Модули и пакеты

Технологии и языки программирования

Юдинцев В. В.

Кафедра теоретической механики
Самарский университет

17 декабря 2017 г.

Содержание

Модули

Модульное программирование

- Модульное программирование — это организация программы как совокупности небольших независимых блоков — модулей.
- Использование модульного программирования позволяет упростить тестирование программы и поиск ошибок.

Модули Python

- В языке Питон модуль — это файл с python-кодом.
- Модуль может содержать переменные, объявления функций и классов.
- Модуль может содержать и исполняемый код.

Импорт модуля

Файл **my_module.py** содержит определение двух функций:

```
1 def my_function_x2(x):
2     return x**2
3
4 def my_function_x3(x):
5     return x**3
```

Программа **main.py** использует функции, объявленные в модуле **my_module.py**

```
1 import my_module
2
3 x = 3.0
4
5 res1 = my_module.my_function_x2(x)
6 res2 = my_module.my_function_x3(x)
```

Импорт модуля

Импорт имён из модулей module1.py, module2.py, module3.py

import module1, module2, module3

Пример: импорт математических функций из стандартного модуля **math**:

```
1 import math
2
3 a = math.sin(math.pi/4.0)
4 b = math.tan(math.radians(30.0))
```

При таком способе импорта модуля с именем функции необходимо указать и имя модуля (префикс): **math.sin**, **math.cos**

Импорт выбранных имён из модуля

Импорт функций sin, cos, tan и константы π из модуля math

from math **import** sin, cos, tan, pi

```
1 from math import sin, cos, tan, pi
2
3 a = sin(pi/4.0)
```

Имена из модуля используются без префикса — имени модуля.

Импорт всех имён из модуля

Импорт определений всех функций и констант из модуля math

from math **import** *

Все определения модуля **math**:

```
1 import math
2
3 a = sin(pi/4.0)
```

Импортированные имена из модуля используются без префикса — имени модуля. При таком способе импорта возможно перекрытие имён, если два модуля предоставляют для импорта одно и то же имя для функции или объекта.

Псевдонимы модулей

При импорте модулей им можно давать новые имена-псевдонимы:

```
1 import numpy as np
2 import scipy.linalg as ls
3
4 A = np.matrix( [[1, 2, 3], [4, 5, 6], [3, 4, 1]] )
5 B = np.matrix( [[1], [2], [3]] )
6
7 x = ls.solve(A,B)
8 print(x)
```

Решение матричного уравнения $\mathbf{A}x = \mathbf{B}$:

```
[[-0.66666667]
 [ 1.33333333]
 [-0.33333333]]
```

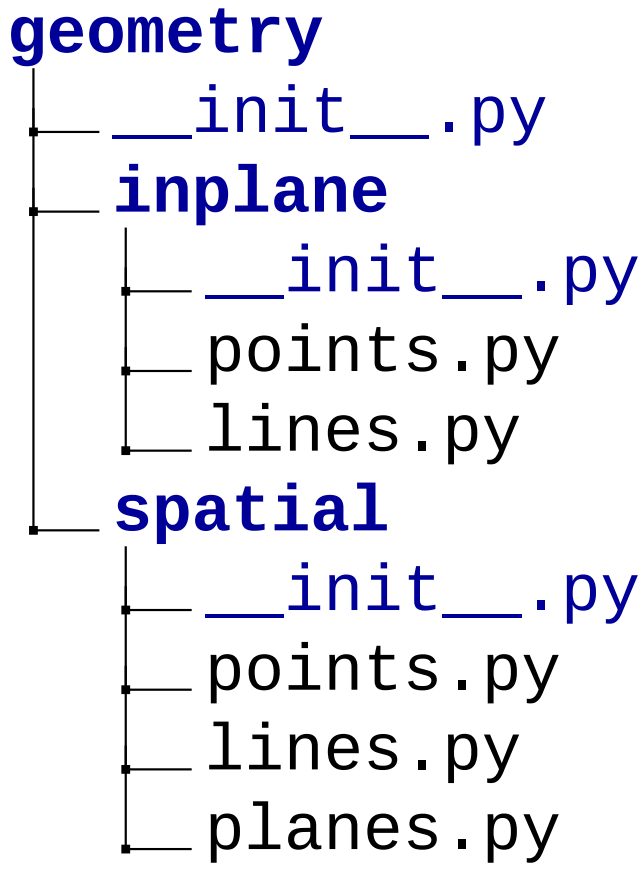
Пакеты (Packages)

Пакеты

- Пакеты позволяют структурировать коллекции модулей, составляющих большие библиотеки.
- Пакеты формируются в виде иерархий каталогов с исходными кодами

Структура пакета

Пример пакета функций аналитической геометрии на плоскости и в пространстве:



- Для того, чтобы транслятор Python “понял”, что просматриваемый им каталог является каталогом с модулями в корень такого каталога помещается файл __init__.py
- Файл __init__.py может быть пустым или содержать код инициализации пакета — код, который будет выполняться при импорте пакета

Импорт модулей пакета: import

Импорт модуля points.py пакета geometry.inplane

```
geometry
├── __init__.py
└── inplane
    ├── __init__.py
    └── points.py
```

```
1 import geometry.inplane.points
```

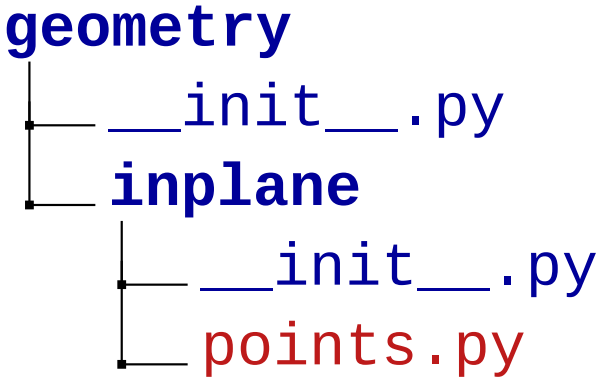
```
>> geometry.inplane.points.distance( (1,2),(7,3))
>> 6.082762530298219
```

Фрагмент файла points.py

```
def distance(p1, p2):
    ...
    ...
```

Импорт модулей пакета: from ... import

Импорт модуля points.py пакета geometry.inplane




```
1 from geometry.inplane import points
2 print( points.distance( (1,2),(7,3) ) )
```

```
>> 6.082762530298219
```

Импорт модулей пакета: from ... import

Импорт имени (например, функции) из модуля points.py пакета geometry.inplane для использования имени без префикса модуля:

```
geometry
├── __init__.py
└── inplane
    ├── __init__.py
    └── points.py
```

```
1 from geometry.inplane.points import distance
2
3 print( distance( (1,2),(7,3) ) )
```

```
>> 6.082762530298219
```

from ... import vs import

from package **import** item

item — пакет, модуль или имя, определённые в модуле package

import item.subitem.subsubitem

subsubitem — пакет или модуль, но не имя функции или переменной, определённые в subitem

from ... import *

Импорт всех имён, определённых в модуле

```
1 from mymodule import *
```

Если в модуле задана переменная **__all__**, которая определяет список импортируемых имен, то будет импортированы только имена из этого списка

```
1 __all__ = ('var1', 'var2')
2
3 var1 = 10
4 var2 = 15
5
6 var3 = 30
```

Если переменная **__all__** не определена, то импортируются все имена, не начинающиеся с нижнего подчёркивания

Поиск модулей транслятором

При импорте модуля транслятор Python ищет модуль (файл):

- среди встроенных модулей, таких как math (каталоги Python)
- в каталоге файла, который импортирует модуль
- в переменной окружения PYTHONPATH

Все каталоги поиска указаны в переменной `sys.path`:

```
>> import sys
>> print(sys.path)
>> ['', '/home/user/Programs/anaconda3/lib/python3
   .5/site-packages/spyder/utils/site', '/home/
   user/Programs/anaconda3/lib/python3.5', '/home/
   user/Programs/anaconda3/lib/python3.5/plat-
   linux', '/home/user/Programs/anaconda3/lib/
   python3.5/lib-dynload', ... ]
```

Выполнение модуля как программы

- При импорте модуля код, находящийся вне определений функций, выполнится.
- Если необходимо разрешить выполнение такого кода только при запуске модуля как программы:

```
> python.exe my_module.py
```

необходимо внутри модулю проверять значение переменной __main__:

```
def my_function_B(a):
    ...
def my_function_A(a):
    ...
if __name__ = '__main__':
    print('Standalone running...')
```

Полезные модули

Модуль math

- Математические функции для работы с вещественными числами (float)
- Модуль для работы с комплексными числами — cmath

Импорт модуля math

Импорт модуля

```
1 import math
2
3 a = math.sin(1.0)
4 print(a)
```

```
>> 0.8414709848078965
```

Импорт отдельных имён модуля

```
1 from math import sin, cos, tan, pi
2 a = sin(1.0)
3 b = cos(1.0)
```

Импорт всех имён модуля

```
1 from math import *
2 a = sin(1.0)
```

Импорт всех имён

```
1 from cmath import *
2 from  math import *
3
4 a = sqrt(-0.5)
```

ValueError: math domain error

Имена модуля cmath переопределились модулем math, который импортируется последним

```
1 import math
2 import cmath
3
4 b = cmath.sqrt(-0.5)
```

Преобразование числа

`math.ceil(x)`	Округление до большего целого
`math.floor(x)`	Округление до меньшего целого
`math.trunc(x)`	Округление к нулю
`math.fabs(x)`	Модуль числа
`math.copysign(x,y)`	Модуль x со знаком числа y

Сравнение вещественных чисел

Функция isclose

```
math.isclose(a,b,*,rel_tol=1e-09,abs_tol=0.0)
```

используется для проверки на равенство с заданной точностью двух вещественных чисел.

- Результат работы функции `True` или `False`
- Если относительная или абсолютная погрешность чисел меньше заданной величины, то числа считаются равными, т.е. результат работы функции `True`, если выполняется неравенство:

$$|a - b| \leq \max(rel\_tol \cdot \max(|a|, |b|), abs\_tol)$$

Возведение в степень

`math.exp(x)`	e^x
`math.log(x)`	$\ln x$
`math.log(x, n)`	$\lg_n x$
`math.log10(x)`	$\lg_{10} x$
`math.log2(x)`	$\lg_2 x$
`math.pow(x,y)`	x^y
`math.sqrt(x)`	$\sqrt{x}$

Тригонометрические функции

`math.sin(x)`	$= \sin x$
`math.cos(x)`	$= \cos x$
`math.tan(x)`	$= \tan x$
`math.acos(x)`	$= \arccos x$
`math.asin(x)`	$= \arcsin x$
`math.atan(x`	$= \arctan x$
`math.atan2(y,x)`	$= \arctan(y/x) \in (-\pi$ до $\pi]$
`math.hypot(x,y)`	$= \sqrt{x^2 + y^2}$

Градусы и радианы

`math.degrees(x)` $= x \times 180/\pi$

`math.radians(x)` $= x \times \pi/180$

Константы

`math.pi`	$\pi = 3.141592\ldots$
`math.e`	$e = 2.718281\ldots$
`math.inf`	бесконечность
`math.nan`	не число

Модуль numpy

Базовый пакет для численных методов

- определяет типы данных: векторы, матрицы, многомерные массивы
- Функции для эффективной работы с матрицами
- функции линейной алгебры
- генераторы случайных чисел различных типов
- преобразование Фурье

Пример использование модуля numpy

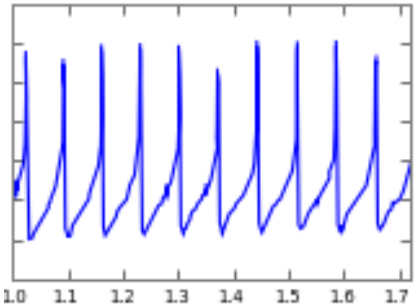
Умножение матриц:

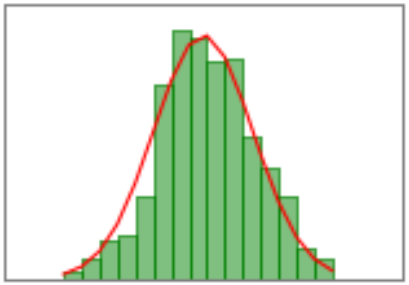
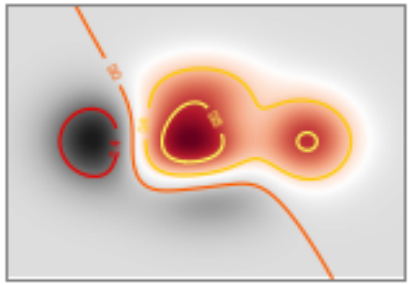
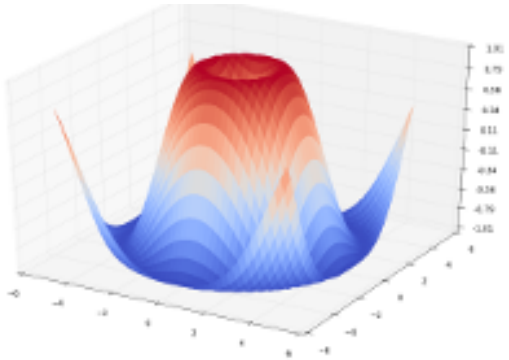
```
1 import numpy as np
2
3 m1 = np.matrix([[1, 2, 3],[5, 5, 6]])
4 m2 = np.matrix([[3, 2],[4, 2],[1, 1]])
5
6 m12 = m1*m2
7
8 print(m12)
```

```
[[14  9]
 [41 26]]
```

Пакет matplotlib

- **matplotlib** — библиотека для построения графиков по массивам (таблицам) данных с возможностью экспорта их в различных форматы файлов
- Вместе с NumPy, SciPy и IPython предоставляет возможности, подобные MATLAB

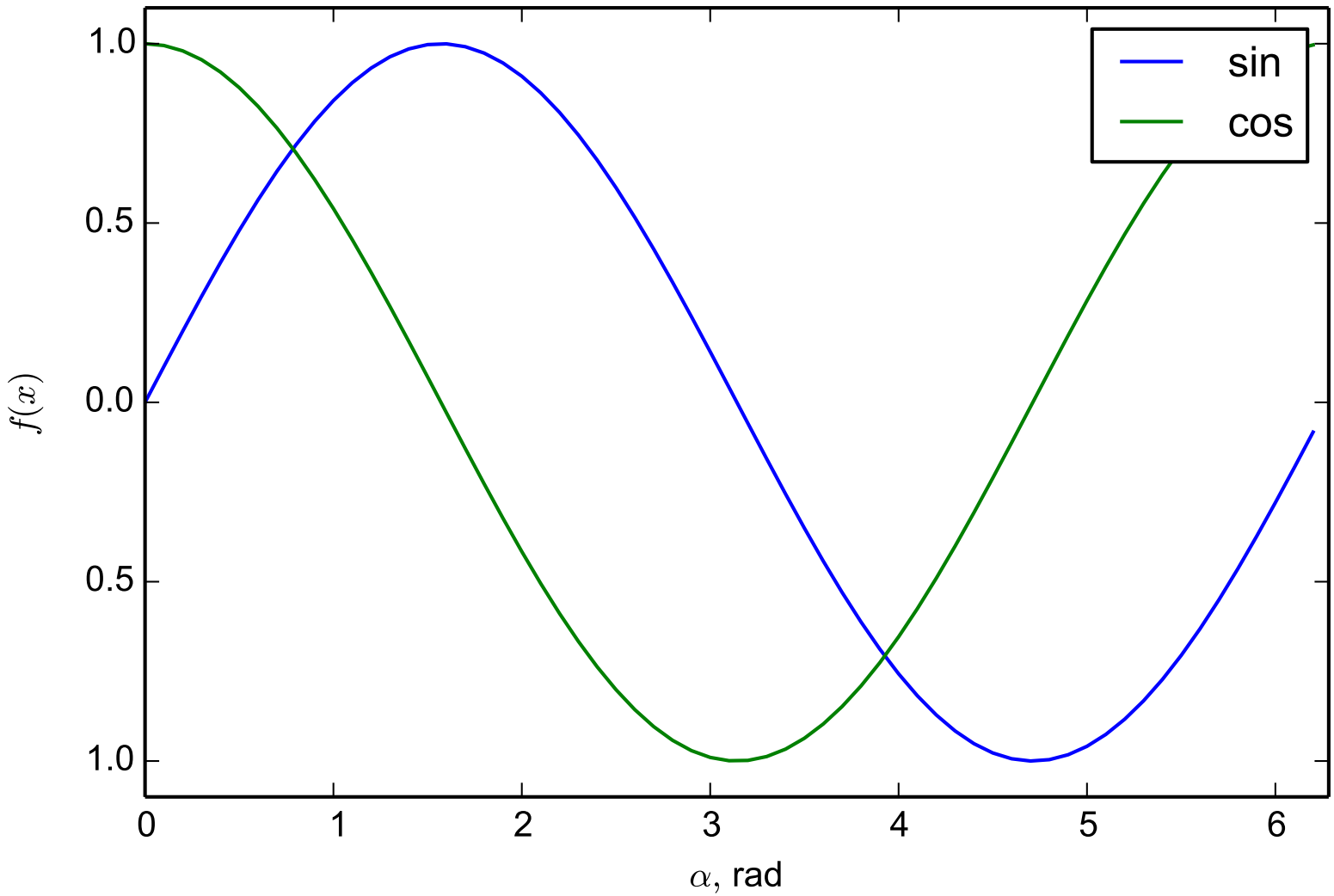


Пакет matplotlib

```
1  import matplotlib.pyplot as plt
2  import numpy as np
3
4  x = np.arange(0.0, np.pi*2.0, 0.1)
5  y1 = np.sin(x)
6  y2 = np.cos(x)
7
8  plt.plot(x, y1, x, y2)
9
10 plt.axis([0, 2*np.pi, -1.1, 1.1])
11 plt.xlabel('$\\alpha$, rad')
12 plt.ylabel('f(x)')
13 plt.legend(["sin","cos"])
```

Пакет matplotlib



scipy

- `scipy.special`
  специальные функции
- `scipy.integration`
  численное интегрирование
- `scipy.optimize`
  оптимизация, решение нелинейных уравнений
- `scipy.interpolate`
  интерполирование
- `scipy.linalg`
  линейная алгебра
- `scipy.stats`
  статистика

Пример использования модулей scipy

Численное решение нелинейного уравнения:

$$x + 2\cos x = 0$$

```
1 import numpy as np
2 from scipy.optimize import root
3
4 def func(x):
5     return x + 2 * np.cos(x)
6
7 sol = root(func, 0.3)
8 print(sol.x)
```

```
>> array([-1.02986653])
```

pandas

`http://pandas.pydata.org`

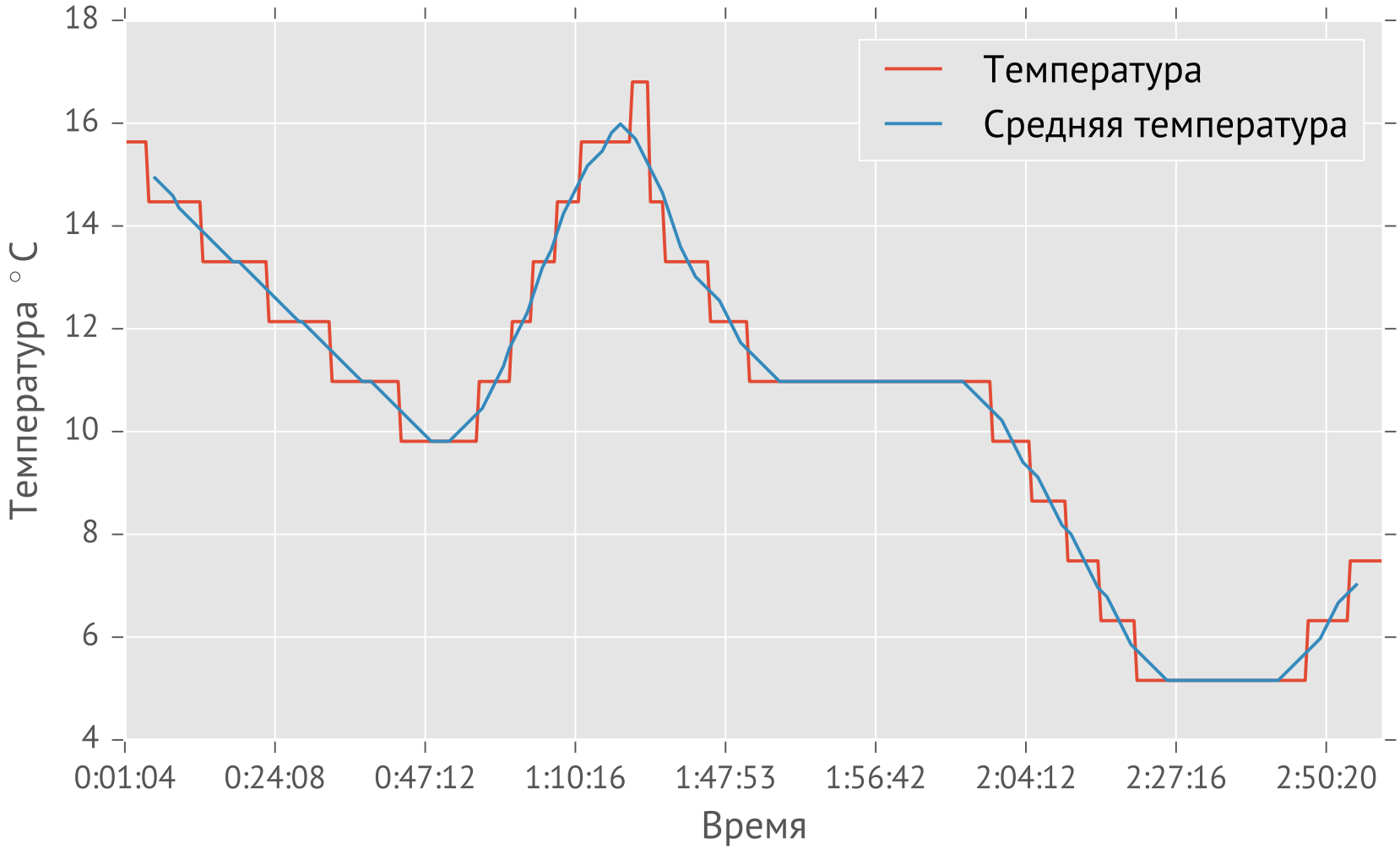
Пакет для эффективного анализа данных, первоначально разработанный для анализа финансовой информации (2008).
Возможности pandas:

- загрузка данных их текстовых файлов, таблиц XLS, баз данных;
- обработка таблиц и временных рядов, группировка данных, переформатирование данных, создание сводных таблиц;
- объединение наборов данных;
- работа с данными большой размерности;
- построение графиков.

pandas

```
1  import pandas as pd
2  import matplotlib
3
4  data = pd.read_csv("temp.dat")
5
6  rolling = pd.rolling_mean(data, 20, center = True)
7  rolling.columns=["Время","Средняя температура"]
8  ax_data.set_ylabel('Температура $^\circ$C')
9
10 ax_data = data.plot()
11 rolling.plot(ax = ax_data)
```

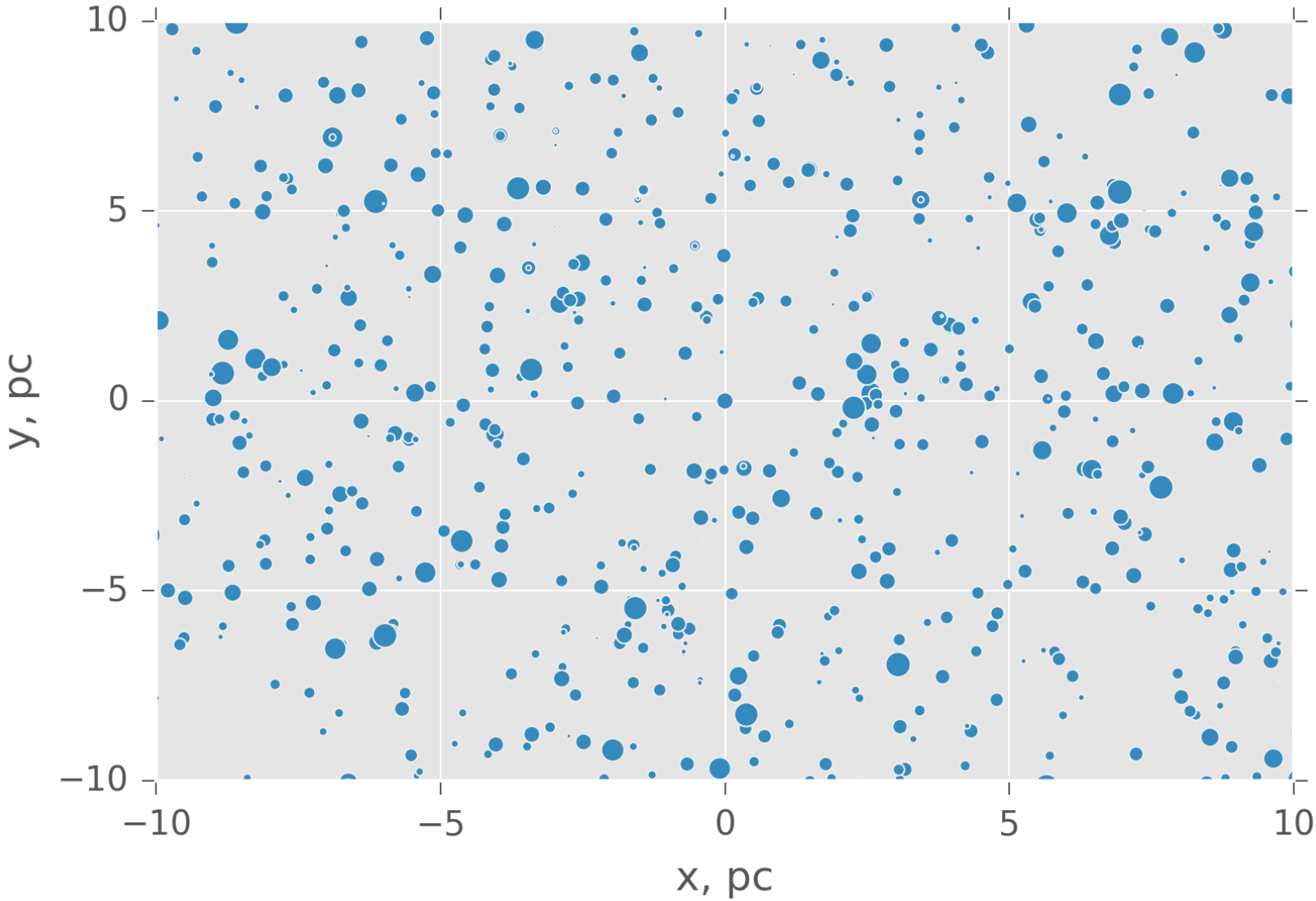
pandas


Температура
Средняя температура
Температура °C
Время
18
16
14
12
10
8
6
4
0:01:04
0:24:08
0:47:12
1:10:16
1:47:53
1:56:42
2:04:12
2:27:16
2:50:20

Загрузка данных из Сети

```
1  import matplotlib.pylab as plt
2  import pandas as pd
3  import matplotlib
4  matplotlib.style.use('ggplot')
5
6  data = pd.read_csv(
7  "http://www.astronexus.com/files/downloads/hygdata_v3.csv.gz",
8  compression="gzip")
9
10 data[data["dist"]<20].plot.scatter(x="x", y="y",
11 s=5*data["absmag"],xlim=(-10,10),ylim=(-10,10))
12
13 plt.xlabel("x, pc")
14 plt.ylabel("y, pc")
15 plt.savefig('stars.png', dpi=300)
```

Карта ближайших звёзд



sympy

`http://www.sympy.org`

Пакет для аналитических преобразований:

- Решение уравнений
- Дифференцирование функций
- Интегрирование функций

Решение уравнения

Решение квадратного уравнения

$$x^2 + 10x + 3 = 0$$

```
1 import sympy as sp
2
3 x = sp.symbols('x')
4
5 f = x**2 + 10*x + 3
6
7 print(sp.solve(f))
```

```
>> [-5 - sqrt(22), -5 + sqrt(22)]
```

Дифференцирование функции

Производная функции:

$$f = \cos(x)\ \sin^2(x)$$

```
1 import sympy as sp
2
3 x = sp.symbols('x')
4
5 f = sp.cos(x)*sp.sin(x)**2
6
7 print(sp.diff(f, x))
```

```
>> -sin(x)**3 + 2*sin(x)*cos(x)**2
```