

Некоторые вопросы программирования на языке Python

Содержание

1	Терминология	1
2	Передача параметров и возвращаемые значения	2
3	Правила видимости в функциях	2
4	Функции как объекты и замыкания	3
5	Модули, пакеты и дистрибутивы	3
6	Некоторые приемы	6
6.1	Вычисления со словарями	6
6.2	Удаление дубликатов из последовательности	7
6.3	Сортировка списка словарей по общему ключу	8
6.4	Отображение имен на последовательность элементов	8
7	Строки и текст	9
7.1	Разрезание строк различными разделителями	9
8	Профилирование и замеры времени выполнения	9
9	Итераторы и генераторы	10
10	Захват переменных в анонимных функциях	11
11	Передача дополнительного состояния с функциями обратного вызова	12
12	Использование лениво вычисляемых свойств	12
	Список литературы	14

1. Терминология

Любой элемент данных, используемый в программе на Python, является *объектом* [1, стр. 57].

Каждый объект имеет свою:

- идентичность,
- тип (или класс),
- значение.

Например, когда в программе встречается инструкция `a = 42`, интерпретатор создает целочисленный объект со значением 42. Можно рассматривать идентичность объекта как указатель

на область памяти, где находится объект, а идентификатор *a* – как имя, которое ссылается на эту область памяти.

Тип *объекта* сам по себе является *объектом*, который называется *классом объекта*. Все объекты в языке Python могут быть отнесены к *объектам первого класса* [1, стр. 61]. Это означает, что все объекты, имеющие идентификатор, можно интерпретировать как *данные*.

Тип *None* используется для представления пустых объектов (т.е. объектов, не имеющих значений). Этот объект возвращается функциями, которые не имеют явно возвращаемого значения. Объект *None* часто используется как значение по умолчанию для необязательных аргументов. Объект *None* не имеет атрибутов и в логическом контексте оценивается как значение *False*.

Функции, классы и модули в языке Python являются объектами, которыми можно манипулировать как обычными данными.

Свободные переменные – переменные, которые были определены в объемлющих функциях, а используются вложенными функциями [1, стр. 81].

Все функциональные возможности языка, включая присваивание значений переменным, определение функций и классов, импорт модулей, реализованы в виде инструкций, обладающих равным положением со всеми остальными инструкциями.

2. Передача параметров и возвращаемые значения

Параметры функции, которые передаются ей при вызове, являются *обычными именами*, ссылающимися на *входные объекты*. Семантика передачи параметров в языке Python не имеет точного соответствия какому-либо одному способу, такому как «передача по значению» или «передача по ссылке». Например, если функции передается неизменяемое значение, это выглядит, как передача аргумента по значению. Однако при передаче изменяемого объекта (такого как список или словарь), который модифицируется функцией, эти изменения будут отражаться на исходном объекте [1, стр. 133].

3. Правила видимости в функциях

При каждом вызове функции создается новое локальное пространство имен. Это пространство имен представляет локальное окружение, содержащее имена параметров функции, а также имена переменных, которым были присвоены значения в теле функции. Когда возникает необходимость отыскать имя, интерпретатор в первую очередь просматривает локальное пространство имен. Если искомое имя не было найдено, поиск продолжается в глобальном пространстве имен. Глобальным пространством имен для функций всегда является пространство имен модуля, в котором эта функция была определена. Если интерпретатор не найдет искомое имя в глобальном пространстве имен, поиск будет продолжен во встроеном пространстве имен. Если и эта попытка окажется неудачной, будет возбуждено исключение *NameError*.

В языке Python поддерживается возможность определять вложенные функции. Переменные во вложенных функциях привязаны к лексической области видимости. То есть поиск имени переменной начинается в *локальной области видимости* и затем последовательно продолжается во всех *объемлющих областях видимости* внешних функций, в направлении от внутренних к внешним. Если и в этих пространствах имен искомое имя не будет найдено, поиск будет продолжен в *глобальном*, а затем во *встроеном пространстве имен*, как и прежде.

При обращении к локальной переменной до того, как ей будет присвоено значение, возбуждается исключение `UnboundLocalError`

```
i = 0

def foo():
    i = i + 1
    print(i)  # UnboundLocalError
```

В функции `foo` переменная `i` определяется как локальная переменная, потому что внутри функции ей присваивается некоторое значение и отсутствует инструкция `global`). При этом инструкция присваивания `i = i + 1` пытается прочесть значение переменной `i` еще до того, как ей будет присвоено значение.

Хотя в этом примере существует глобальная переменная `i`, она не используется для получения значения. Переменные в функциях могут быть *либо локальными, либо глобальными* и не могут произвольно изменять область видимости в середине функции. Например, нельзя считать, что переменная `i` в выражении `i = i + 1` в предыдущем фрагменте обращается к глобальной переменной `i`; при этом переменная `i` в вызове `print(i)` подразумевает локальную переменную `i`, созданную в предыдущей инструкции [1, стр. 136].

4. Функции как объекты и замыкания

Функции в языке Python – *объекты первого класса*. Это означает, что они могут передаваться другим функциям в виде аргументов, сохраняться в структурах данных и возвращаться функциями в виде результата [1, стр. 136].

Когда инструкции, составляющие функцию, упаковываются вместе с окружением, в котором они выполняются, получившийся объект называют *замыканием*. Такое поведение объясняется наличием у каждой функции атрибута `__globals__`, ссылающегося на глобальное пространство имен, в котором функция была определена. Это пространство имен всегда соответствует модулю, в котором функция была объявлена [1, стр. 137].

Когда функция используется как вложенная, в замыкание включается все ее окружение, необходимое для работы внутренней функции.

5. Модули, пакеты и дистрибутивы

Когда инструкция `import` впервые загружает модуль, она выполняет следующие три операции [1, стр. 189]:

1. Создает новое пространство имен, которое будет служить контейнером для всех объектов, определенных в соответствующем файле.
2. Выполняет программный код в модуле внутри вновь созданного пространства имен.
3. Создает в вызывающей программе имя, ссылающееся на пространство имен модуля. Это имя совпадает с именем модуля.

Когда модуль импортируется впервые, он компилируется в байт-код и сохраняется на диске в файле с расширением `*.рус`. При всех последующих обращениях к импортированию этого модуля интерпретатор будет загружать скомпилированный байт-код, если только с момента создания байт-кода в файл `.ру` не вносились изменения (в этом случае файл `.рус` будет создан заново).

Автоматическая компиляция программного кода в файл с расширением `.рус` производится только при использовании инструкции `import`. При запуске программ из командной строки этот файл не создается.

Модули в языке Python – это *объекты первого класса* [1, стр. 190]. То есть они могут присваиваться переменным, помещаться в структуры данных, такие как списки, и передаваться между частями программы в виде элемента данных. Например

```
import pandas as pd
```

просто создает переменную `pd`, которая ссылается на объект модуля `pandas`.

Важно подчеркнуть, что инструкция `import` выполнит все инструкции в загруженном файле. Если в дополнение к объявлению переменных, функций и классов в модуле содержатся некоторые вычисления и вывод результатов, то результаты будут выведены на экран в момент загрузки модуля.

Инструкция `import` может появляться в любом месте программы. Однако программный код любого модуля *загружается и выполняется* только один раз, независимо от количества инструкций `import`.

Глобальным пространством имен для функции всегда будет *модуль*, в котором она была *объявлена*, а не пространство имен, в которое эта функция была импортирована и откуда была вызвана [1, стр. 192].

Пакеты позволяют сгруппировать коллекцию модулей под общим именем пакета. Пакет создается как каталог с тем же именем, в котором создается файл с именем `__init__.py`.

Например, пакет может иметь такую структуру

```
graphics/  
  __init__.py  
  primitives/  
    __init__.py  
    lines.py  
    fill.py  
    text.py  
    ...  
  graph2d/  
    __init__.py  
    plot2d.py  
    ...  
  graph3d/  
    plot3d.py  
    ...  
  formats/  
    __init__.py  
    gif.py  
    png.py  
    tiff.py  
    ...
```

Всякий раз когда какая-либо *часть пакета импортируется впервые*, выполняется программный код в файле `__init__.py` [1, стр. 198]. Этот файл может быть пустым, но может также содержать программный код, выполняющий инициализацию пакета. Выполнены будут все файлы `__init__.py`, которые встретятся инструкции `import` в процессе ее выполнения.

То есть инструкция

```
import graphics.primitives.fill
```

сначала выполнит файл `__init__.py` в каталоге `graphics`, а затем файл `__init__.py` в каталоге `primitives`.

При импортировании модулей из пакета следует быть особенно внимательными и не использовать инструкцию вида `import module`, так как в Python 3, инструкция `import` предполагает, что указан абсолютный путь, и будет пытаться загрузить модуль из стандартной библиотеки. Использование инструкции импортирования по относительному пути более четко говорит о ваших намерениях.

Возможность импортирования по относительному пути можно также использовать для загрузки модулей, находящихся в других каталогах того же пакета. Например, если в модуле `Graphics.Graph2d.plot2d` потребуется импортировать модуль `Graphics.Primitives.lines`, инструкция импорта будет иметь следующий вид

```
from ..primitives import lines # так можно!
```

В этом примере символы `..` перемещают точку начала поиска на уровень выше в дереве каталогов, а имя `primitives` перемещает ее вниз, в другой каталог пакета.

Импорт по относительному пути может выполняться только при использовании инструкции импортирования вида

```
from module import symbol
```

То есть такие конструкции, как

```
import ..primitives.lines # Ошибка!  
import .lines # Ошибка!
```

будут рассматриваться как синтаксическая ошибка.

Кроме того, имя `symbol` должно быть допустимым идентификатором. Поэтому такая инструкция, как

```
from .. import primitives.lines # Ошибка!
```

также считается ошибочной.

Наконец, импортирование по относительному пути может выполняться только для модулей в пакете; не допускается использовать эту возможность для ссылки на модули, которые просто находятся в другом каталоге файловой системы.

Импортирование по одному только имени пакета не приводит к импортированию всех модулей, содержащихся в этом пакете [1, стр. 199], однако, так как инструкция `import graphics` выполнит файл `__init__.py` в каталоге `graphics`, в него можно добавить инструкции импортирования по относительному пути, которые автоматически загрузят все модули, как показано ниже

```
# graphics/__init__.py  
from . import primitives, graph2d, graph3d  
  
# graphics/primitives/__init__.py  
from . import lines, fill, text  
...
```

Для того чтобы сделать функции модулей подпакетов доступными из-под имени подпакетов (без обращения к модулям, в которых были объявлены эти функции), можно относительный импорт организовать следующим образом

```
# graphics/primitives/__init__.py
from .fill import make_fill
from .lines import make_lines
...
```

Теперь вызвать, например, функцию `make_fill` модуля `fill` подпакета `primitives` можно так

```
from graphics.primitives import make_fill
# вместо
from graphics.primitives.fill import make_fill
```

Наконец, когда интерпретатор импортирует пакет, он объявляет специальную переменную `__path__`, содержащую список каталогов, в которых выполняется поиск модулей пакета (`__path__` представляет собой аналог списка `sys.path` для пакета). Переменная `__path__` доступна для программного кода в файлах `__init__.py` и изначально содержит единственный элемент с именем каталога пакета.

При необходимости пакет может добавлять в список `__path__` дополнительные каталоги, чтобы изменить путь поиска модулей. Это может потребоваться в случае сложной организации дерева каталогов пакета в файловой системе, которая не совпадает с иерархией пакета.

6. Некоторые приемы

6.1. Вычисления со словарями

Рассмотрим словарь, который отображает тикеры на цены

```
d = {
    "ACME": 45.23,
    "AAPL": 612.78,
    "IBM": 205.55,
    "HPQ": 37.20,
    "FB": 10.75,
}
```

Чтобы найти наименьшую/наибольшую цены с тикером можно обратиться ключи и значения, а затем воспользоваться функцией `zip()`

```
min(zip(d.values(), d.keys())) # (10.75, "FB")
max(zip(d.values(), d.keys())) # (612.78, "AAPL")
```

Важно иметь в виду, что функция `zip()` создает итератор, по которому можно пройти только один раз.

Использование функции `zip()` решает задачу путем «обращения» словаря в последовательность пар (value, key).

Однако, вариант с функцией `zip()` требует большего времени, чем вариант на цикле

```
%%timeit -n 1_000_000
# 639 ns +/- 3.04 ns per loop (mean +/- std. dev. of 7 runs, 1,000,000 loops each)
min(zip(d.values(), d.values()))

%%timeit -n 1_000_000
# 576 ns +/- 1.4 ns per loop (mean +/- std. dev. of 7 runs, 1,000,000 loops each)
def find_min_pair(d: t.Dict[str, float]) -> t.Tuple[float, str]:
    min_value = float("inf")
```

```

for key, value in d.items():
    if value < min_value:
        min_value = d[key]
        min_key = key
return (min_value, min_key)

```

Пусть есть два словаря. Требуется выяснить, что у них общего

```

d1 = {"x": 1, "y": 2, "z": 3}
d2 = {"w": 10, "x": 11, "y": 2}

# Найдти общие ключи
d1.keys() & d2.keys()

# Находим ключи, которые есть в d1, но которых нет в d2
d1.keys() - d2.keys()

# Находим общие пары (key, value)
d1.items() & d2.items() # {"y", 2}

```

Словарь – это отображение множества ключей на множество значений. Метод словаря `keys()` возвращает *объект ключей словаря* `dict_keys`. Малоизвестная особенность этих объектов заключается в том, что они поддерживают набор операций над *множествами*: объединение, пересечение и разность. Так что, если требуется выполнить этот набор операций над ключами словаря, то можно использовать объект ключей словаря напрямую, без предварительного конвертирования во множество [2, стр. 35], т.е.

```

d1.keys() & d2.keys() # {"x", "y"}
# вместо
set(d1.keys()) & set(d2.keys()) # {"x", "y"}
# или
set(d1.keys()).intersection(set(d2.keys())) # {"x", "y"}

```

Найти пересечение индексов двух серий можно было бы так

```

ser1 = pd.Series(d1, name="ser1")
ser2 = pd.Series(d2, name="ser2")

pd.merge(
    ser1,
    ser2,
    left_index=True,
    right_index=True,
    how="inner"
).index.to_list() # ["x", "y"]

```

6.2. Удаление дубликатов из последовательности

Вы хотите исключить дублирующиеся значения из последовательности, но при этом сохранить порядок следования оставшихся элементов.

Если значения в последовательности являются хешируемыми, задача может быть легко решена с использованием множества и генератора

```

%%timeit -n 100_000
# 984 ns +/- 17.6 ns per loop (mean +/- std. dev. of 7 runs, 100,000 loops each)
def dedupe(items: t.Iterable[int]) -> t.Iterable[int]:
    seen: t.Set[int] = set()

```

```

for item in items:
    if item not in seen:
        yield item # отдать элемент
        seen.add(item) # обновить множество

lst = [1, 5, 2, 1, 9, 1, 5, 10]
list(dedupe(lst)) # [1, 5, 2, 9, 10]

```

Или так

```

%%timeit -n 100_000
# 663 ns +/- 26.2 ns per loop (mean +/- std. dev. of 7 runs, 100,000 loops each)
def dedupe_list(items: t.Iterable[int]) -> t.Iterable[int]:
    seen: t.Iterable[int] = []
    for item in items:
        if item not in seen:
            seen.append(item)
    return seen

```

6.3. Сортировка списка словарей по общему ключу

У вас есть список словарей, и вы хотите отсортировать записи согласно одному или более полям. Сортировка структур этого типа легко выполняется с помощью функции `operator.itemgetter`. Именованный аргумент `key` должен быть *вызываемым объектом* (т.е. объектом, в котором реализован метод `__call__`). Функция `itemgetter()` создает такой вызываемый объект

```

from operator import itemgetter

records: t.Iterable[dict] = [
    {"fname": "Brian", "lname": "Jones", "uid": 1003},
    {"fname": "David", "lname": "Beazley", "uid": 1002},
    {"fname": "John", "lname": "Cleese", "uid": 1004},
]

# аргумент key ожидает получить вызываемый объект
sorted(records, key=itemgetter("fname"))
sorted(records, key=itemgetter("uid"))
# то же, что и
sorted(records, key=lambda record: record["fname"])
sorted(records, key=lambda record: record["uid"])

```

Функция `itemgetter()` может принимать несколько полей

```
sorted(records, key=itemgetter("lname", "fname"))
```

Эту технику можно применять и к функциям `min`, `max`

```

# найти строку с наименьшим значением идентификационного номера
min(records, key=itemgetter("uid"))

```

6.4. Отображение имен на последовательность элементов

У вас есть код, который осуществляет доступ к элементам в списке или кортеже по позиции. Однако такой подход часто программу нечитабельной.

`collections.namedtuple()` – фабричный метод, который возвращает подкласс стандартного типа Python – `tuple`. Метод возвращает класс, который может порождать экземпляры


```
Person = namedtuple("Person", ["name", "age", "job"])
leor = Person(name="Leor", age=36, job="DS")
```

Хотя экземпляр `namedtuple` выглядит так же, как и обычный экземпляр класса, он взаимозаменяем с кортежем и поддерживает все обычные операции кортежей, такие как индексирование и распаковка

```
name, age, job = leor
```

Возможное использование именованного кортежа – замена словаря, который требует больше места для хранения. Так что, если создаете крупные структуры данных с использованием словарей, применение именованных кортежей будет более эффективным. Однако, именованные кортежи неизменяемы в отличие от словарей.

Если вам нужно изменить любой из атрибутов, это может быть сделано с помощью метода `_replace()`, которым обладают экземпляры именованных кортежей.

Тонкость использования метода `_replace()` заключается в том, что он может стать удобным способом заполнить значениями именованный кортеж, у которого есть опциональные или отсутствующие поля. Чтобы сделать это, создайте прототип кортежа, содержащий значения по умолчанию, а затем применяйте `_replace()` для создания новых экземпляров с замененными значениями

```
from collection import namedtuple

Stock = namedtuple("Stock", ["name", "shares", "price", "date", "time"])
stock_prototype = Stock("", 0, 0.0, None, None)

def dict_to_stock(s):
    return stock_prototype._replace(**s)
```

7. Строки и текст

7.1. Разрезание строк различными разделителями

Нужно разделить строку на поля, но разделители (и пробелы вокруг них) внутри строки разные

```
import re
line = "asdf fjdk; afed, fjek,asdf,      foo"
re.split(r"[;,\s]", line)
```

8. Профилирование и замеры времени выполнения

При проведении измерений производительности нужно помнить, что любые результаты будут приблизительными. Функция `time.perf_counter()` предоставляет наиболее точный таймер из доступных. Однако она все-таки измеряет *внешнее время*, и **на результаты влияют различные факторы, такие как нагрузка компьютера**.

Если вы хотите получить время обработки, а не внешнее время, используйте `time.process_time()` [2, стр. 574]

```

from functools import wraps

def timethis(func):
    @wraps(func)
    def wrapper(*args, **kwargs):
        start = time.process_time() # <- NB
        r = func(*args, **kwargs)
        stop = time.process_time() # <- NB
        print(f"{func.__module__}.{func.__name__} : {end - start}")
        return r
    return wrapper

@timethis
def countdown(n):
    while n > 0:
        n -= 1

countdown(100000)

```

Чтобы подсчитать время выполнения блока инструкций, можно определить менеджер контекста

```

from contextlib import contextmanager

@contextmanager
def timeblock(label):
    start = time.process_time()
    try:
        yield
    finally:
        end = time.process_time()
        print(f"{label} : {end - start}")

with timeblock("counting"):
    n = 100000
    while n > 0:
        n -= 1
    # counting: 1.55555

```

9. Итераторы и генераторы

В большинстве случаев для прохода по итерируемому объекту используется цикл `for`. Однако иногда задачи требуют более точного контроля лежащего в основе механизма итераций.

Следующий код иллюстрирует базовые механизмы того, что происходит во время итерирования

```

items = [1, 2, 3] # Итерируемый объект
# Получаем объект итератора
# Функция iter(items) вызывает метод итерируемого объекта items.__iter__()
it = iter(items) # Итератор
# Запускаем итератор
next(it) # Вызывается it.__next__() -> 1
next(it) # -> 2
next(it) # -> 3
next(it) # Возбуждается исключение StopIteration

```

Список `items` как *итерируемый объект* имеет метод `__iter__()`, который должен возвращать *объект-итератора* (`it`). У объекта-итератора должен быть метод `__next__()` для перебора элементов. Вот функция `next(it)` и вызывает метод `__next__()` объекта-итератора для получения следующего элемента. Когда список исчерпывается, возбуждается исключение `StopIteration`.

Протокол *итераций* Python требует, чтобы метод `__iter__()` возвращал специальный объект-итератор, в котором реализован метод `__next__()`, который выполняет итерацию [2, стр. 128]. Функция `iter()` просто возвращает внутренний итератор, вызывая `s.__iter__()`.

Протокол *итератора* Python требует `__iter__()`, чтобы вернуть специальный *объект итератора*, в котором реализован метод `__next__()`, а исключение `StopIteration` используется для подачи сигнала о завершении [2, стр. 131].

Когда поток управления покидает тело генераторной функции, возбуждается исключение `StopIteration`.

Метод `__iter__()` *итерируемого объекта* может быть реализован как обычная *генераторная функция* [2, стр. 133]

```
class linehistory:
    ...
    def __iter__(self):
        for lineno, line in enumerate(self.lines, 1):
            self.history.append((lineno, line))
            yield line
```

Для того чтобы пропустить первые несколько элементов по какому-то условию, можно воспользоваться функцией `itertools.dropwhile`

```
from itertools import dropwhile

def read_wo_header(file_name: str):
    with open(file_name, mode="r") as f:
        for line in dropwhile(lambda line: line.startswith("#"), f):
            print(line.rstrip())
```

Возвращаемый итератор отбрасывает первые элементы в последовательности до тех пор, пока предоставленная функция возвращает `True`.

10. Захват переменных в анонимных функциях

Рассмотрим поведение следующей программы:

```
>>> x = 10
>>> a = lambda y: x + y
>>> x = 20
>>> b = lambda y: x + y
>>> a(10)    # 30
>>> b(10)    # 30
```

Проблема в том, что значение `x`, используемое `lambda`-выражением, является *свободной переменной*, которая связывается во время *выполнения*, а не во время *определения* [2, стр. 233]. Так что значение `x` будет таким, каким ему случится быть во время выполнения.

Замечание

Свободные переменные связываются во время *выполнения*, а не во время *определения*

Другими словами у замыканий позднее связывание. Замыкания – это функции с расширенной областью видимости, которая включает все неглобальные переменные. То есть замыкания умеют запоминать привязки свободных переменных.

Например,

```
funcs = [  
    lambda x: x + n  
    for n in range(3)  
]  
for f in funcs:  
    print(f(0))  
# 2  
# 2  
# 2
```

11. Передача дополнительного состояния с функциями обратного вызова

```
import typing as t  
  
def apply_async(  
    func: t.Callable,  
    args: t.Tuple[t.Union[str, int]],  
    *,  
    callback: t.Callable  
) -> t.NoReturn:  
    result: t.Union[str, int] = func(*args)  
    callback(result)  
  
def add(x: int, y: int) -> int:  
    return x + y
```

Для хранения состояния можно использовать *замыкание* [2, стр. 238]

```
def make_handler():  
    count = 0  
    def handler(result: t.Union[str, int]) -> t.NoReturn:  
        nonlocal count  
        count += 1  
        print(f"[{count}] Got: {result}")  
    return handler  
  
handler = make_handler()  
apply_async(add, (2, 3), callback=handler) # [1] Got: 5  
apply_async(add, ("hello", "world"), callback=handler) # [2] Got: hello world
```

12. Использование лениво вычисляемых свойств

Вы хотите определить доступный только для чтения атрибут как свойство, которое вычисляется при доступе к нему. Однако после того, как доступ произойдет, значение должно кешироваться и не пересчитываться при следующих запросах.

Дескриптор – класс, который реализует три ключевые операции доступа к атрибутам (получения, присваивания и удаления) в форме специальных методов `__get__()`, `__set__()` и `__delete__()`.

Эффективный путь определения ленивых атрибутов – это использование *класса-дескриптора* [2, стр. 271]

```
# дескрипторный класс
class lazyproperty:
    def __init__(self, f: t.Callable):
        self.f = f

    def __get__(self, instance, cls):
        if instance is None:
            # Если дескриптор вызывается через объект управляющего класса,
            # например как Circle.area, то instance=None и будет возвращена
            # ссылка на объект экземпляра дескриптора
            return self
        else:
            value = self.f(instance)
            setattr(instance, self.f.__name__, value)
            return value
```

Чтобы использовать этот код, вы можете применить его в классе

```
class Circle:
    def __init__(self, radius: float):
        self.radius = radius

    @lazyproperty
    def area(self):
        print("Computing area")
        return math.pi * self.radius ** 2

    @lazyproperty
    def perimeter(self):
        print("Computing perimeter")
        return 2 * math.pi * self.radius
```

Вот пример использования

```
>>> c = Circle(radius=4.0)
>>> c.area
# Computing area
# 50.26...
>>> c.area # 50.26...
```

Во многих случаях цель применения лениво вычисляемых атрибутов заключается в увеличении производительности. Например, вы можете избежать вычисления значений, если только они действительно где-то не нужны.

Когда дескриптор помещается в определение класса, его методы `__get__()`, `__set__()` и `__delete__()` задействуются при доступе к атрибуту. Но если дескриптор определяет только метод `__get__()`, то у него намного более слабое связывание, нежели обычно. В частности, метод `__get__()` срабатывает, *только если атрибут*, к которому осуществляется доступ, *отсутствует в словаре экземпляра* управляющего класса (в данном случае класса `Circle`) [2, стр. 272].

Класс `lazyproperty` использует это так: он заставляет метод `__get__()` сохранять вычисленное значение в экземпляре, используя то же имя, что и само свойство. С помощью этого значение сохраняется в словаре экземпляра и отключает будущие вычисления свойства.

Возможный недостаток этого рецепта в том, что вычисленное значение становится изменяемым после создания. То есть значение, например, свойства `area` можно затереть.

Если это проблема, вы можете использовать немного менее эффективное решение [2, стр. 273]

```
def lazyproperty(func):
    name = "_lazy_" + func.__name__
    @property
    def lazy(self):
        if hasattr(self, name):
            return getattr(self, name)
        else:
            value = func(self)
            setattr(self, name, value)
            return value
    return lazy
```

В этом случае операции присваивания недоступны

```
>>> c = Circle(4.0)
>>> c.area
Computing area
50.26...
>>> c.area
50.26...
>>> c.area = 25  # Поднимется исключение AttributeError
```

В этом случае все операции получения значения проводятся через функцию-геттер свойства. Это менее эффективно, чем простой поиск значения в словаре экземпляра.

Список литературы

1. Бизли Д. Python. Подробный справочник. – СПб.: Символ-Плюс, 2010. – 864 с.
2. Бизли Д. Python. Книга рецептов. – М.: ДМК Пресс., 2019. – 648 с.