Язык программирования Python

С.В. Лемешевский
(sergey.lemeshevsky@gmail.com)

Институт математики НАН Беларуси

Feb 20, 2020

Введение 1

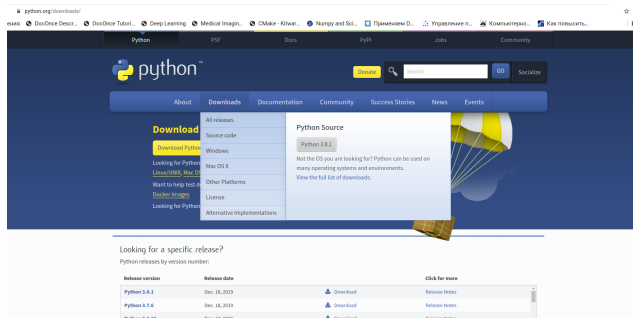
1.1. Установка

1.1.1. Версии Python

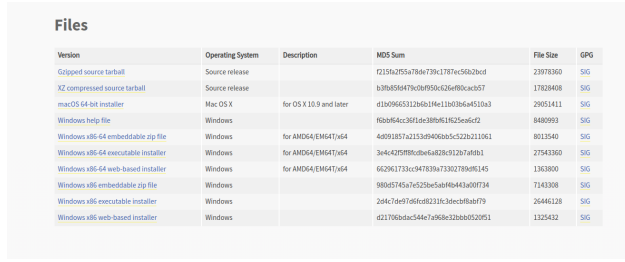
На сегодняшний день существуют две версии Python — это Python 2 и Python 3, у них отсутствует полная совместимость друг с другом. На данный момент вторая версия Python ещё широко используется, но, судя по изменениям, которые происходят, со временем, она останется только для запуска старого кода. Мы будем Python 3, и, в дальнейшем, если где-то будет встречаться слово Python, то под ним следует понимать Python 3. Случаи применения Python 2 будут специально оговариваться.

1.1.2. Установка Python

Для установки интерпретатора Python на ваш компьютер, первое, что нужно сделать — это скачать дистрибутив. Загрузить его можно с официального сайта, перейдя по ссылке `https://www.python.org/downloads/`

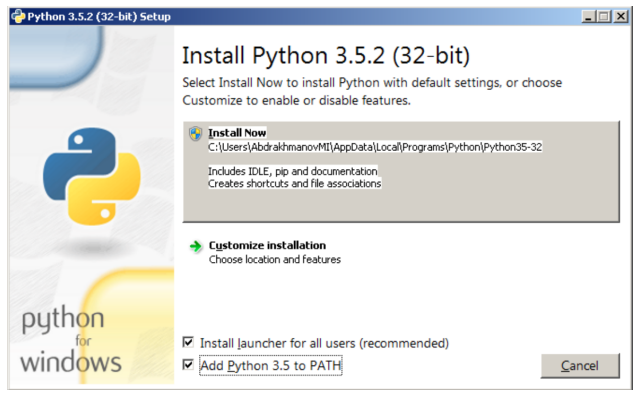


Установка Python в Windows. Для операционной системы Windows дистрибутив распространяется либо в виде исполняемого файл, либо в виде архивного файла.



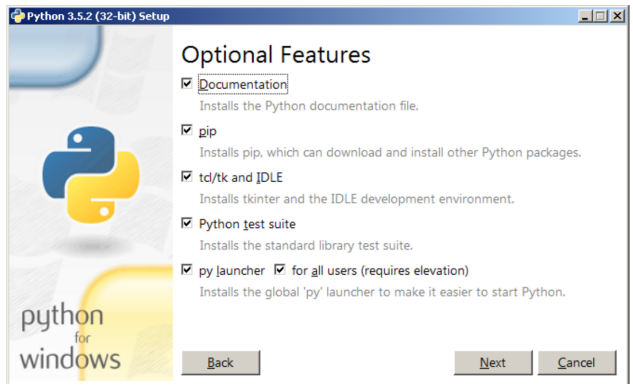
Порядок установки.

1. Запустите скачанный установочный файл.
2. Выберете способ установки.



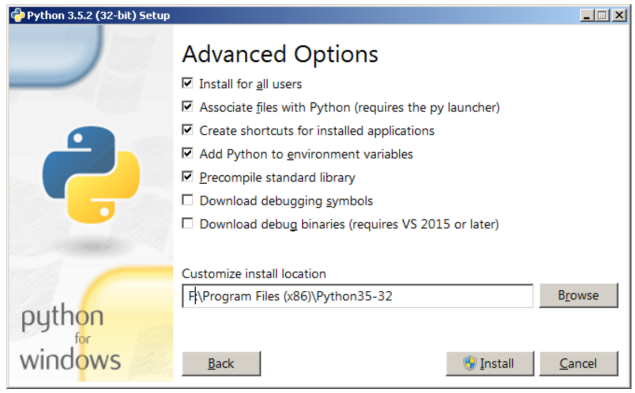
В данном окне предлагается два варианта *Install Now* и *Customize installation*. При выборе *Install Now*, Python установится в папку по указанному пути. Помимо самого интерпретатора будет установлен `IDLE` (интегрированная среда разработки), `pip` (пакетный менеджер) и документация, а также будут созданы соответствующие ярлыки и установлены связи файлов, имеющие расширение `.py` с интерпретатором Python. *Customize installation* – это вариант настраиваемой установки. Опция *Add python 3.* to `PATH` нужна для того, чтобы появилась возможность запускать интерпретатор без указания полного пути до исполняемого файла при работе в командной строке.

1. Отметьте необходимые опций установки (доступно при выборе *Customize installation*)



На этом шаге нам предлагается отметить дополнения, устанавливаемые вместе с интерпретатором Python . Рекомендуем выбрать все опции:

- `Documentation` – установка документаций.
- `pip` – установка пакетного менеджера pip.
- `tcl/tk` and `IDLE` – установка интегрированной среды разработки (`IDLE`) и библиотеки для построения графического интерфейса (`tkinter`).
- Выберете место установки (доступно при выборе Customize installation)

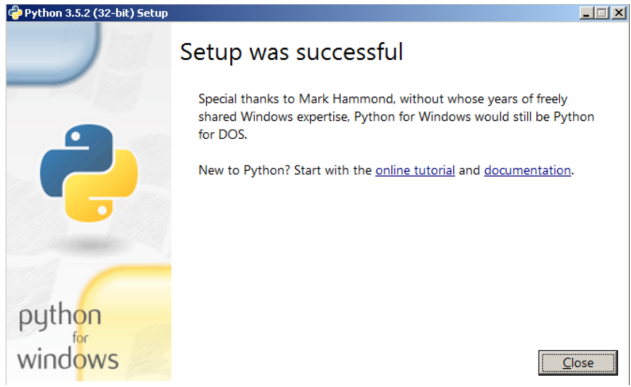


Помимо указания пути, данное окно позволяет внести дополнительные изменения в процесс установки с помощью опций:

- `Install for all users` – Установить для всех пользователей. Если не выбрать данную опцию, то будет предложен вариант инсталляции в папку пользователя, устанавливающего интерпретатор.
- `Associate files with Python` – Связать файлы, имеющие расширение `.py`, с Python. При выборе данной опции будут внесены изменения в Windows , позволяющие запускать Python скрипты по двойному щелчку мыши.
- `Create shortcuts for installed applications` – Создать ярлыки для запуска приложений.
- `Add Python to environment variables` – Добавить пути до интерпретатора Python в переменную `PATH`.
- `Precomple standard library` – Провести прекомпиляцию стандартной библиотеки.

Последние два пункта (`Download debugging symbols`, `Download debug binaries`) связаны с загрузкой компонентов для отладки, их мы устанавливать не будем.

1. После успешной установки вас ждет следующее сообщение.



Установка Python в Linux. Чаще всего интерпретатор Python уже в входит в состав дистрибутива. Это можно проверить набрав в терминале

Terminal

```
Terminal> python
```

или

Terminal

```
Terminal> python3
```

В первом случае, вы запустите Python 2 во втором – Python 3. В будущем, скорее всего, во всех дистрибутивах Linux, включающих Python, будет входить только третья версия. Если у вас, при попытке запустить Python, выдается сообщение о том, что он не установлен, или установлен, но не тот, что вы хотите, то у вас есть два пути: а) собрать Python из исходников; б) взять из репозитория.

Например, для установки из репозитория в Ubuntu воспользуйтесь командой:

Terminal

```
Terminal> sudo apt-get install python3
```

1.1.3. Установка Anaconda

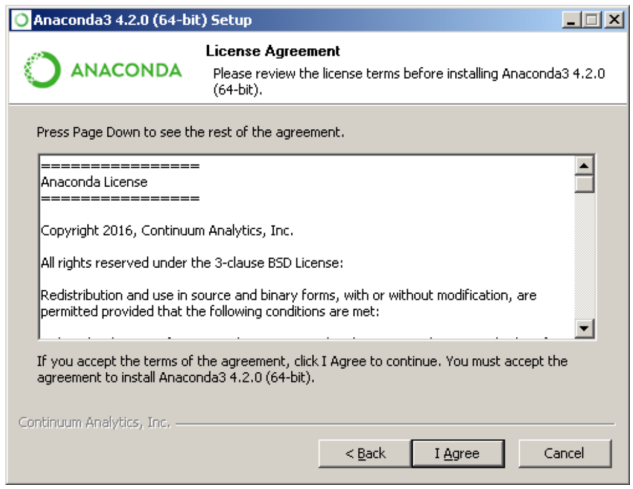
Для удобства запуска примеров и изучения языка Python , советуем установить на свой ПК пакет Anaconda . Этот пакет включает в себя интерпретатор языка Python (есть версии 2 и 3), набор наиболее часто используемых библиотек и удобную среду разработки и исполнения, запускаемую в браузере.

Для установки этого пакета, предварительно нужно скачать дистрибутив `https://www.continuum.io/downloads`.

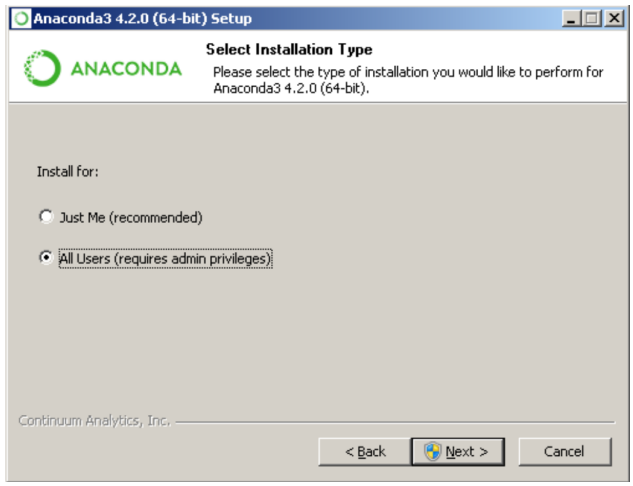
Есть варианты под Windows , Linux и Mac OS .

Установка Anaconda в Windows. 1. Запустите скачанный инсталлятор. В первом появившемся окне необходимо нажать «Next».

2. Далее следует принять лицензионное соглашение.

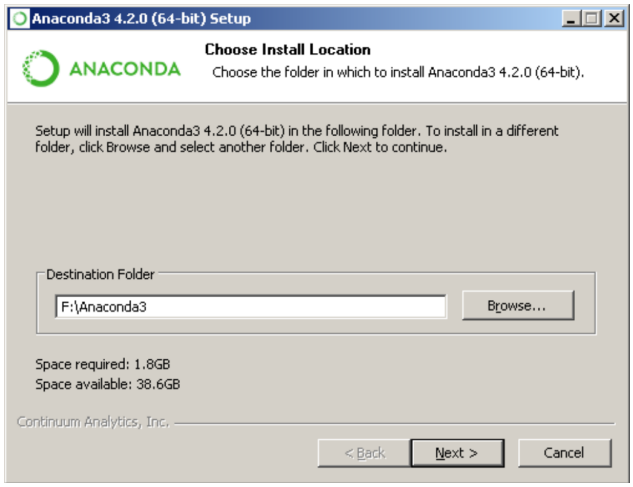


3. Выберете одну из опций установки:

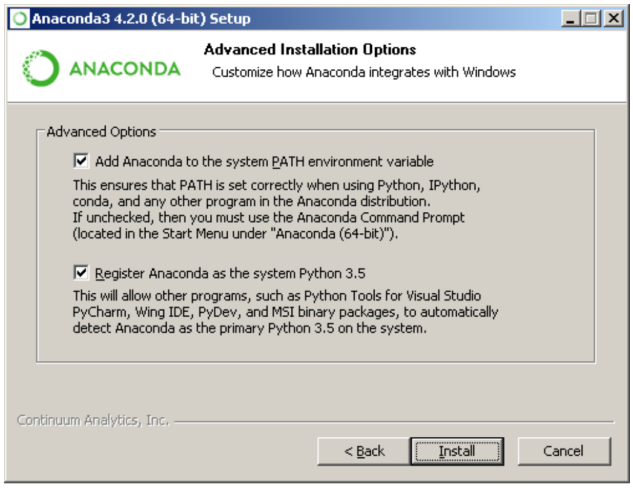


- `Just Me` – только для пользователя, запустившего установку;
- `All Users` – для всех пользователей.

4. Укажите путь, по которому будет установлена Anaconda.



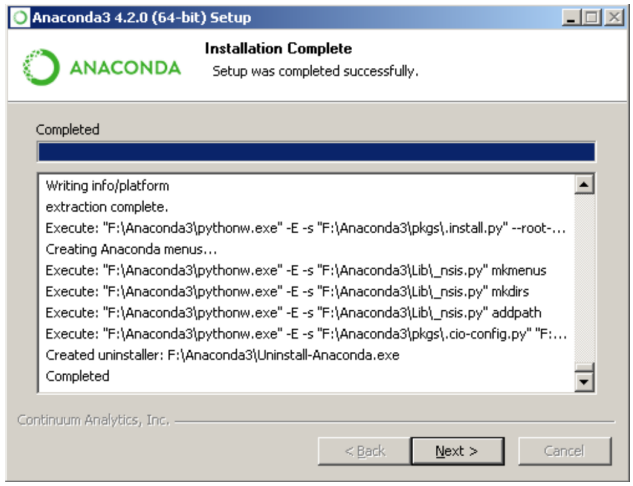
5. Укажите дополнительные опции:



- `Add Anaconda to the system PATH environment variable` – добавить Anaconda в системную переменную `PATH`;
- `Register Anaconda as the system Python 3` – использовать Anaconda, как интерпретатор Python 3 по умолчанию.

Для начала установки нажмите на кнопку «Install».

5. После этого будет произведена установка Anaconda на ваш компьютер.

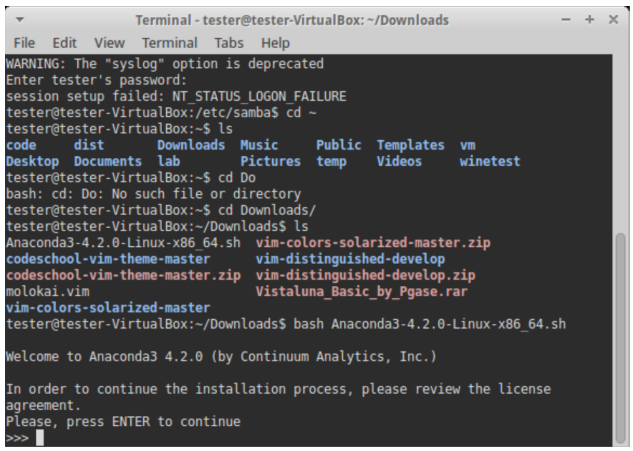


Установка Anaconda в Linux. Скачайте дистрибутив Anaconda для Linux, он будет иметь расширение `.sh` , и запустите установку командой:

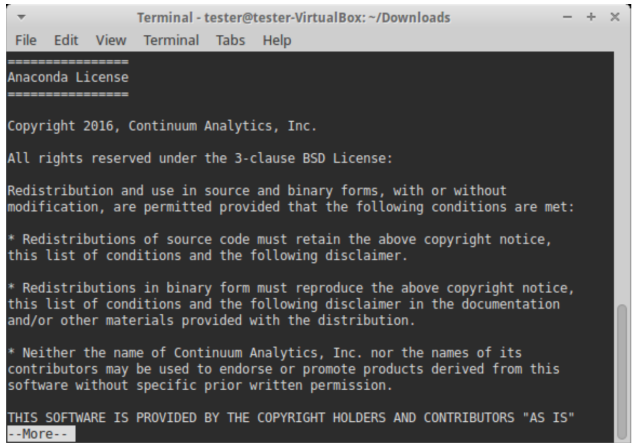
Terminal

```
Terminal> bash имя_дистрибутива.sh
```

В результате вы увидите приглашение к установке. Для продолжения процессе нажмите «Enter».



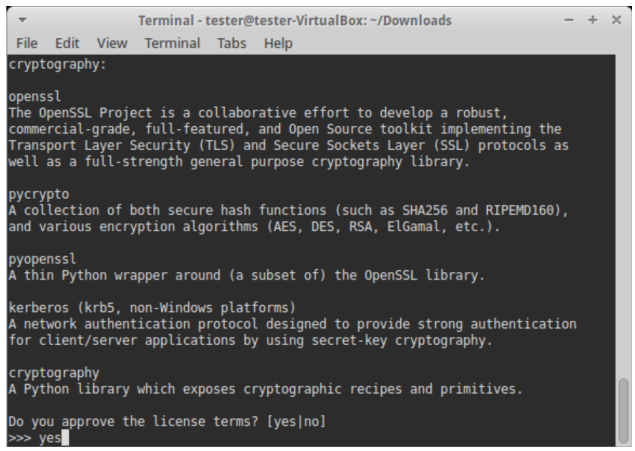
2. Прочитайте лицензионное соглашение, его нужно пролистать до конца.



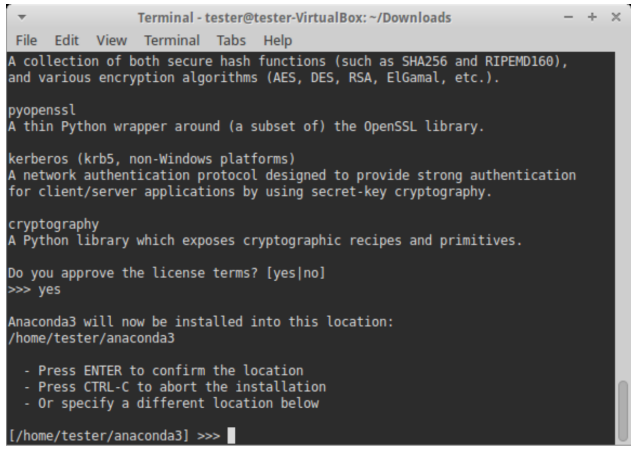
Согласитесь с ним, для этого требуется набрать в командной строке `yes`, в ответе на вопрос инсталлятора:

Terminal

```
Terminal> Do you approve the license terms? [yes|no]
```



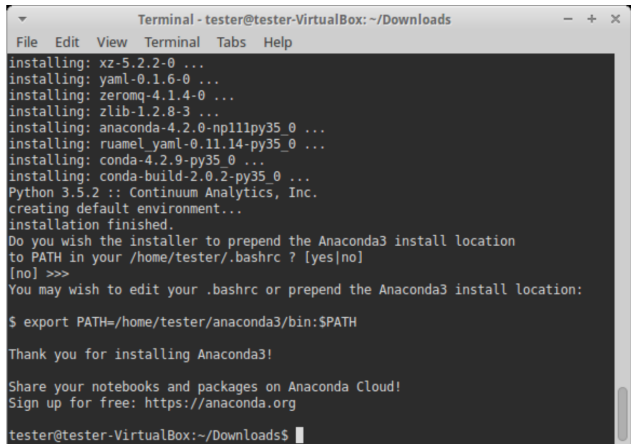
3. Выберете место установки. Можно выбрать один из следующих вариантов:



- `Press ENTER to confirm the location` – нажмите ENTER для принятия предложенного пути установки. Путь по умолчанию для моей машины: /home/tester/anaconda3 , он представлен чуть выше данного меню.
- `Press CTRL-C to abort the installation` – нажмите CTRL-C для отмены установки.
- `Or specify a different location below` – или укажите другой путь в строке ниже.

Нажмите «ENTER».

4. После этого начнется установка.

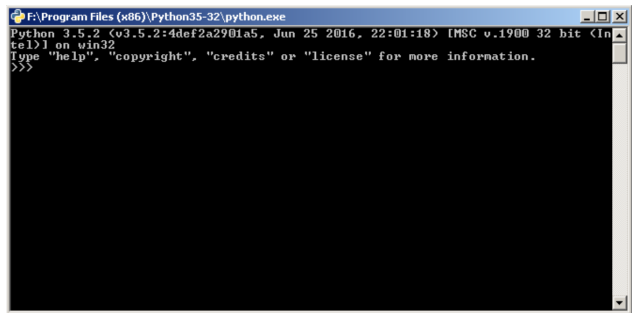


1.1.4. Проверка работоспособности

Теперь проверим работоспособность всего того, что мы установили.

Проверка интерпретатора Python. Для начала протестируем интерпретатор в командном режиме. Если вы работаете в Windows , то нажмите сочетание Win+R и в появившемся окне введите `python`. В Linux откройте окно терминала и в нем введите `python3` (или `python`).

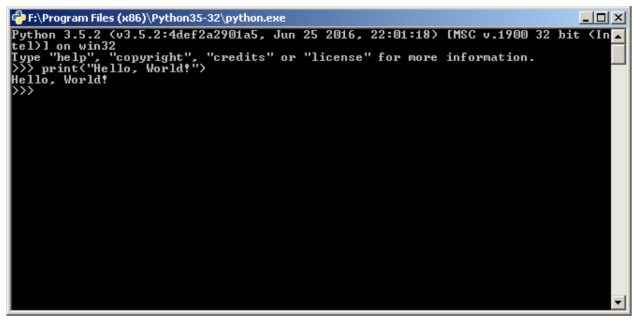
В результате Python запустится в командном режиме, выглядеть это будет примерно так (картинка приведена для Windows, в Linux результат будет аналогичным):



В окне введите:

```
print(”Hello, World!”)
```

Результат должен быть следующий:

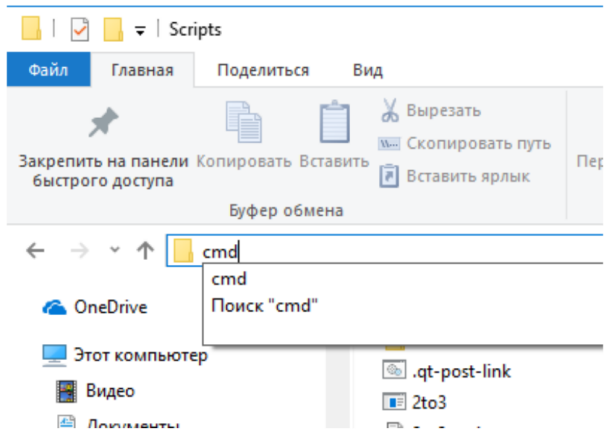


Проверка Anaconda. Здесь и далее будем считать, что пакет Anaconda установлен в Windows, в папку `C:\Anaconda3`, в Linux, вы его можете найти в каталоге, который выбрали при установке.

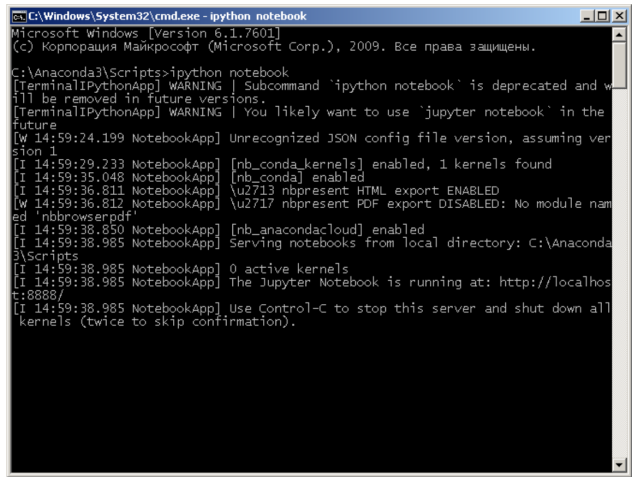
Перейдите в папку `Scripts` и введите в командной строке:

Terminal

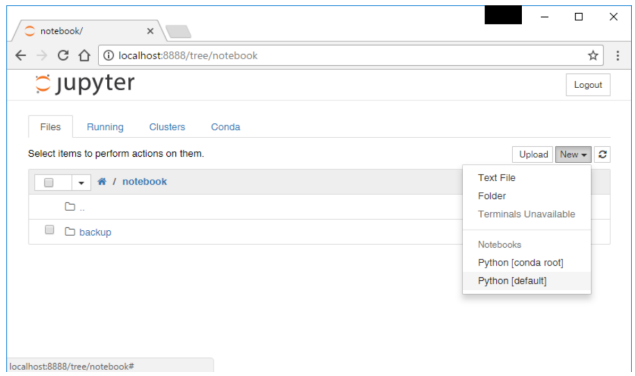
```
Terminal> ipython notebook
```



Если вы находитесь в Windows и открыли папку `C:\Anaconda3\Scripts` через проводник, то для запуска интерпретатора командной строки для этой папки в поле адреса введите `cmd`.



В результате запустится веб-сервер и среда разработки в браузере.

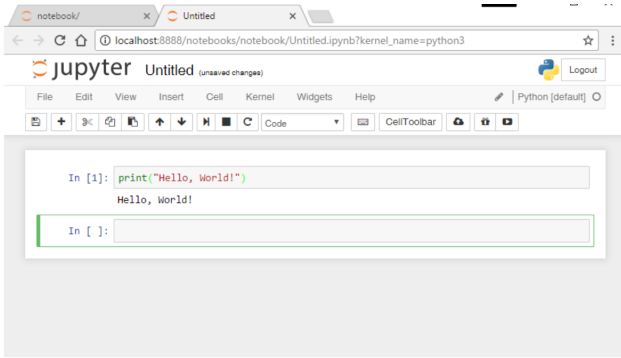


Создайте ноутбук для разработки, для этого нажмите на кнопку «New» (в правом углу окна) и в появившемся списке выберете Python.

В результате будет создана новая страница в браузере с ноутбуком. Введите в первой ячейке команду

```
print(”Hello, World!”)
```

и нажмите Alt+Enter на клавиатуре. Ниже ячейки должна появиться соответствующая надпись.



1.2. Запуск программ на Python

Программный код на языке Python можно записать с помощью любого простого текстового редактора, который способен загружать и сохранять текст либо в кодировке ASCII, либо UTF-8. По умолчанию предполагается, что файлы с программным кодом на языке Python сохраняются в кодировке UTF-8, надмножестве кодировки ASCII, с помощью которой можно представить практически любой символ любого национального алфавита. Файлы с программным кодом на языке Python обычно имеют расширение `.py`, хотя в некоторых UNIX-подобных системах (таких как Linux и Mac OS X) некоторые приложения на языке Python не имеют расширения, а программы на языке Python с графическим интерфейсом, в частности в Windows и Mac OS X, обычно имеют расширение `.pyw`. В этой книге все время будет использоваться расширение `.py` для обозначения консольных программ и модулей Python и расширение `.pyw` – для программ с графическим интерфейсом. Все примеры, представленные в книге, не требуют изменений для запуска в любой из платформ, поддерживаемых Python 3.

Язык Python – это *интерпретируемый* язык. Это означает, что помимо непосредственно самой программы, вам необходим специальный инструмент для её запуска. Напомним, что существуют компилируемые и интерпрети-

руемые языки программирования. В первом случае, программа с языка высокого уровня переводится в машинный код для конкретной платформы. В дальнейшем, среди пользователей, она, как правило, распространяется в виде бинарного файла. Для запуска такой программы не нужны дополнительные программные средства (за исключением необходимых библиотек, но эти тонкости выходят за рамки нашего обсуждения). Самыми распространенными языками такого типа являются C++ и C . Программы на интерпретируемых языках, выполняются интерпретатором и распространяются в виде исходного кода.

Python может работать в двух режимах:

- интерактивный;
- пакетный.

1.2.1. Интерактивный режим работы

В интерактивный режим можно войти, набрав в командной строке

Terminal

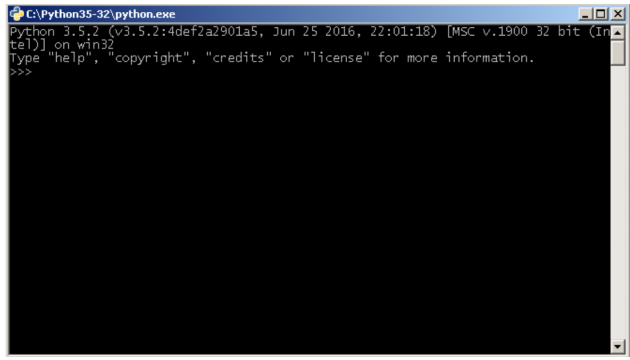
```
Terminal> python
```

или

Terminal

```
Terminal> python3
```

В результате Python запустится в интерактивном режиме и будет ожидать ввод команд пользователя.



Если же у вас есть файл с исходным кодом на Python , и вы его хотите запустить, то для этого нужно в командной строке вызвать интерпретатор Python и в качестве аргумента передать ваш файл. Например, для файла с именем test.py процедура запуска будет выглядеть так:

Terminal

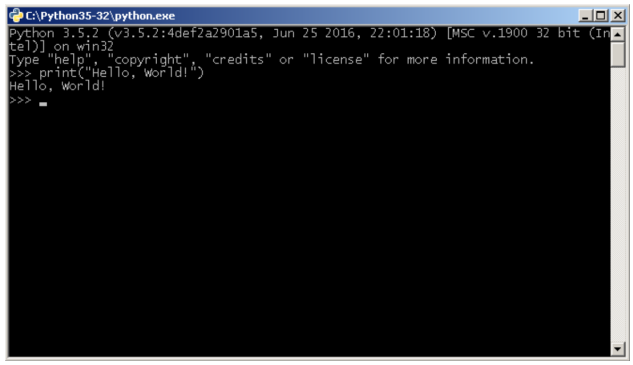
```
Terminal> python test.py
```

Откройте Python в интерактивном режиме и наберите в нем следующее:

```
print(“Hello, World!”)
```

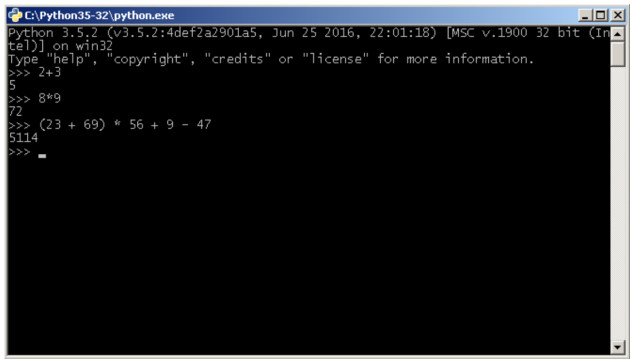
И нажмите ENTER .

В ответ на это интерпретатор выполнит данную строку и отобразит строкой ниже результат своей работы.



Python можно использовать как калькулятор для различных вычислений, а если дополнительно подключить необходимые математические библиотеки, то по своим возможностям он становится практически равным таким пакетам как Matlab, Octave и т.п.

Различные примеры вычислений приведены ниже. Более подробно об арифметических операциях будет рассказано далее.



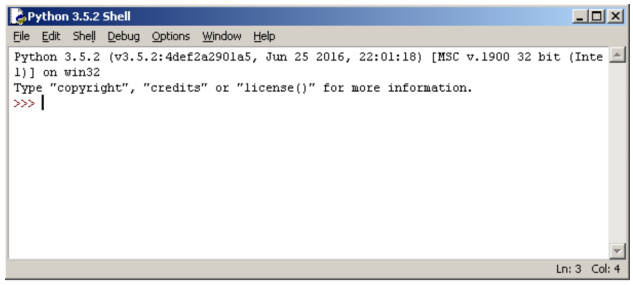
Для выхода из интерактивного режима, наберите команду

```
exit()
```

и нажмите ENTER .

В комплекте вместе с интерпретатором Python идет IDLE (интегрированная среда разработки). По своей сути она подобна интерпретатору, запущенному в интерактивном режиме с расширенным набором возможностей (подсветка синтаксиса, просмотр объектов, отладка и т.п.).

Для запуска IDLE в Windows необходимо перейти в папку Python в меню “Пуск” и найти там ярлык с именем «IDLE (Python 3 XX-bit)».



В Linux оболочка IDLE по умолчанию отсутствует, поэтому ее предварительно нужно установить. Для этого, если у вас Ubuntu , введите в командной строке (для Python 3.4):

Terminal

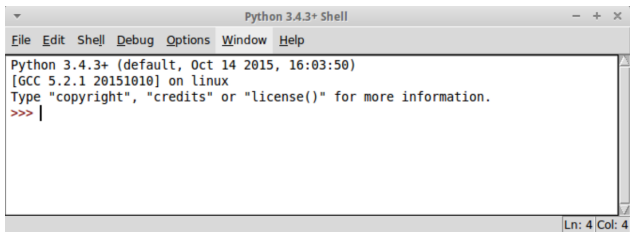
```
Terminal> sudo apt-get install idle-python3
```

В результате IDLE будет установлен на ваш компьютер. Для запуска оболочки, введите:

Terminal

```
Terminal> idle-python3.4
```

Ниже представлен внешний вид IDLE в ОС Linux.



1.2.2. Пакетный режим работы

Теперь запустим Python в режиме интерпретации файлов с исходным кодом (пакетный режим). Создайте файл с именем `test.py`, откройте его с помощью любого текстового редактора и введите следующий код:

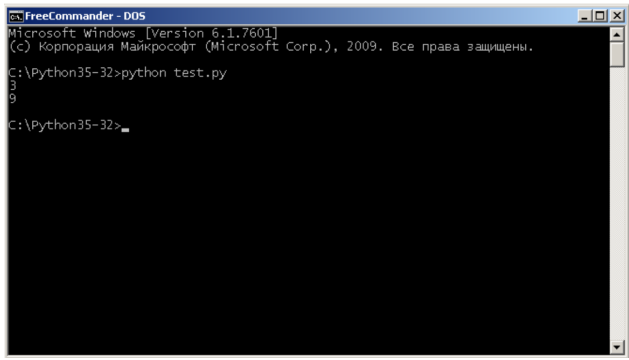
```
a = int(input())
print(a**2)
```

Эта программа принимает целое число на вход и выводит его квадрат. Для запуска, наберите в командной строке

Terminal

```
Terminal> python test.py
```

Пример работы программы приведен в окне ниже.



Типы и модель данных 2

Здесь разберем как Python работает с переменными и определим, какие типы данных можно использовать в рамках этого языка. Подробно рассмотрим модель данных Python, а также механизмы создания и изменения значения переменных.

2.1. Кратко о типизации языков программирования

Если достаточно формально подходить к вопросу о типизации языка Python, то можно сказать, что он относится к языкам с неявной сильной динамической типизацией.

Неявная типизация означает, что при объявлении переменной вам не нужно указывать её тип, при явной – это делать необходимо. В качестве примера языков с явной типизацией можно привести Java, C++ . Вот как будет выглядеть объявление целочисленной переменной в Java и Python.

- Java:

```
int a = 1 ;
```

- Python:

```
a = 1
```

2.2. Типы данных в Python

В Python типы данных можно разделить на встроенные в интерпретатор (`built-in`) и не встроенные, которые можно использовать при импортировании соответствующих модулей.

К основным встроенным типам относятся:

1. `None` (неопределенное значение переменной)
2. Логические переменные (`Boolean Type`)
3. Числа (`Numeric Type`)
   a. `int` – целое число
   b. `float` – число с плавающей точкой
   c. `complex` – комплексное число
4. Списки (`Sequence Type`)
   a. `list` – список
   b. `tuple` – кортеж
   c. `range` – диапазон
5. Строки (`Text Sequence Type`)
   a. `str`
6. Бинарные списки (Binary Sequence Types)
   a. `bytes` – байты
   b. `bytearray` – массивы байт
   c. `memoryview` – специальные объекты для доступа к внутренним данным объекта через `protocol buffer`
7. Множества (`Set Types`)
   a. `set` – множество
   b. `frozenset` – неизменяемое множество
8. Словари (`Mapping Types`)
   a. `dict` – словарь

2.3. Модель данных

Рассмотрим как создаются объекты в памяти, их устройство, процесс объявления новых переменных и работу операции присваивания.

Для того, чтобы объявить и сразу инициализировать переменную необходимо написать её имя, потом поставить знак равенства и значение, с которым эта переменная будет создана.

Например строка:

```
b = 5
```

Объявляет переменную `b` и присваивает ей значение `5`.

Целочисленное значение `5` в рамках языка Python по сути своей является *объектом*. Объект, в данном случае – это абстракция для представления данных, данные – это числа, списки, строки и т.п. При этом, под *данными* следует понимать как непосредственно сами объекты, так и отношения между ними (об этом чуть позже). Каждый объект имеет три атрибута – это *идентификатор*, *значение* и *тип*.

Идентификатор – это уникальный признак объекта, позволяющий отличать объекты друг от друга, а *значение* – непосредственно информация, хранящаяся в памяти, которой управляет интерпретатор.

При инициализации переменной, на уровне интерпретатора, происходит следующее:

- создается целочисленный объект `5` (можно представить, что в этот момент создается ячейка и число `5` «кладется» в эту ячейку);
- данный объект имеет некоторый идентификатор, значение: `5`, и тип: целое число;
- посредством оператора `=` создается ссылка между переменной `b` и целочисленным объектом `5` (переменная `b` ссылается на объект `5`).

Замечание

Имя переменной не должно совпадать с ключевыми словами интерпретатора Python . Список ключевых слов можно получить непосредственно в программе, для этого нужно подключить модуль `keyword` и воспользоваться командой `keyword.kwlist`.

```
import keyword
print("Python keywords: " , keyword.kwlist)
```

Проверить является или нет идентификатор ключевым словом можно так:

```
>>> keyword.iskeyword("try")
True
```

```
>>> keyword.iskeyword( "b" )
False
```

Для того, чтобы посмотреть на объект с каким идентификатором ссылается данная переменная, можно использовать функцию `id()`.

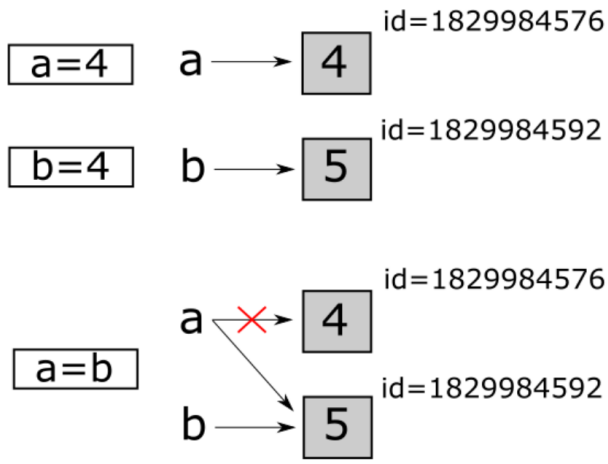
```
>>> a = 4
>>> b = 5
>>> id (a)
1829984576
```

```
>>> id (b)
1829984592
```

```
>>> a = b
>>> id (a)
1829984592
```

Как видно из примера, идентификатор – это некоторое целочисленное значение, посредством которого уникально адресуется объект. Изначально переменная a ссылается на объект 4 с идентификатором 1829984576, переменная

b – на объект с id = 1829984592. После выполнения операции присваивания a = b, переменная a стала ссылаться на тот же объект, что и b.



Тип переменной можно определить с помощью функции type(). Пример использования приведен ниже.

```
>>> a = 10
>>> b = ”hello”
>>> c = ( 1 , 2 )
>>> type (a)
< class ’int’ >
```

```
>>> type (b)
< class ’str’ >
```

```
>>> type (c)
< class ’tuple’ >
```

2.4. Изменяемые и неизменяемые типы данных

В Python существуют изменяемые и неизменяемые типы.

К неизменяемым (immutable) типам относятся:

- целые числа (int);
- числа с плавающей точкой (float);
- комплексные числа (complex);
- логические переменные (bool);
- кортежи (tuple);
- строки (str);
- неизменяемые множества (frozen set).

К изменяемым (mutable) типам относятся

- списки (list);
- множества (set);
- словари (dict).

Как уже было сказано ранее, при создании переменной, вначале создается объект, который имеет уникальный идентификатор, тип и значение, после этого переменная может ссылаться на созданный объект.

Неизменяемость типа данных означает, что созданный объект больше не изменяется. Например, если мы объявим переменную k = 15, то будет создан объект со значением 15, типа int и идентификатором, который можно узнать с помощью функции id().

```
>>> k = 15
>>> id (k)
1672501744
```

```
>>> type (k)
< class 'int' >
```

Объект с id = 1672501744 будет иметь значение 15 и изменить его уже нельзя. Если тип данных изменяемый, то можно менять значение объекта.

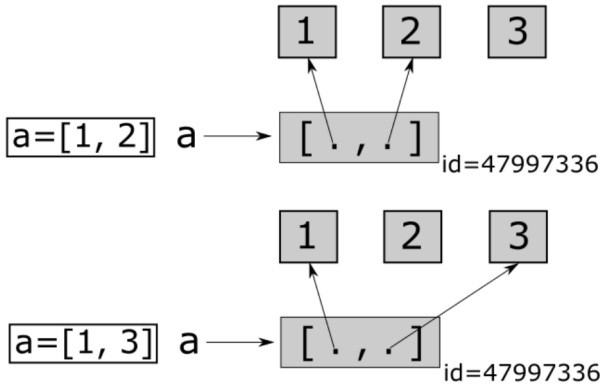
Например, создадим список [1, 2], а потом заменим второй элемент на 3.

```
>>> a = [1, 2]
>>> id (a)
47997336
```

```
>>> a[1] = 3
>>> a
[ 1 , 3 ]
```

```
>>> id(a)
47997336
```

Как видно, объект на который ссылается переменная a, был изменен. Это можно проиллюстрировать следующим рисунком.



В рассмотренном случае, в качестве данных списка, выступают не объекты, а отношения между объектами. Т.е. в переменной a хранятся ссылки на объекты содержащие числа 1 и 3, а не непосредственно сами эти числа.

Арифметические операции 3

3.1. Арифметические операции с целыми и вещественными числами

Все эксперименты будем проводить в Python, запущенном в интерактивном режиме.

Сложение. Складывать можно непосредственно сами числа ...

```
>>> 3 + 2
5
```

либо переменные, но они должны предварительно быть проинициализированы.

```
>>> a = 3
>>> b = 2
>>> a + b
5
```

Результат операции сложения можно присвоить другой переменной...

```
>>> a = 3
>>> b = 2
>>> c = a + b
```

```
>>> print (c)
5
```

либо ей же самой, в таком случае можно использовать полную или сокращенную запись, полная выглядит так:

```
>>> a = 3
>>> b = 2
>>> a = a + b
>>> print (a)
5
```

сокращенная так:

```
>>> a = 3
>>> b = 2
>>> a += b
>>> print (a)
5
```

Все перечисленные выше варианты использования операции сложения могут быть применены для всех нижеследующих операций.

Вычитание.

```
>>> 4 - 2
2
```

```
>>> a = 5
>>> b = 7
>>> a - b
-2
```

Деление.

```
>>> 9 / 3
3.0
```

```
>>> a = 7
>>> b = 4
>>> a / b
1.75
```

Получение целой части от деления.

```
>>> 9 // 3
3
```

```
>>> a = 7
>>> b = 4
>>> a // b
1
```

Получение дробной части от деления.

```
>>> 9 % 5
4
```

```
>>> a = 7
>>> b = 4
>>> a % b
7
```

Возведение в степень.

```
>>> 5**4
625
```

```
>>> a = 4
>>> b = 3
>>> a**b
64
```

3.2. Работа с комплексными числами

Для создания комплексного числа можно использовать функцию `complex(a, b)`, в которую, в качестве первого аргумента, передается действительная часть, в качестве второго – мнимая. Либо записать число в виде `a+bj`.

Рассмотрим несколько примеров.

Создание комплексного числа.

```
>>> z = 1+2j
>>> print(z)
(1+2j)
```

```
>>> x = complex(3, 2)
>>> print (x)
(3+2j)
```

Комплексные числа можно складывать, вычитать, умножать, делить и возводить в степень.

```
>>> x+z
(4+4j)
```

```
>>> x-z
(2+0j)
```

```
>>> x*z
(-1+8j)
```

```
>>> x/z
(1.4-0.8j)
```

```
>>> x**z
(-1.1122722036363393-0.012635185355335208j)
```

```
>>> x**3
(- 9+46j)
```

У комплексного числа можно извлечь действительную и мнимую части.

```
>>> x = 3+2j
>>> x.real
3.0
```

```
>>> x.imag
2.0
```

Для получения комплексносопряженного число необходимо использовать метод `conjugate()`.

```
>>> x.conjugate()
(3-2j)
```

3.3. Битовые операции

В Python доступны битовые операции, их можно производить над целыми числами.

Побитовое И (AND).

```
>>> p = 9
>>> q = 3
>>> p & q
1
```

Побитовое ИЛИ (OR).

```
>>> p | q
11
```

Побитовое Исключающее ИЛИ (XOR).

```
>>> p^q
10
```

Инверсия.

```
>>> ~p
-10
```

Сдвиг вправо и влево.

```
>>> p<<1
18
```

3.4. Представление чисел в других системах счисления

В своей повседневной жизни мы используем десятичную систему исчисления, но при программирования, очень часто, приходится работать с шестнадцатеричной, двоичной и восьмеричной.

Представление числа в шестнадцатеричной системе.

```
>>> m = 124504
>>> hex(m)
'0x1e658'
```

Представление числа в восьмеричной системе.

```
>>> oct(m)
'0o363130'
```

Представление числа в двоичной системе.

```
>>> bin(m)
'0b111100011001011000'
```

3.5. Библиотека (модуль) `math`

В стандартную поставку Python входит библиотека math , в которой содержится большое количество часто используемых математических функций.

Для работы с данным модулем его предварительно нужно импортировать.

```
import math
```

Рассмотрим наиболее часто используемые функции.

Функция `math.ceil(x)`. Возвращает ближайшее целое число большее, чем `x`.

```
>>> math.ceil(3.2)
4
```

Функция math.fabs(x). Возвращает абсолютное значение числа.

```
>>> math.fabs(-7)
7.0
```

Функция math.factorial(x). Вычисляет факториал x.

```
>>> math.factorial(5)
120
```

Функция math.floor(x). Возвращает ближайшее целое число меньшее, чем x.

```
>>> math.floor(3.2)
3
```

Функция math.exp(x). Вычисляет e**x.

```
>>> math.exp(3)
20.08553692318766
```

Функция math.log2(x). Логарифм по основанию 2.

```
>>> math.log2(8)
3.0
```

Функция math.log10(x). Логарифм по основанию 10.

```
>>> math.log10(1000)
3.0
```

Функция math.log(x[, base]). По умолчанию вычисляет логарифм по основанию e, дополнительно можно указать основание логарифма.

```
>>> math.log(5)
1.609437912434100
```

```
>>> math.log(4, 8)
0.666666666666666
```

Функция `math.pow(x, y)`. Вычисляет значение `x` в степени `y`.

```
>>> math.pow(3 , 4)
81.0
```

Функция `math.sqrt(x)`. Корень квадратный от `x`.

```
>>> math.sqrt(25)
5.0
```

Тригонометрические функции, их мы оставим без примера.

- `math.cos(x)`
- `math.sin(x)`
- `math.tan(x)`
- `math.acos(x)`
- `math.asin(x)`
- `math.atan(x)`

И напоследок пару констант.

- `math.pi` — число π.
- `math.e` — число e.

Помимо перечисленных, модуль `math` содержит ещё много различных функций, за более подробной информацией можете обратиться ена официальный сайт (`https://docs.python.org/3/library/math.html`).