

# Углубленный Python

## Лекция 8

### Управление памятью, профилирование

Кандауров Геннадий



education

# Напоминание отметиться на портале

+ ОСТАВИТЬ ОТЗЫВ

vk образование

БлогиЛюдиПрограммаВакансииРасписание

Q<

VK

Техно

Открыт приём заявок!

чт, 8 сентября

Нет занятий

пт, 9 сентября

18:00 Углубленный Py... с3  
Введение в Python, основные  
понятия, тестирование  
Г. Кандауров

сб, 10 сентября

Нет занятий

вс, 11 сентября

Нет занятий

пн, 12 сентября

Нет занятий

Углубленный Python

↓ 0 ↑

Блог для материалов по курсу "Углубленный Python"

57 читателей, 2 топика

ПодписатьсяСоздать топик

Поиск по авторам, заголовку и тексту топика...

Найти

Добро пожаловать на курс!

Углубленный Python

ИзменитьУдалить

Всем привет и добро пожаловать на курс по углубленному изучению Python!

Прямой эфир

МоиВсе

Геннадий Кандауров час назад  
Углубленный Python → Добро пожаловать  
на курс! 0

Екатерина Черкасова 7 дней назад  
Стажировка → Приглашаем мобильных,  
фронтенд- и бэкэнд-разработчиков на  
Weekend Offer! 0

Дарья Вовченко 9 дней назад  
Углубленный Python → Добро пожаловать  
в образовательные проекты VK  
Образование! 0

Дарья Вовченко 9 дней назад  
Разработка веб-сервисов на

## Квиз про прошлой лекции



# Содержание занятия

1. аsync
2. Устройство памяти
3. Счетчик ссылок, gc
4. Оптимизации (slots, weakref)
5. Профилирование

# asyncio

- 1 процесс
- 1 поток
- кооперативная многозадачность (vs вытесняющая)
- передача управления в event loop на ожидающих операциях
- `async/await` это API Python, а не часть `asyncio`

# asyncio: тестирование

- unittest.IsolatedAsyncioTestCase
- unittest.mock.AsyncMock

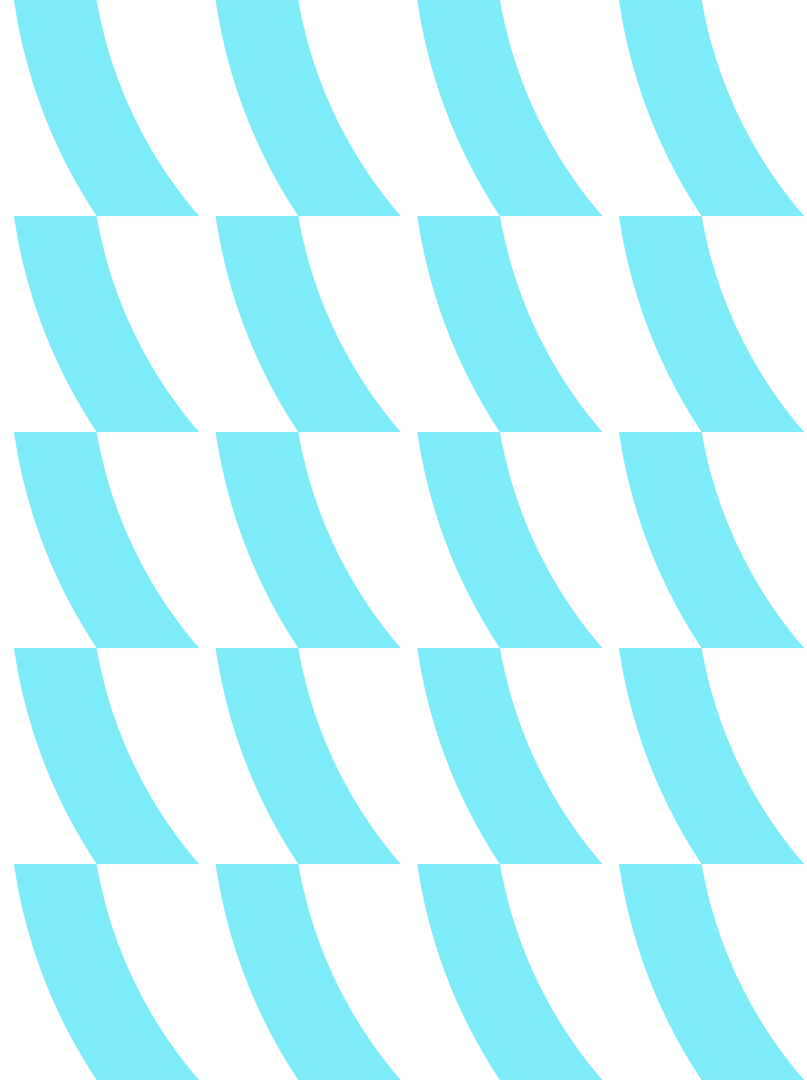
```
class TestFetcher(unittest.IsolatedAsyncioTestCase):
    async def test_fetch_url(self):
        with mock.patch("fetcher.aiohttp.ClientSession.get") as cl_mock:
            text_mock = mock.AsyncMock(return_value="orig_resp")
            resp_mock = mock.AsyncMock(text=text_mock)
            cl_mock.return_value.__aenter__.return_value = resp_mock

            result = await ft.fetch_url("fake_url")
            self.assertEqual("orig_resp", result)

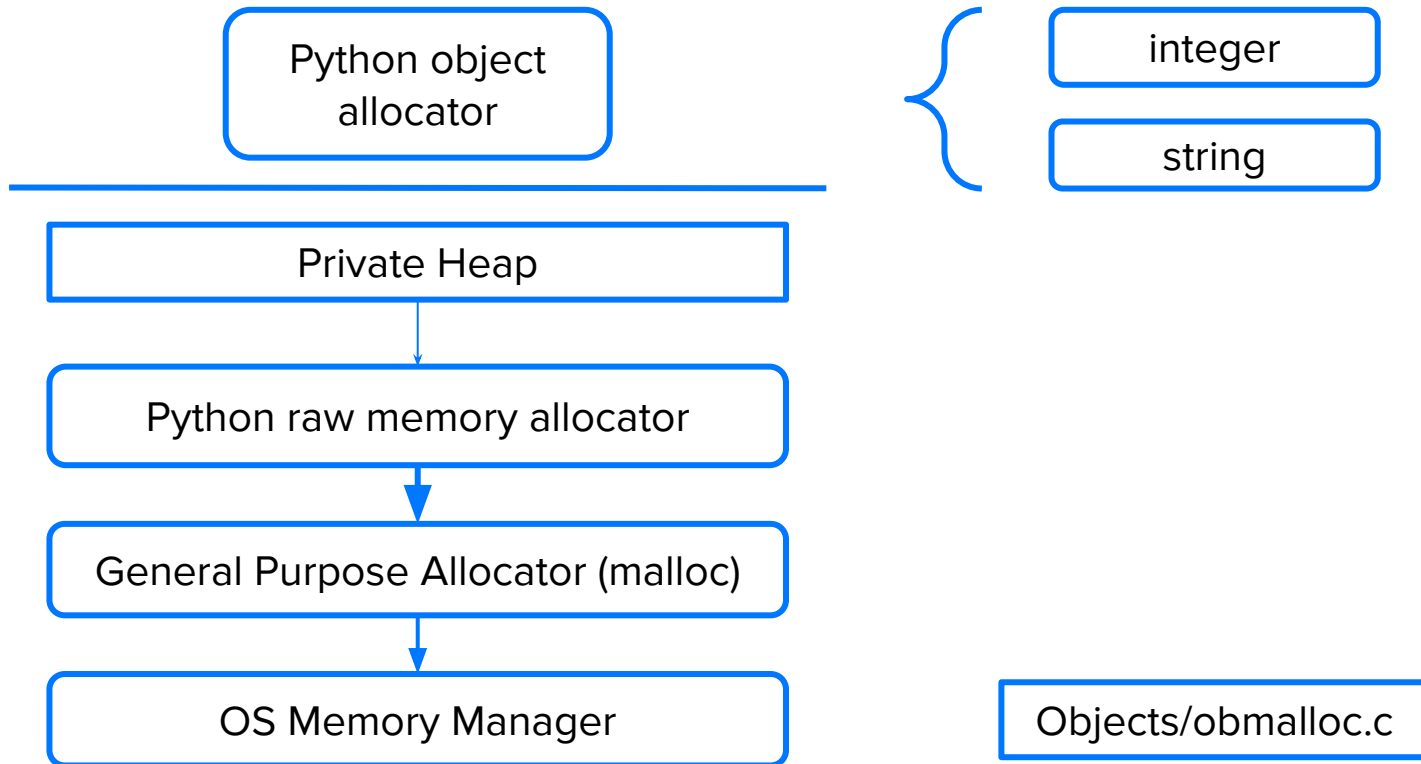
            expected_calls = [mock.call("fake_url"), mock.call().__aenter__(),
                              mock.call().__aenter__().text(), mock.call().__aexit__(None, None, None),]
            self.assertEqual(expected_calls, cl_mock.mock_calls)
```

# Устройство памяти

Выделение, освобождение, управление



# Python memory manager



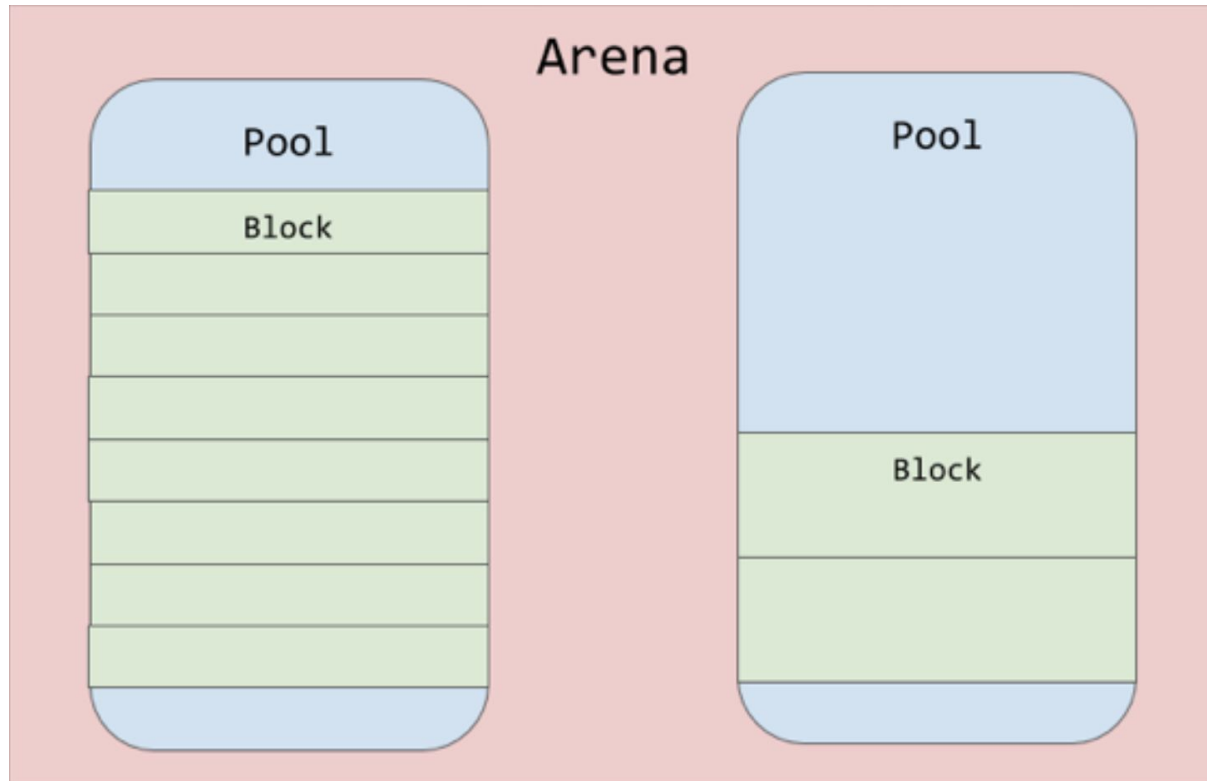


# Выделение памяти

- Большие объекты ( $> 512$  байт): C allocator;
- Меньшие объекты ( $\leq 512$  байт): арены, пулы, блоки;
  - Блок хранит один объект от 1 до 512 байт;
  - Пул хранит блоки, занимает одну страницу памяти (4Кб);
  - Арена хранит пулы, занимает 256Кб;

Только арена может освобождать память

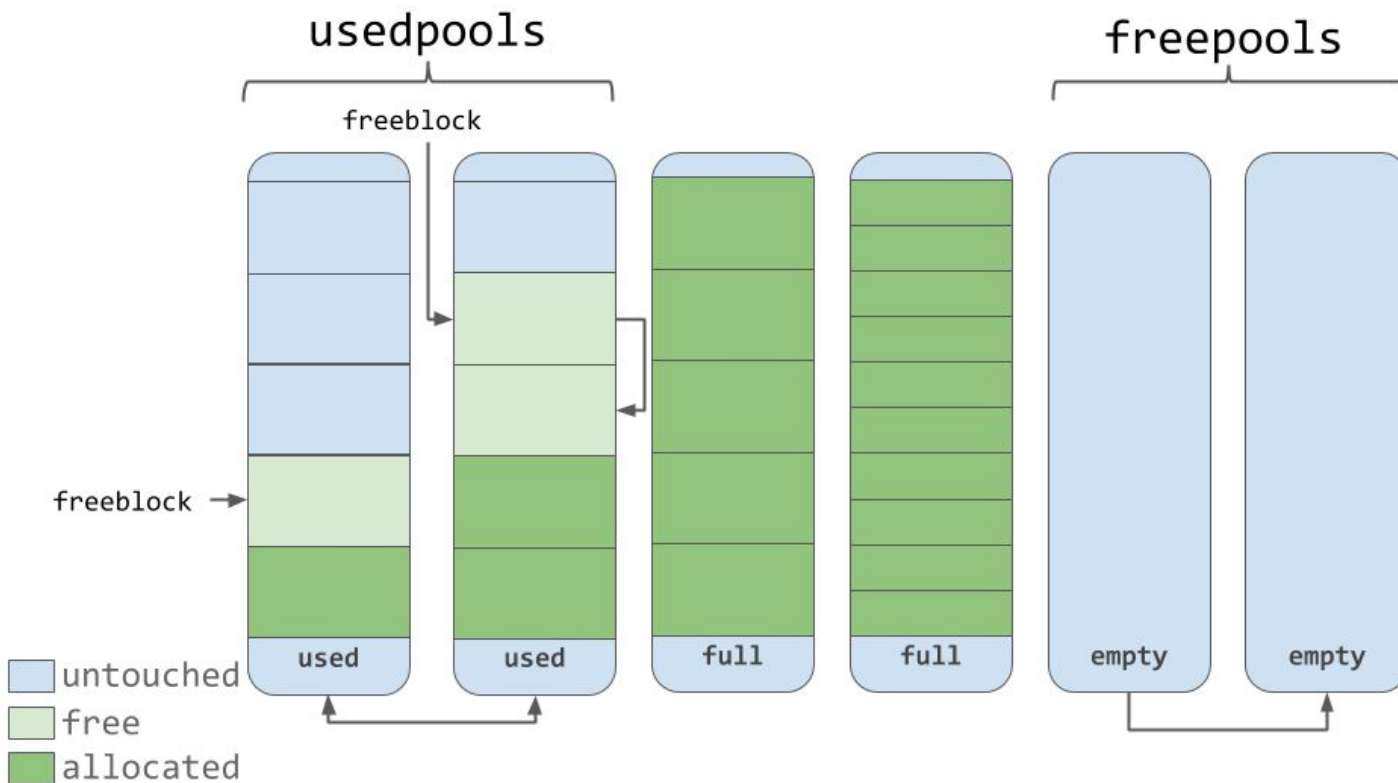
# Выделение памяти



# Выделение памяти

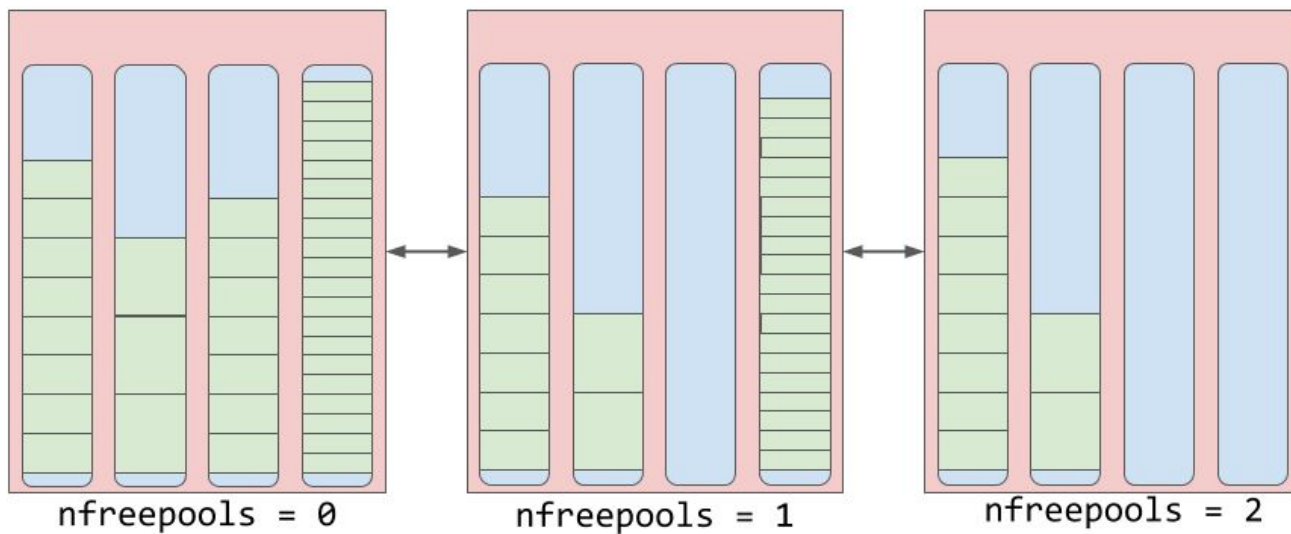
* Request in bytes	Size of allocated block	Size class idx
* -----		
* 1-8	8	0
* 9-16	16	1
* 17-24	24	2
* 25-32	32	3
* 33-40	40	4
* 41-48	48	5
* 49-56	56	6
* 57-64	64	7
* 65-72	72	8
* ...	...	...
* 497-504	504	62
* 505-512	512	63
*		
* 0, SMALL_REQUEST_THRESHOLD + 1 and up: routed to the underlying		
* allocator.		

# Выделение памяти



# Выделение памяти

usable\_arenas





*The only reliable way to free memory is to terminate the process.*

**Счетчик ссылок, dc**



# PyObject

```
typedef struct _object {  
    _PyObject_HEAD_EXTRA  
    Py_ssize_t ob_refcnt;  
    PyTypeObject *ob_type;  
} PyObject;
```



# Освобождение памяти

- счетчик ссылок, `refcounter`
- generational garbage collector, модуль `gc` (можно отключить)

```
>>> import sys
>>> foo = []
>>> print(sys.getrefcount(foo))
>>> def bar(a):
>>>     print(sys.getrefcount(a))
>>> bar(foo)
>>> print(sys.getrefcount(foo))
```

# Счетчик ссылок



Память сразу можно  
очистить



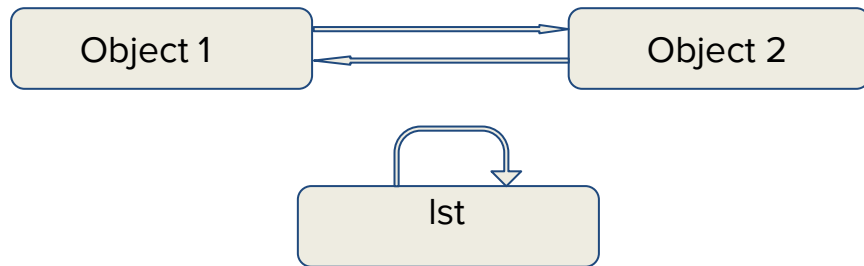
Циклические ссылки



Блокирование потоков



Доп расход CPU и RAM



# Сборщик мусора



Не нужно думать об очистке памяти



Никаких double free ошибок



Решение проблем утечек памяти



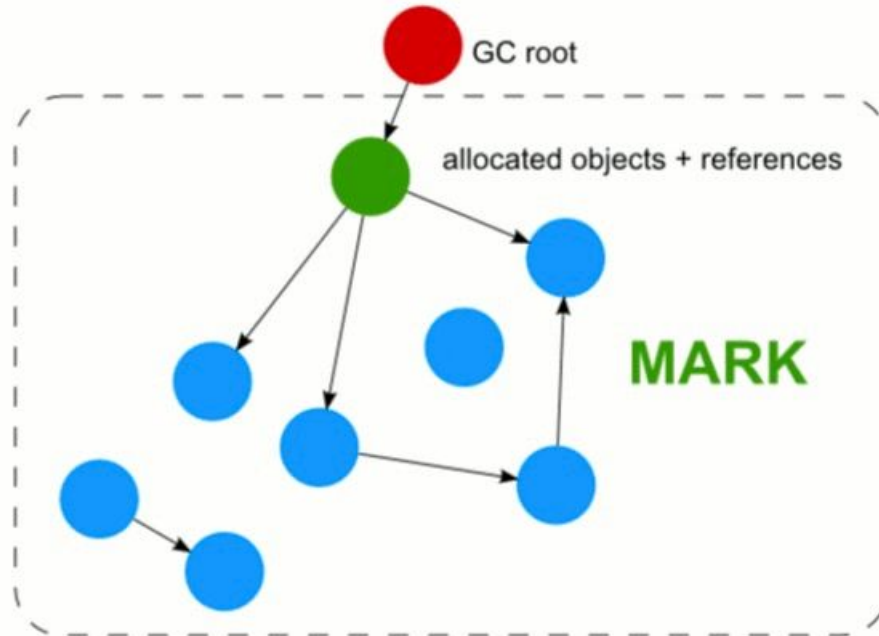
Доп расход CPU и RAM



Момент сборки мусора непредсказуем

## Mark and sweep gc

## Mark and sweep (MARK)



# Сборщик мусора

**gc** (<https://docs.python.org/3/library/gc.html>)

следит только за объектами контейнерами, если они содержат тоже объекты-контейнеры:

- `list`
- `dict`
- `tuple`
- `class`
- `etc`

# Сборщик мусора: управление

- Включение/выключение gc

`gc.enable()`, `gc.disable()`, `gc.isenabled()`

- Запуск сборки мусора

`gc.collect(generation=2)`

- Получение всех объектов

`gc.get_objects(generation=None)`

# weakref

<https://docs.python.org/3/library/weakref.html>

- `weakref.ref`
- `WeakKeyDictionary`, `WeakValueDictionary`, `WeakSet`, `WeakMethod`
- `finalize`
- `getweakrefcount(obj)`, `getweakrefs(obj)`
- `list`, `dict`: только для подклассов
- `tuple`, `int`: не поддерживаются

# weakref

```
>>> import weakref
>>> class Object:
...     pass
...
>>> obj1 = Object()
>>> ref = weakref.ref(obj1)
>>> obj2 = ref()
>>> obj1 is obj2
True
>>> del obj1, obj2
>>> print(ref())
None
```



# slots

## `object.__slots__`

Позволяет явно указать поля, которые будут в классе.

В случае указания `__slots__` пропадают поля `__dict__` и `__weakref__`.

Используя `__slots__` можно экономить на памяти и времени доступа к атрибутам объекта.

```
class Point:
    __slots__ = ("x", "y")
    def __init__(self, x, y):
        self.x = x
        self.y = y
```

# Профилирование

Сбор характеристик работы программы, таких как время выполнения отдельных фрагментов (обычно подпрограмм), число верно предсказанных условных переходов, число кэш-промахов и т. д.



# Профилирование

Цель:

- найти узкие места в коде

Основные способы:

- CPU
- Память
- Частота/продолжительность вызовов функций

Методы:

- Статистический (сэмплирование)
- Детерминированный (инструментирование)

# Профилирование

- cProfile - написанная на C, быстрая реализация профилировщика
- profile - нативная реализация профилировщика на чистом python, значительно медленнее

```
python -m cProfile -o output.txt ptest.py
```

```
import pstats
```

```
p = pstats.Stats("output.txt")
```

```
p.strip_dirs().sort_stats(-1).print_stats()
```

# Профилирование

```
import cProfile , pstats , io
```

```
pr = cProfile.Profile()
```

```
pr.enable()
```

```
# ... do something ...
```

```
pr.disable()
```

```
s = io.StringIO()
```

```
sortby = "cumulative"
```

```
ps = pstats.Stats(pr, stream=s).sort_stats(sortby)
```

```
ps.print_stats()
```

```
print(s.getvalue())
```

# cProfile

1567629 function calls (1166637 primitive calls) in 809.730 seconds

Ordered by: cumulative time

ncalls	tottime	percall	cumtime	percall	filename:lineno(function)
1	0.164	0.164	809.738	809.738	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/ioloop.py:568(start)
4961	806.444	0.163	806.444	0.163	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/platform/kqueue.py:66(poll)
9982/8005	0.086	0.000	3.095	0.000	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/stack_context.py:269(wrapped)
5657	0.011	0.000	2.767	0.000	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/ioloop.py:471(_run_callback)
6766/2479	0.083	0.000	1.869	0.001	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/gen.py:507(run)
2445	0.009	0.000	1.775	0.001	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/gen.py:567(inner)
2445	0.005	0.000	1.764	0.001	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/tornado/gen.py:497(set_result)
430	0.008	0.000	0.902	0.002	/Users/project/src/gekko/net/resolver.py:414(resolve)
75	0.000	0.000	0.669	0.009	/Users/project/src/gekko/handlers2/executor.py:93(callback)
75	0.000	0.000	0.669	0.009	/Users/project/src/gekko/handlers2/executor.py:72(_handler_callback)
48	0.000	0.000	0.669	0.014	/Users/project/src/gekko/handlers2/executor.py:114(_done)
72	0.000	0.000	0.612	0.009	/Users/project/src/gekko/location2.py:266(_call_location_method)
60	0.000	0.000	0.610	0.010	/Users/project/src/gekko/location2.py:91(create_gen_tasks)
63	0.000	0.000	0.609	0.010	/Users/project/src/gekkoapps/gosearch/locations/ajax_web.py:27(get)
9	0.000	0.000	0.576	0.064	/Users/project/src/gekkoapps/common/locations/base.py:104(create_response)
9	0.001	0.000	0.572	0.064	/Users/project/src/gekkoapps/common/locations/base.py:97(render_view)
9	0.000	0.000	0.242	0.027	/Users/project/src/gekkoapps/common/locations/base.py:173(get_data_from_view)
9	0.000	0.000	0.242	0.027	/Users/project/src/gekkoapps/common/views/base.py:136(get_data)
9	0.000	0.000	0.239	0.027	/Users/project/src/gekkoapps/gosearch/v1/web/view/compat.py:14(create_location_data)
9	0.000	0.000	0.238	0.026	/Users/project/src/gekkoapps/gosearch/v1/web/view/produce.py:518(get_data)
9	0.000	0.000	0.220	0.024	/Users/project/src/gekkoapps/common/locations/base.py:183(render_json)
9	0.000	0.000	0.220	0.024	/Users/project/src/gekko/template/helpers.py:148(do_json)
9	0.013	0.001	0.220	0.024	/Users/project/src/.env3/lib/python3.7/site-packages/simplejson/encoder.py:371(encode)
3626	0.030	0.000	0.214	0.000	/Users/project/src/gekko/net/resolver.py:185(resolve)
27	0.000	0.000	0.209	0.008	/Users/project/src/gekkoapps/common/views/serp/v1/creator.py:23(create)

# Профилирование памяти

```
pip install memory_profiler
```

```
# run.py
```

```
from memory_profiler import profile
```

```
@profile
```

```
def some_func():
```

```
    lst1 = []
```

```
    lst2 = "1" * 100000
```

```
python -m memory_profiler run.py
```

# top/atop

**top** - консольная команда, которая выводит список работающих в системе процессов и информацию о них.

PID - идентификатор процесса

USER - пользователь, под которым запущен процесс

VRT - объем виртуальной памяти, занимаемой процессом

RES - текущее использование RAM

%CPU - процент доступного времени процессора

**atop** - продвинутый интерактивный полноэкранный монитор производительности, написанный для Linux.

```
atop -r /var/log/atop/atop_<date> [-b hh:mm]
```



# iostat/iostat

**iostat** - утилита, выводящая данные по использованию жесткого диска.

- `iostat -o` (активные процессы)
- `iostat -o -a` (собрать статистику за время)

**iostat** - утилита, предназначенная для мониторинга использования дисковых разделов.

```
iostat -d -t -p sda -x
```

- c вывести отчет по CPU
- d вывести отчет по использованию диска
- t интервал, за который усредняются значения
- x вывести расширенную статистику

## Домашнее задание #08

- Сравнение скорости работы объектов с обычными атрибутами, слотами и слабыми ссылками
- Выполнить профилирование по вызовам/памяти
- Декоратор для профилирования



# Напоминание отметиться на портале Vol 2

+ ОСТАВИТЬ ОТЗЫВ ПОСЛЕ ЛЕКЦИИ

vk образование

БлогиЛюдиПрограммаВакансииРасписание

Q<

VK Техно

Открыт приём заявок!

чт, 8 сентября

Нет занятий

пт, 9 сентября

18:00 Углубленный Py... с3  
Введение в Python, основные  
понятия, тестирование  
Г. Кандауров

сб, 10 сентября

Нет занятий

вс, 11 сентября

Нет занятий

пн, 12 сентября

Нет занятий

Углубленный Python

↓ 0 ↑

Блог для материалов по курсу "Углубленный Python"

57 читателей, 2 топика

ПодписатьсяСоздать топик

Поиск по авторам, заголовку и тексту топика...

Найти

Добро пожаловать на курс!

Углубленный Python

ИзменитьУдалить

Всем привет и добро пожаловать на курс по углубленному изучению Python!

Прямой эфир

МоиВсе

Геннадий Кандауров час назад  
Углубленный Python → Добро пожаловать  
на курс! 0

Екатерина Черкасова 7 дней назад  
Стажировка → Приглашаем мобильных,  
фронтенд- и бэкэнд-разработчиков на  
Weekend Offer! 0

Дарья Вовченко 9 дней назад  
Углубленный Python → Добро пожаловать  
в образовательные проекты VK  
Образование! 0

Дарья Вовченко 9 дней назад  
Разработка веб-сервисов на

Спасибо за  
внимание

