20:
>>>         break
>>>     attempt_count += 1
>>> else:     # if cycle hasn't been broken
>>>     print ('expected integer has not been received'
>>>           ' after %d attempts' % max_attempt_count)
```

Цикл for

```
>>> # no need to maintain counter
>>> for i in range(1, 5, 2): # xrange Python 2.x
>>>     print(i, i + 1, end=' ')
1 2 3 4
```

- В Python 3.x **range** возвращает генератор, **xrange** отсутствует
- В Python 2.x **range(5)** vs **xrange(5)** – список / генератор (разберем позднее)

Напоминание. Крайне нежелательно изменять *итерируемый объект* (здесь – **range**) в теле цикла!

Особенности синтаксиса

В Python есть **break** и **continue**, а также ключевое слово **pass**

```
>>> while True:    # infinite loop
>>>     pass
```

Ключевое слово **else** применимо в связке с **if**, так и с **for**, **while** и **try**

Конструкция **switch** заменяется на **if-elif-...-else**

Напоминание. Наличие **else** крайне рекомендуется. В нем следует либо разместить **pass**, либо бросить исключение.

Функции

```
>>> def print_hello():  
>>>     print('hello')
```

```
>>> print_hello()  
hello
```

```
>>> def get_greetings(name='Bob'):  
>>>     return 'Hello, ' + name
```

```
>>> print(get_greetings('Alex'))  
Hello, Alex
```

Немного о типах

Пустая функция или функция с оператором **return** без аргумента возвращает специальный объект **None**

```
>>> def empty():  
>>>     return
```

Можно вернуть также сразу несколько (кортеж) значений

```
>>> def multiple():  
>>>     return 1, 2
```

Узнать тип объекта можно вызвав функцию **type**:

```
>>> type('hello')  
<type 'str'>
```

Сравнение объектов

Все переменные – указатели на некоторые ячейки памяти.

`id(...)` – возвращает адрес конкретного объекта

Проверка, что `x` и `y` указывают на *один и тот же* объект:

`x is y`

Проверка, `x` и `y` указывают на *равные по значению* объекты:

`x == y`

Пример сравнения объектов

```
>>> x = [3, 5, 9]
```

```
>>> y = [3, 5, 9]
```

```
>>> print("are objects equal: %s" % (x == y))
```

```
are objects equal: True
```

```
>>> print("are objects same: %s (id of x - %d; id of y - %d)"
```

```
      % (x is y, id(x), id(y)))
```

```
are objects same: False (id of x - <some number>; id of y - <some other number>)
```

```
>>> print("x equals itself comparing values (%s)"
```

```
      " and identifiers (%s)" % (x == x, x is x))
```

```
x equals itself comparing values (True) and identifiers (True)
```

Встроенные функции

Посмотреть доступные переменные можно вызвав функцию **dir**

```
# просмотр встроенные объектов (функций, исключений и т.п.)  
>>> dir()
```

```
# просмотр атрибутов и методов некоторого объекта  
>>> dir(object)
```

Встроенные функции

- **bin, oct, hex** – преобразует число в строку в заданной системе счисления
- **ord, chr** – преобразует Unicode-символ (UCS2) в числовой код и обратно
- **bool, int, str** – стандартные типы (в т.ч. могут использоваться для преобразования типов)
- **abs, sum, round, min, max, pow, divmod** – общие математические функции

```
>>> max(1, 3, 4, 2)  # an iterable may be also passed into  
4
```

Доступные математические модули: `math`, `cmath`, `decimal`, `fractions`, `random`
(и `statistics` – Python 3.4+)

Списки и кортежи

...

Список

Список – изменяемая последовательность объектов

Создание:

```
x = list()      x = []      y = x.copy()
```

Добавление элементов (изменение списка!):

```
x.append(v)      x.insert(idx, v)  
x += <iterable>  x.extend(iterable)
```

* *iterable* – некий *итерируемый* объект, например, список или кортеж

Индексирование

Взятие элемента:

```
x[idx]
```

Присваивание элемента:

```
x[idx] = v
```

Допускаются отрицательные индексы:

```
>>> x = [100]
```

```
>>> x[0] == x[len(x) - 1] == x[-1]    # в этом списке 1 элемент
True
```

Некорректные индексы порождают исключение **IndexError**.

Работа со СПИСКОМ

Удаление элементов (изменение списка!):

`x.pop(idx)` `x.remove(v)` `x.clear()` `del x[idx]`

Изменение порядка элементов:

`x.sort()` `x.reverse()`

Вопрос: какая сортировка используется?

Проверка принадлежности элемента:

`x.index(v)` `x.count(v)` `v in x` `v not in x`

Преобразование к **bool**:

`bool([])` вернет **False**

Работа со списком

Списки можно сравнивать (лексикографически)

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

```
True
```

Вопрос: какой будет результат сравнения [1, 2] и [2]?

Списки можно умножать:

```
>>> [1] * 5 == [1, 1, 1, 1, 1]
```

```
True
```

Получить отсортированную *копию* списка – **sorted**(x) (built-in функция, поддерживает аргумент *key* для сортировки сложных типов)

Развернуть список – **reversed**(x) (built-in, возвращает *итератор*)

Замечание: методы **copy** и **clear** появились в Python 3.x.

Кортежи

Кортеж – неизменяемая последовательность объектов

Отличие от списка: не допускает присваивания по индексу, добавления, вставки и удаления элементов, а также сортировку и обращение порядка.

Создание:

```
>>> x = (1, 2, 3)    # or just x = 1, 2, 3
```

```
>>> y = tuple([5, 6, 7])
```

```
x += 1, 2    # создает новый кортеж!
```

Словари и множества

...

Словари и хэши

Словарь отражает связь ключ-значение.

В Python словари реализованы как hash-таблица (ассоциативный массив пар).

Вопрос: какая хэш-функция используется?

Создание словаря:

```
>>> empty_dict = {} # or empty_dict = dict()
>>> x = dict([(0, 6), (1, 7), (2, 8)])
>>> y = {2: 8, 1: 7, 0: 6}
```

Особенности хэширования

```
>>> hash(1)
1
```

```
>>> hash(True)
1
```

```
# тут все хорошо
>>> hash((1, 2, 3))
>>> hash(tuple())
```

```
# raise TypeError!
>>> hash([1, 2, 3])
>>> hash(x)
```

Важно! Ключи должны быть хэшируемыми (подробнее разберем позднее).

Работа со словарями

Взятие элемента:

```
x[key]      x.get(key, default)
```

Присваивание элемента (см. также **update**):

```
x[key] = value      x.setdefault(key, default)
```

Удаление элемента (см. также **clear**):

```
del x[key]      x.pop(key, default)
```

Проверка принадлежности:

```
key in x
```


Особенности словарей

Словари не гарантируют порядок обхода (даже в Python 3.x!)

Словари можно сравнивать на равенство.

Методы для итерирования в Python 2.x:

- **keys()**, **values()**, **items()** – возвращают списки ключей, значений и пар ключ-значение
- **iterkeys()**, **itervalues()**, **iteritems()** – возвращают, соответственно, итераторы

В Python 3.x есть только методы **keys()**, **values()** и **items()** – возвращают *view*-объекты. Такие объекты отражают изменения в исходной коллекции.

Множества

Множества (**set**) являются набором некоторых элементов: порядок не важен, все элементы хэшируемы.

Для множества есть неизменяемый аналог – **frozenset** (как для **list** – **tuple**).

```
>>> x = set()
>>> x_frozen = frozenset()
```

Неизменяемые множества (**frozenset**) можно хэшировать

```
>>> hash(frozenset()) # все хорошо
>>> hash(set()) # raise TypeError!
```

Работа с множествами

Создание:

```
set([1, 2, 3])    {1, 2, 3}
```

Добавление элемента:

```
x.add(key)
```

Удаление элемента (см. также **clear**, **pop**):

```
x.remove(key)    x.discard(key)
```

Проверка принадлежности:

```
key in x
```

Работа с множествами

Логические операции над множествами:

- Пересечение:

$x \& y$ `x.intersection(y)` | $x \&= y$ `x.intersection_update(y)`

- Объединение:

$x | y$ `x.union(y)` | $x |= y$ `x.update(y)`

- Разность:

$x - y$ `x.difference(y)` | $x -= y$ `x.difference_update(y)`

Также доступны проверка вхождения одного множества в другое (`issubset`, `issuperset`) и симметрическая разность множеств (`^`, `symmetric_difference`).

Стиль кода

...

СТИЛЬ КОДА

О пробелах

- Используйте ровно 4 пробела вместо `tab`.
- Добавляйте 2 строки между глобальными функциями, одну – между методами классов.
- Блоки **for**, **if** и пр. *желательно* визуально отделять пустой строкой
- В конце файла *желательно* добавлять пустую строку.
- Знаки математических операций следует выделять пробелами, кроме знака '=' при передаче аргументов по умолчанию
- Перед и после скобок (при вызове функции, индексировании) пробел не нужен
- После запятой пробел нужен всегда, перед – никогда

СТИЛЬ КОДА

Именованние

`var_name`, `function_name`, `ClassName`, `CONST_NAME`

Переменные должны иметь понятные имена и доносить либо назначение переменной, либо описывать то, что в ней содержится (на что указывает).

В именах функций должен присутствовать глагол.

Длина строк

Длина строк не должна превышать 100 символов (ну или 120 – почти всегда), документации – 72

СТИЛЬ КОДА

Дублирующийся код следует выносить в функции.

Комментарии нужны для пояснения тонких моментов.

Кодировка файлов желательна utf-8. Можно дополнительно добавить строку в начало файла:

```
# -*- coding: utf-8 -*-
```

Замечание: все требования – выдержка из PEP-8 и Google style guide.

УТИЛИТЫ для проверки

Проверка кода без выполнения:

- pep8.py
- PyChecker
- PyFlakes
- pylint
- (PyCharm)

Импорт модулей



Основы импорта модулей

Импорт модулей

Импорт модулей:

- **import** <module_name> [as <alias>]
- **from** <module_name> **import** (<name_1> [as <alias_1>],
...,
<name_k> [as <alias_k>])

```
>>> import sys
```

```
>>> print(sys.version)
```

```
3.6.2 (v3.6.2:5fd33b5, Jul 8 2017, 04:14:34) [MSC v.1900  
32 bit (Intel)]
```

Загрузка модулей

Все загруженные модули хранятся в `sys.modules`

```
>>> def is_fractions_imported():  
>>>     return 'fractions' in sys.modules
```

```
>>> assert not is_fractions_imported()
```

```
>>> import fractions  
>>> assert is_fractions_imported()
```

Специальный модуль `__future__` (актуален для Python 2)

```
>>> from __future__ import division  
>>> print(7 / 3)  
2.333333333333333
```

Поиск модулей

Очередность мест поиска:

1. `sys.modules` (уже мог быть загружен)
2. `builtins`
3. `sys.path`:
 - current working directory
 - `PYTHONPATH`
 - Python source directory etc.

! Можно модифицировать `sys.modules` и `sys.path`

* на самом деле чуть сложнее

Файлы
...

Файлы

```
>>> f = open("path_to_file")    # file object
>>> # some actions
>>> f.close()
```

Если произойдет исключение до метода **close**, файл не будет закрыт.

Используйте менеджер контекстов (context manager):

```
>>> with open("path_to_file") as f:
>>>     # some actions
```

Подробнее о файлах

`open(path_to_file, mode, buffering, encoding)` – открывает файл для работы с ним

- **mode** – способ обращения с файлом: `r`, `w`, `a`, `b`, `t`, etc.
- **buffering** – размер буфера

В Python 3 файлы можно читать сразу в кодировке UTF-8 (параметр "encoding")

В Python 2 следует использовать `codecs.open(...)`, `codecs.encode(string, 'utf-8')`, `codecs.decode(string, 'utf-8')`

Файлы, по сути, являются последовательностью байтов, а их интерпретация зависит от кодировки.

Работа с файлами

Чтение: методы **read**, **readline**

Запись: метод **write**

Итерирование: **for line in f: ...**

Также можно смещаться по файлу (**seek**) и сбрасывать буффер (**flush**).

Важно! Flush не гарантирует запись на диск. Используйте **os.fsync**.

Стандартные потоки ввода-вывода: **sys.stdout** и **sys.stderr**.

Форматы ввода-вывода

В стандартной библиотеке Python поддерживается работа:

- архивами (**zipfile**, **gzip/zlib**)
- **csv**-файлами (самый простой формат таблиц)
- **json** (удобно сохранять словари – `json.dumps/json.loads`)

Также есть сторонняя библиотека для работы с **yaml** – расширенный и более читаемый **json**.

Для красивого форматирования объектов при печати есть модуль **pprint**.

Строки

...

Строки

Python 2	Python 3
str – кортеж байтов bytearray – изменяемая последовательность байтов unicode – unicode строка	bytes – кортеж байтов bytearray изменяемая последовательность байтов str – unicode строка

Могут быть заданы как в одинарных `"`, так и двойных `'''` кавычках. Есть также строки в трех кавычках подряд (*docstring*).

К строкам могут быть применены литералы: `r'''`, `u'''`, `b'''`

Длинную строку можно разместить на нескольких строках, взяв ее в скобки.

Методы работы со строками

Методы работы как с кортежами: сложение, умножение, проверка вхождения, длина, индексация:

```
>>> x = 'abc'
```

```
>>> 'b' in x
```

```
True
```

Вопрос: Какой алгоритм используется в стандартной библиотеке для поиска подстрок в строке?

```
>>> x += 'd' * 2 # x: 'abcdd'
```

```
>>> len(x)
```

```
5
```

```
>>> x[:2]
```

```
ab
```

Методы работы со строками

Поиск подстрок: **index**, **count** и **find/rfind**

```
>>> x.find('z')  
-1
```

Проверка вхождения: **startswith**, **endswith**

```
>>> x.endswith(('aa', 'dd')) # можно только один аргумент  
True
```

Замена подстрок

```
>>> x = x.replace('a', 'z') # 'zbcdd'; return a new one
```

Методы работы со строками

Объединение/разбиение по символу: **join**, **split/rsplit** (см. `max_split` аргумент)

```
# 'zbcdd' -> ['zb', 'dd'] -> 'zbcdd'
>>> 'c'.join(x.split('c'))
zbcdd
```

Важно! Если требуется объединить большое количество строк, следует использовать `".join(список_строк)"`

Очистка строк: **strip/lstrip/rstrip**

```
>>> x.strip('d')
zbc
```

Методы работы со строками

Преобразование регистра: **lower**, **upper**, **title**, **capitalize**.

Кодирование: **encode**, **decode**.

Проверка символов: **isalpha**, **isdigit**, etc.

Замечание. Строки, содержащие все цифры или все знаки пунктуации определены в модуле `string`.

Замечание. Работа с **base64** организуется с помощью библиотеки `base64`.

Модель памяти

...

Изменяемые и неизменяемые объекты. Копирование. Синглтоны.

Объекты

Все сущности в Python являются объектами (наследниками типа *object*):

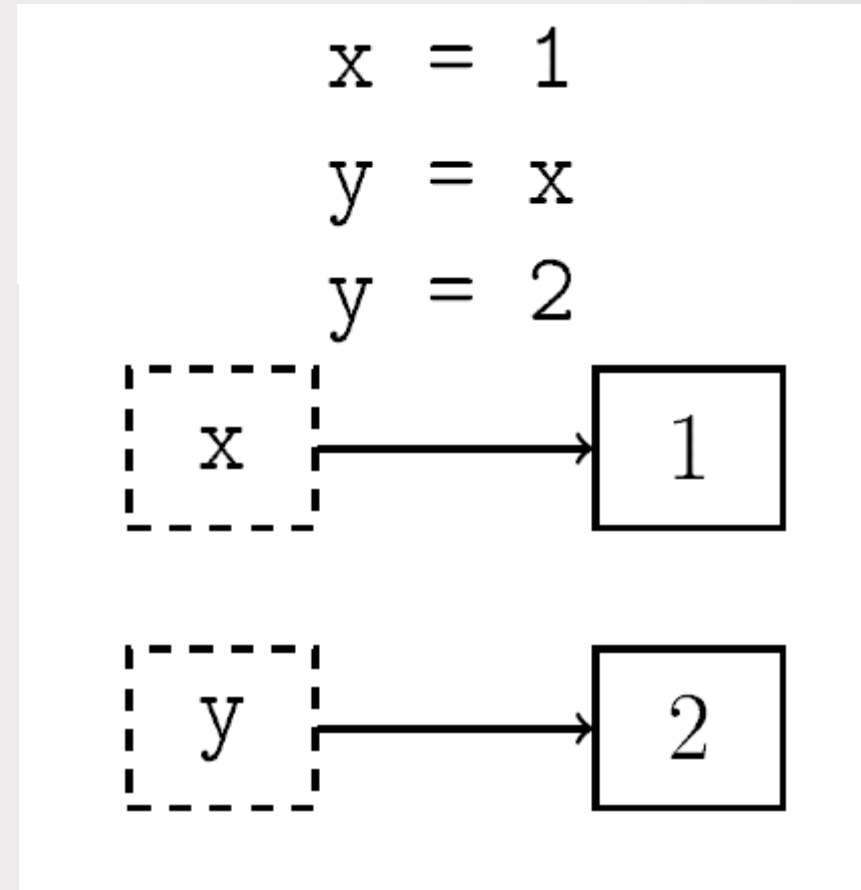
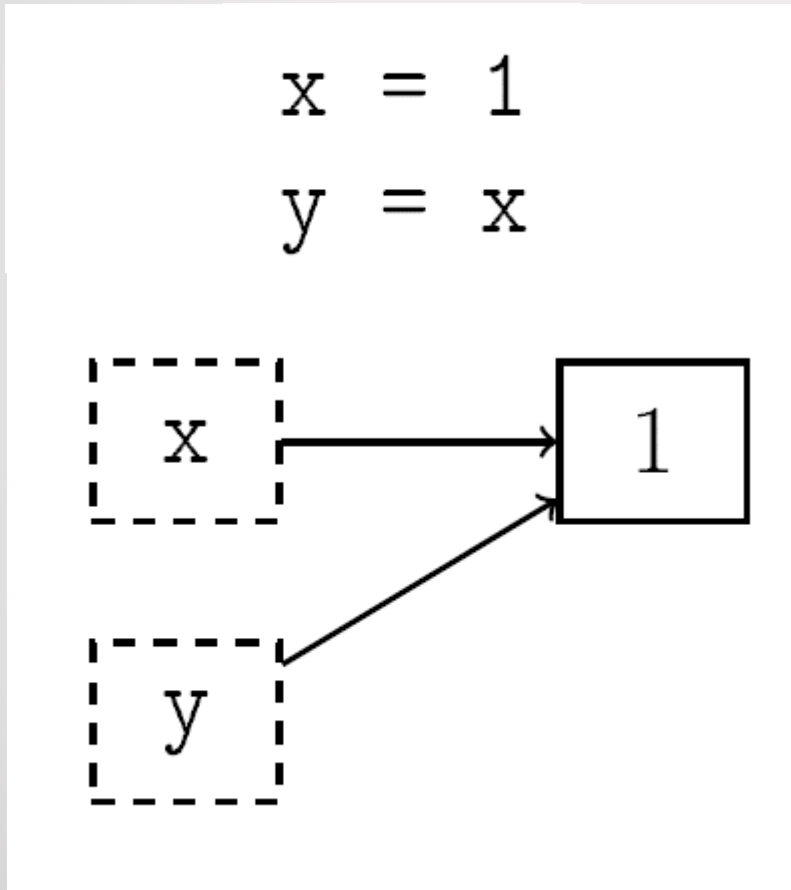
- Числа, списки, словари
- Классы и функции
- Код

У объектов есть свойства:

- *Идентичность* – адрес в памяти (функция **id**), не изменяется, для сравнения используется **is** и **is not**
- *Тип* определяет допустимые значения и операции над ними, также не изменяется (см. функцию **type**)
- *Значение* может быть *изменяемым* (**list**) и *неизменяемым* (**tuple**)

Связь имени и объекта

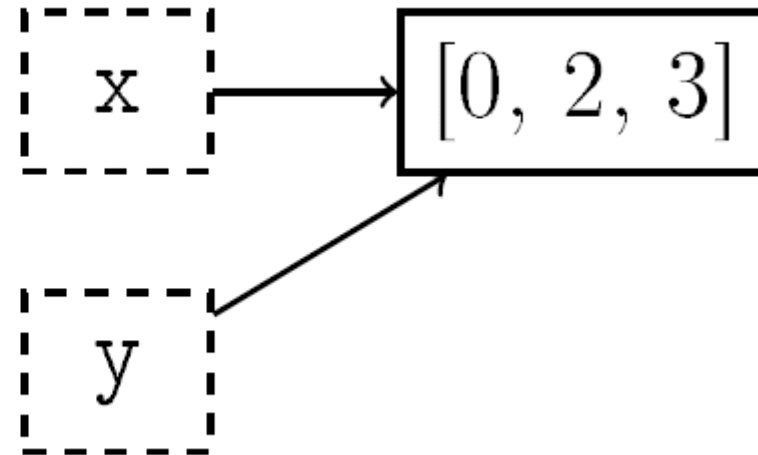
Каждому имени в коде соответствует объект в памяти:



Изменяемые объекты

Значение объектов может меняться:

```
x = [1, 2]  
y = x  
y += [3]  
x[0] = 0
```



Неизменяемые объекты

Значение некоторых объектов, например, кортежей – нет:

```
>>> a = (1, 2)
```

```
>>> a[0] = 0
```

```
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

Вопрос: что будет в таком примере?

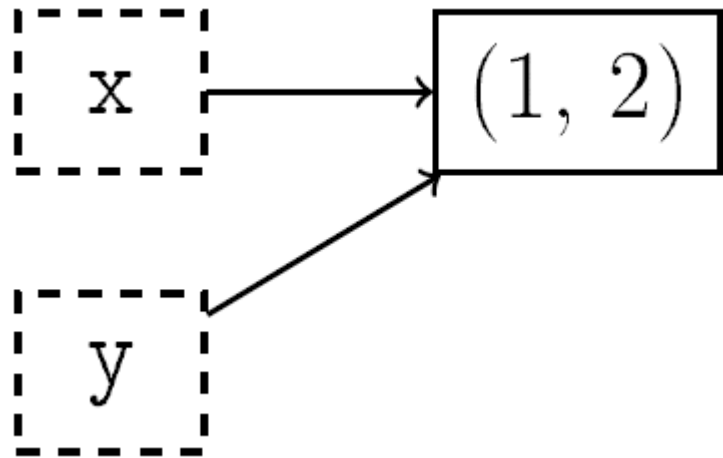
```
>>> a = ([0], )
```

```
>>> a[0] += [1]
```

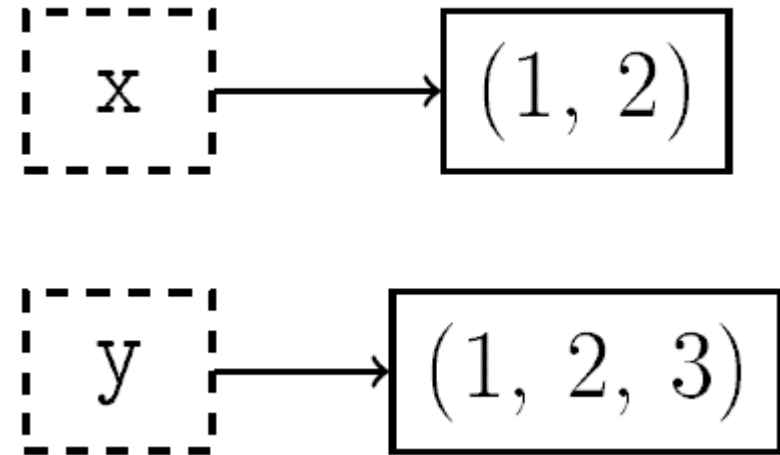
Неизменяемые объекты

При работе с неизменяемыми объектами некоторые операции создадут новый объект:

```
x = (1, 2)
y = x
```



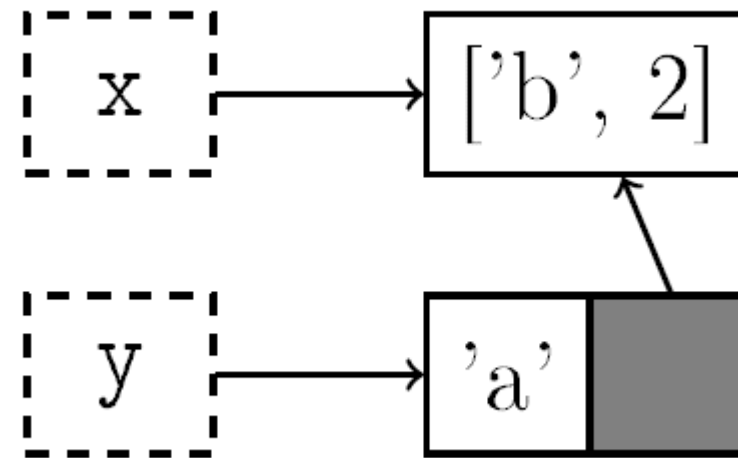
```
x = (1, 2)
y = x
y += (3, )
```



«Контейнеры»

Объекты, например, списки и словари, могут содержать ссылки на другие объекты:

```
x = [1, 2]  
y = ('a', x)  
x[0] = 'b'
```



Копирование объектов

Копирование объектов

- неизменяемые: при присваивании создается копия
- изменяемые: присваивается ссылка, поэтому нужно использовать либо методы **copy** и **deepcopy** (модуль **copy**), либо конструктор копирования

Неизменяемые типы

int float complex bool str tuple frozenset

Изменяемые типы

list dict set

СИНГЛТОНЫ

Некоторые объекты поддерживаются в единственном экземпляре:

None True False

А также

- **NotImplemented** (используется в операторах сравнения)
- **Ellipsis** (используется в математических библиотеках)

Замечание. В этом можно убедиться вызвав функцию **id**.

Помимо **None, True, False, NotImplemented** и **Ellipsis**, числа от **-5** до **256** могут быть также синглтонами ввиду их частого использования. Это зависит от *реализации интерпретатора*.

СИНГЛТОНЫ

Важно! Объект **None** используется в качестве параметра по умолчанию для обозначения того, что ничего не передано.

Если значение **None** является допустимым и его нельзя использовать в качестве аргумента по умолчанию, то создают объект (например, глобальный) типа **object** и проверяют, является ли переданный аргумент идентичным этому объекту.

Замечание. При каждой загрузке модуля объект создаваться заново не будет.

```
>>> not_set = object()
>>> def f(x=not_set):
>>>     is_x_set = (x is not not_set)
```

Ответы и полезные ссылки

...

ОТВЕТЫ

- Сортировка – [TimSort](#) (производная merge sort и insertion sort)
- Hash-функция в Python < 3.4 – FNV, далее – SipHash ([PEP456](#))
- В стандартной библиотеке для поиска подстрок в строке используется алгоритм [Бойера-Мура](#)

Полезные ссылки

- Сайт Jupyter (инструкция по установке и документация – <https://jupyter.org>)
- Как использовать сразу две версии Python: [здесь](#) и [здесь](#)
- Документация по «магическим» выражениям Jupyter – [здесь](#)

ФИНАЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

- Нет скобок – все регулируется отступами (4 пробела, см. policy)
- Оператор **for** для итерирования – аналог *foreach*
- Стандартная библиотека содержит много полезного:

<https://docs.python.org/2.7/library> | <https://docs.python.org/3/library>