Константин Леонидович Белянский

Программирование на языке Python

Факультет проблем физики и энергетики

Кафедра "Фундаментальные взаимодействия и космология"

Осенний семестр 2018-2019 учебного года

http://python.inr.ru

E-Mail: python@inr.ru

Основная литература:

1. Марк Лутц. "Изучаем Python", 4-е издание. Пер. с англ. СПб., Символ-Плюс, 2011. 1280 с, ил. ISBN 978-5-93286-159-2

Дополнительная литература:

1. Марк Лутц. "Python. Карманный справочник", Пер. с англ. М, Вильямс, 2015, 320 с, ил. ISBN 978-5-8459-1965-6

2. Марк Лутц. "Программирование на Python", 4-е издание, в двух томах. Пер. с англ. СПб., Символ-Плюс, 2011, 992 с, ил. ISBN т.1 978-5-93286-211-7, т.2 978-0-596-15810-1

3. Марк Саммерфилд. "Программирование на Python 3. Подробное руководство", Пер. с англ. СПб., Символ-Плюс, 2009. - 608 с, ил. ISBN: 978-5-93286-161-5

4. Стив Макконнелл. "Совершенный код. Мастер-Класс", Пер. с англ. М. "Русская Редакция", 2010, 896 с, ил. ISBN 978-5-7502-0064-1

Технические средства курса

- Слайды лекций, примеры к лекциям и домашние задания можно найти на сайте

  `http://python.inr.ru/`

- Для выполнения домашних заданий будет использоваться учебный сервер

  `pitomnik.inr.ru`

  - доступ к серверу осуществляется по протоколу ssh
- Простой способ скопировать примеры к лекции на учебный сервер:

  `wget http://python.inr.ru/e1801.py`

- Со всеми вопросами можно обращаться по электронной почте

  `python@inr.ru`

Лекция 1

Введение

Pytnon и его место среди языков программирования

Запуск Pytnon программ

Ресурсы в сети Internet

Официальный сайт языка Python

https://www.python.org/

Здесь находятся:

- Официальная документация по языку и стандартной библиотеке
  - отличный справочный материал, не столько для изучения, скорее для поиска ответа на любой вопрос
- Документы PEP (Python Enhancement Proposals)
  - фактически это изложение стандарта языка
- Инсталляционные пакеты для Windows, Mac OS X и Linux
  - Все дистрибутивы Linux уже содержат интерпретатор Python
  - При установке Python для Windows следует разрешить включение Python в System Path

Ресурсы в сети Internet

Специальные сборки Python, включающие библиотеки для научных расчетов

- Anaconda
  - `https://www.continuum.io/downloads`
  - Есть пакеты для Windows, Mac OS X и Linux
  - Лицензия BSD

Текстовые редакторы, требования:

- Поддержка отступов
- Подсветка синтаксиса
- Автодополнение
- Запуск разрабатываемой программы из редактора

Текстовые редакторы, примеры

- SciTE (Linux, Windows)
  - `http://www.scintilla.org/SciTE.html`
  - Простой редактор в виде единственного .exe файла
- Geany (Linux, Mac OS X, Windows)
  - `https://www.geany.org/`
  - Более развитый редактор с поддержкой проектов
- Sublime Text 3 (демо-версия, Linux, Mac OS X, Windows)
  - `https://www.sublimetext.com/3`
  - Редактор популярный среди Web-разработчиков
- PyCharm Community Edition (Linux, Mac OS X, Windows)
  - `https://www.jetbrains.com/pycharm/`
  - Бесплатная версия интегрированной среды разработки на Питоне, есть базовая поддержка других языков
  - Запускается как `charm`

Web-ориентированная среда Jupyter

- Среда имитирует рабочую тетрадь исследователя. Заметки, расчеты и результаты отображаются в общем пространстве.
- В качестве пользовательского приложения используется Web-браузер
- Имеет модульную архитектуру и в дополнение к Питону поддерживает ряд других языков программирования, в частности:
  - C#
  - Fortran
  - Mathematica
  - MATLAB
  - Perl
  - PHP
  - R

Среда исполнения программ

Операционные системы

- Семейство UNIX
- Семейство Windows
- ?

Архитектуры процессоров

- Intel / AMD : x86 / x86_64
- ARM
- MIPS
- IBM POWER
- Множество архитектур микроконтроллеров

Сетевые утилиты:

- Для запуска программ на удаленных Linux серверах используется ssh протокол с шифрованием трафика
  - утилита ssh обеспечивает терминальный доступ
  - утилита scp копирует файлы
- Все дистрибутивы Linux уже содержат утилиты ssh и scp
- MobaXterm - один из лучших ssh / scp пакетов для Windows
  - `http://mobaxterm.mobatek.net/`
  - есть бесплатная версия
  - обеспечивает запуск приложений с графическим интерфейсом пользователя (включает в себя X-server)
- PuTTY - Простейший ssh / scp клиент для Windows
  - `https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html`
  - Открытое ПО, лицензия MIT

Локальное редактирование + удаленное исполнение

При работе на удаленном сервере часто используется следующая модель поведения:

- Запуск терминала на удаленном сервере с возможностью работы с графическими приложениями

```
ssh -Y username@remote.server.com # или ssh сессия в MobaXterm
cd working/directory
```

- Редактирование файлов программы на компьютере пользователя
- Копирование файлов программы на удаленный сервер

```
scp -p *.py username@remote.server.com:working/directory
```

- Запуск программы в окне терминала удаленного сервера

```
python3 my_program.py
```

Python и другие языки программирования общего назначения

- компилируемые, статическая типизация
  - C/C++, C# (Microsoft), Objective-C (Apple), Pascal / Delphi
  - Fortran, Algol, PL/I, Modula 2, Ada
  - Go, Rust - новые языки, поддержка параллелизма, автоматическое управление памятью
- интерпретируемые, динамическая типизация
  - Bacic (VB), Tcl/Tk, Perl, Python, Ruby - универсальные
  - Javascript (ECMAScript) - интерпретируется в браузере
  - Dart - разрабатывается в Google, компилируется в Javascript
  - PHP - интерпретируется на Web-сервере
  - Интерпретаторы команд - sh, bash, csh, Microsoft PowerShell
- Java
  - корпоративные системы, программы для Android

Python, краткая история

- Создатель: Гвидо Ван Россум (Guido van Rossum)
  - 1991 г. февраль - первая публикация
  - 1994 г. январь - версия 1.0
  - 2000 г. 16 октября - версия 2.0
  - 2008 г. 3 декабря - версия 3.0 (Python 3000)
  - 2016 г. 23 декабря - версия 3.6
  - 2018 г. 27 июня - версия 3.7.0
- Формат номера версии: `MAJOR.MINOR.PATCH`
- CPython - эталонная реализация
- Другие реализации:
  - Jython - реализация Python на языке Java
  - PyPy - реализация Python на языке ... Python - для прототипирования новых возможностей языка
  - Несколько реализаций Питона для Android

Версии языка Python

- Версия 1 уже давно не используется
- Версия 2
  - Все еще используется в ряде проектов
  - Будет поддерживаться до 2020 г.
- Версия 3, изменения:
  - Эффективная работа с большими объемами данных
    - Пример: результат функции range(0, 100)
  - Строгая реализация работы с Unicode
    - Последовательности байт выделены в отдельный тип данных
  - инструкция print заменена функцией print()
    - Увеличена гибкость операции вывода на консоль
    - В версию 2 введен модуль future для обеспечения обратной совместимости

Python это открытое программное обеспечение

- Интерпретатор
  - Собственная лицензия, совместимая с GPL
  - Нет ограничений на интеграцию с коммерческими продуктами. Сделанные изменения не обязательно должны иметь открытую лицензию.
- Программы
  - Реализация программы, как интерпретируемого текста препятствует ее "закрытию"
  - Есть возможность распространения программ в виде байт-кода или в виде монолитного исполняемого файла, однако такой подход встречается достаточно редко
- Открытое и бесплатное программное обеспечение это не одно и то же

Почему Python ?

- Используется в CERN
  - наличие стандартных библиотек, ориентированных на научные вычисления
  - комплексный тип данных, как один из базовых числовых типов
- Используется в Google
  - Google App Engine
  - решение ряда внутренних инженерных задач
- Фактический стандарт интерпретируемого языка программирования в Linux, постепенно заменяет собой Perl
- Высокая производительность труда программиста
- Программы [почти] независимы от платформы исполнения
- Один из наиболее востребованных на рынке труда интерпретируемый язык программирования

Недостатки Python

- медленнее чем C/C++
- распараллеливание программ сильно затруднено
  - параллельные процессы достаточно эффективны
  - мультитредовые приложения ограничены GIL
- много возможностей, необходимость самодисциплины
- часть ошибок выявляется только на этапе исполнения, это общий недостаток интерпретируемых языков
  - юнит-тестирование приобретает особую важность
  - непрерывная интеграция позволяет обнаруживать ошибки на ранних этапах разработки

Терминология

- В лекциях использована терминология русского перевода книги Марка Лутца "Изучаем Python" [1]
- *Программа* на Питоне это последовательность инструкций
- *Инструкция* это
  - инструкция управления, например цикл или условие
  - инструкция присваивания: *переменная = выражение*
  - одиночное выражение записанное в строке текста программы, в том числе элементарное выражение
- *Оператор* - символ операции допустимой в выражении. Полный список операторов будет представлен на лекции 2.
- *Выражение* это последовательность операндов соединенных операторами. *Выражение не может содержать инструкций*.
- *Операнд* это выражение, в том числе элементарное выражение
- *Элементарное выражение* это литерал или переменная
- Строка текста программы (line) и строка-литерал (string)

Комментарии

- Символ комментария #. Сам символ и все символы справа от него и до конца строки игнорируются
- Для комментирования большого фрагмента текста можно использовать строки в тройных кавычках
  - Строка это элементарное выражение, а выражение это инструкция, то есть синтаксически корректная конструкция
- Примеры:

```
a = 1
a = a * 2 # здесь a увеличивается вдвое
a = a * 2 # здесь a увеличивается вдвое еще раз
a = a * 2 # и еще раз
"""
a = a * 2 # и еще раз
a = a * 2 # и еще раз
a = a * 2 # и еще раз
"""
# После всех вычислений переменная a примет значение 8
```

Пример синтаксически корректной программы

```
a = 3 + 2  # инструкция присваивания
3 + 2      # одиночное выражение записанное в строке
"A string" # элементарное выражение
3          # элементарное выражение
a          # элементарное выражение
a == 12    # одиночное выражение записанное в строке
```

Особенности синтаксиса и терминологии

- Отступы это часть синтаксиса, строка это инструкция
- *Составная конструкция языка* состоит из заголовка и блока
  - Заголовок это строка, завершающаяся двоеточием
  - Блок это последовательность строк, отступ которых на единицу больше, чем у строки-заголовка

```
if apples > pears:
   eat_apples(apples - pears)
   print('We ate extra apples')
get_more_fruits()
```

- Массив это list, неизменяемый массив это tuple (кортеж)
- Хеш (ассоциативный массив) это dict (словарь)
- Язык поддерживает тип данных set (множество) к которому применимы теоретико-множественные операции
- Python создан математиком, а Perl лингвистом

Объект

- *Объект* это композитная конструкция включающая в себя именованные элементы
- Элементы в составе объекта называют *атрибутами*
- Атрибуты могут быть объектами, функциями или данными элементарных типов
- Для атрибутов-функций введен специальный термин *метод*
- Для обращения к атрибуту (методу) используется оператор точка

```
a.data = 3
a.add(2)
```

- Метод имеет доступ к атрибутам и методам своего объекта используя аргумент self

```
result = self.data + value
```

Объекты, классы типы

- Почти все, что есть в языке Питон это объекты
- Объект это воплощение (конкретная реализация) класса
- Класс это набор свойств, передаваемый объекту при его создании
- В Питоне тип объекта и его класс фактически синонимы
  - Создавая новый класс мы вводим новый тип данных с именем созданного класса
  - Встроенные в язык типы данных и типы данных введенные стандартной библиотекой реализованы соответствующими классами
- Класс это тоже объект (!)
- Питон поддерживает как процедурный, так и объектно-ориентированный стили программирования

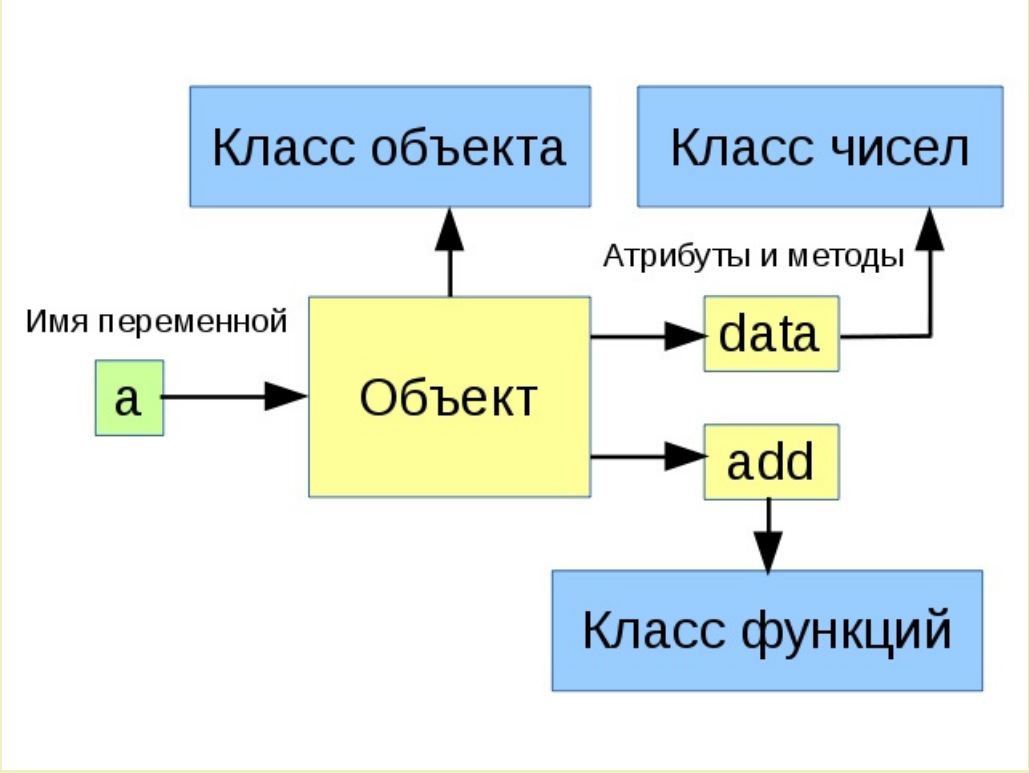
Переменные и инструкция присваивания

- Для сохранения результата вычисления выражения используется переменная

```
n = 4 + 6 * 2
s = 'Long' + 'Name'
```

- Результат вычисления выражения это объект, находящийся во внутренних структурах данных интерпретатора
- Объект имеет тип, то есть представляет собой данные определенного типа
- Переменная это имя объекта или label (ярлык).
  Сама по себе переменная типа аналогичного типам C++ не имеет и может быть "наклеена" на объект любого типа.
- Операция присваивания это *акт привязки* имени переменной к объекту
- Присваивание не создает объект; объекты создаются и уничтожаются интерпретатором по мере необходимости

Объект, его класс, имя и атрибуты



Три фундаментальных конструкции

- В основе реализации языка Python лежат три фундаментальных конструкции:

  Присваивание

  Обращение к атрибуту

  Выражение

- Знание этих конструкций критически важно для понимания языка

Строки

- Строка, как тип данных, это последовательность символов, заключенных в одинарные или двойные кавычки
- Строки в одинарных кавычках и строки в двойных кавычках эквивалентны и интерпретируются одинаково
- Строки ограниченные тремя символами кавычек могут занимать несколько строк текста программы, при этом символы переноса строки входят в состав строки как символ \n (код 10)
  - Символ кавычек может быть как двойным, так и одинарным
- Внутри строк интерпретируются C Esc-последовательности
- Переменные внутри строк не интерпретируются. Для "внедрения" в строку значения переменной существует оператор % и синтаксис аналогичный функции printf() языка C
  - Пример:

```
s = '%2d часов\t%02d минут' % (16, 30)
print(s)
```

Функция print()

- Начиная с версии 3 в языке Python *инструкция* print заменена *функцией* print()
- Большинство объектов имеют свойство "быть напечатанным" то есть быть преобразованным в текстовую строку
- Функция print() воспринимает любое количество аргументов и "печатает" их последовательно в стандартный вывод разделяя пробелом и завершая символом новой строки
- Именованные аргументы позволяют настроить поведение функции print()
  - параметр *sep* позволяет заменить разделитель
  - параметр *end* позволяет заменить конец строки
  - параметр *file* позволяет направить вывод в файл
- Пример замены разделителя:

```
print(1, 2, 3) # => 1 2 3
print(1, 2, 3, sep='->') # => 1->2->3
```

Функции

- Определение функции это присваивание имени объекту-функции

```
def add(a, b):
    n = a + b
    return n
```

- Вызов функции

```
result = add(2, 4)
print('sum =', result) # => sum = 6
```

- При определении функции указываются ее *аргументы* (a и b)
- При вызове функции ей передаются *параметры* (2 и 4)
- Передача параметра эквивалентна инструкции присваивания:

```
переменная_аргумент = передаваемый_параметр
```

- Имя функции это такая же переменная, как и любая другая
- Функции можно определять внутри функций

Пробелы и отступы (PEP 8)

- Отступы составлены из пробелов или горизонтальных табуляций. Рекомендуемый единичный отступ 4 пробела.
- В отступах не стоит (в версии 3 нельзя) смешивать пробелы и табуляции
- За пределами отступов:
  - Пробел и табуляция эквивалентны
  - Пробел это разделитель, но он необходим только там, где нет другого разделителя
  - Там где есть один пробел можно добавить любое количество пробелов
- Примеры:

```
a=2+3*4 # Без пробелов
a = 2 + 3 * 4 # То же, но с пробелами
a=a+1 if a==14 else a+4 # Правильно
a=a+1 ifa==14 else a+4 # Синтаксическая ошибка
```

Переносы строк (PEP 8)

- Длинную строку текста программы можно перенести используя символ \ в точке переноса
- Конструкции, заключенные в скобки (), [], или {} можно переносить в любом месте - свободный формат
- Примеры:

```
a = 0.5 - math.sin(alpha + math.pi/2)
a = 0.5 - \
   math.sin(alpha + math.pi/2)
a = 0.5 - math.sin(alpha +
math.pi/2)
```

- Точка переноса интерпретируется как пробел:

```
b = alpha ** 2 # Правильно
b = alpha *\
* 2 # Синтаксическая ошибка, оператор ** разорван пробелом
s = 'ab\
cd' # => 'abcd' - однако пробел не вставляется в строковые литералы
```

Несколько инструкций в строке

- В одной строке можно записать несколько инструкций разделяя их символом ; (точка с запятой)

```
a = math.sin(alpha + math.pi/2) ; a = 0.5 - a ; print(a)
```

- В составной конструкции языка блок можно записать строке заголовка, сразу после двоеточия

```
if a < 0: a = -a ; print(a) ; a = a + 1 ; print(a)
```

  - в этом примере все четыре инструкции следующие за двоеточием будут исполнены только в том случае если a меньше нуля
- Несколько инструкций в строке это плохой стиль, однако его можно встретить:
  - в больших группах инструкций if
  - в группах отладочных инструкций
  - в лекциях для экономии места на слайде

Включение файлов в текст программы

- Включение файла в виде собственного пространства имен
  - ```
    import math
    a = math.sin(alpha)
    ```
- Включение имен из файла в текущее пространство имен
  - ```
    from math import sin, cos, tan
    a = sin(alpha)
    ```
- Изменение имен при включении из файла
  - ```
    from math import sin as sinus, cos as cosinus
    a = sinus(alpha)
    ```
- math может быть файлом math.py, файлом math.pyc или специально оформленным модулем, написанным на Питоне или другом языке программирования
    ```

Файл, модуль, объект

- Файл с текстом программы на Питоне называют *модулем*
- Файл переданный интерпретатору для исполнения называют главным модулем. Имя главного модуля `__main__`
- Модуль это объект. Определенные в модуле глобальные переменные это его атрибуты, а функции это его методы. Имена функций это также глобальные переменные.
- При использовании конструкции вида

  ```
  from math import sin, cos, tan
  ```

  в текущем модуле создаются глобальные переменные sin, cos и tan, которые ссылаются на соответствующие функции из модуля math
- Строго говоря, "глобальная" переменная это переменная уровня модуля. Получить доступ к такой переменной можно только явным использованием импорта.

Запуск Python программы

- Программа не имеет специального оформления, строки кода помещенные в файл с расширением .py исполняются последовательно.
- Windows
  - Python устанавливается как обычное Windows приложение
  - Файлы с расширением .pyw запускаются двойным щелчком мыши
  - Запуск из командной строки: python имя_файла.py
    Для этого нужно разрешить включение Python в System Path
- Linux
  - Python входит в дистрибутив Linux как пакет
  - Запуск из командной строки: python3 имя_файла.py
- Запуск без имени файла - интерактивный режим, выход: exit()
  а также: Ctrl-Z + Enter в Windows или Ctrl-D в Linux
- Среда IDLE - интерактивный интерпретатор
- Редактор Geany: программа запускается нажатием клавиши F5

Идеология языка или Zen of Python

- Красивое лучше уродливого
- Явное лучше неявного
- Простое лучше сложного
- Сложное лучше запутанного
- Развернутое лучше вложенного
- Разреженное лучше плотного
- Читаемость имеет значение
- Особые случаи не настолько особые, чтобы нарушать правила.
  При этом практичность важнее безупречности.
- Ошибки не должны замалчиваться
  Если не замалчиваются явно
- Встретив двусмысленность, отбросьте искушение угадать

Идеология языка или Zen of Python

- Должен существовать один - и, желательно, только один - очевидный способ сделать это.
  Хотя он поначалу может быть и не очевиден, если вы не голландец (т.е. автор языка)
- Сейчас лучше, чем никогда
- Хотя никогда зачастую лучше, чем *прямо* сейчас
- Если реализацию сложно объяснить - идея плоха
- Если реализацию легко объяснить - идея, возможно, хороша
- Пространства имен - отличная штука! Будем делать их побольше!

Эти правила всегда можно прочесть набрав в командной строке интерпретатора import this