МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

Урок №11

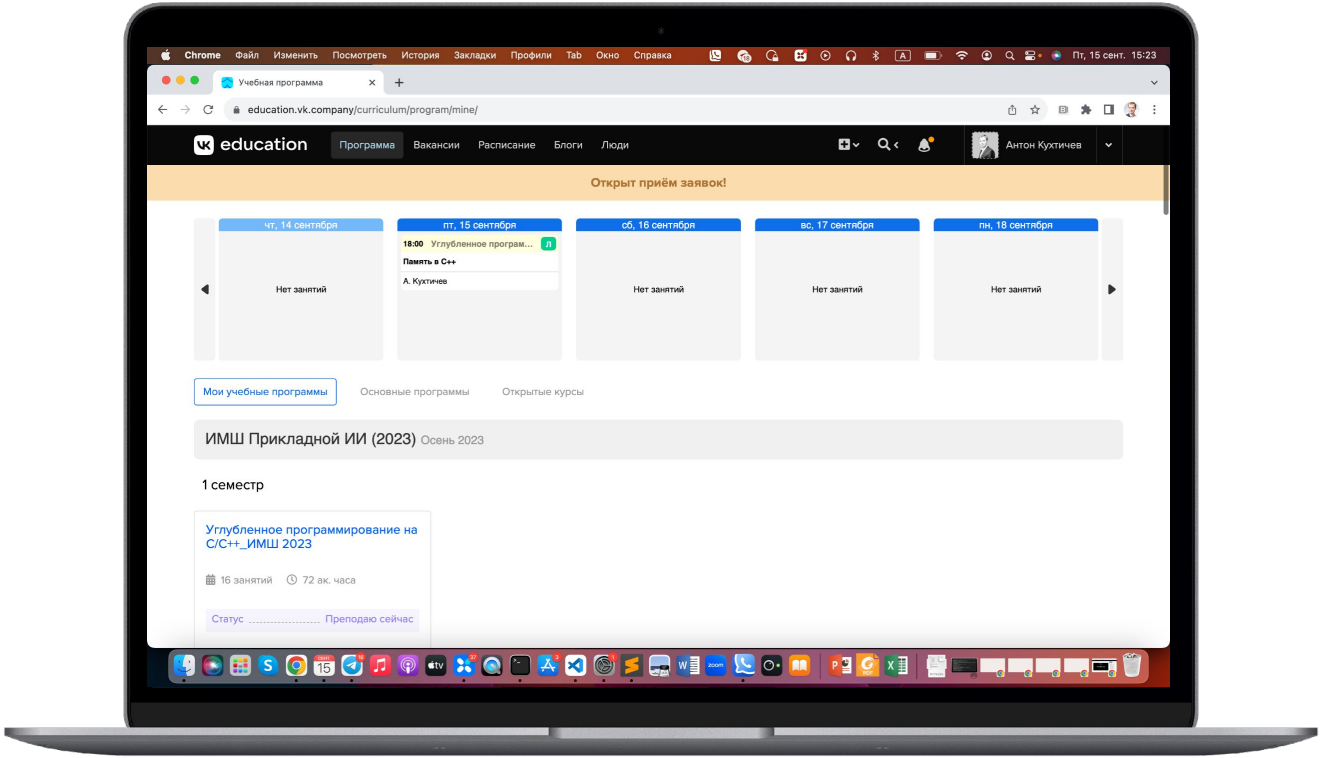
# Управление памятью в Python

22 декабря 2023 года

Антон Кухтичев

# Напоминание отметиться на портале

и оставить отзыв
после лекции



# Содержание занятия

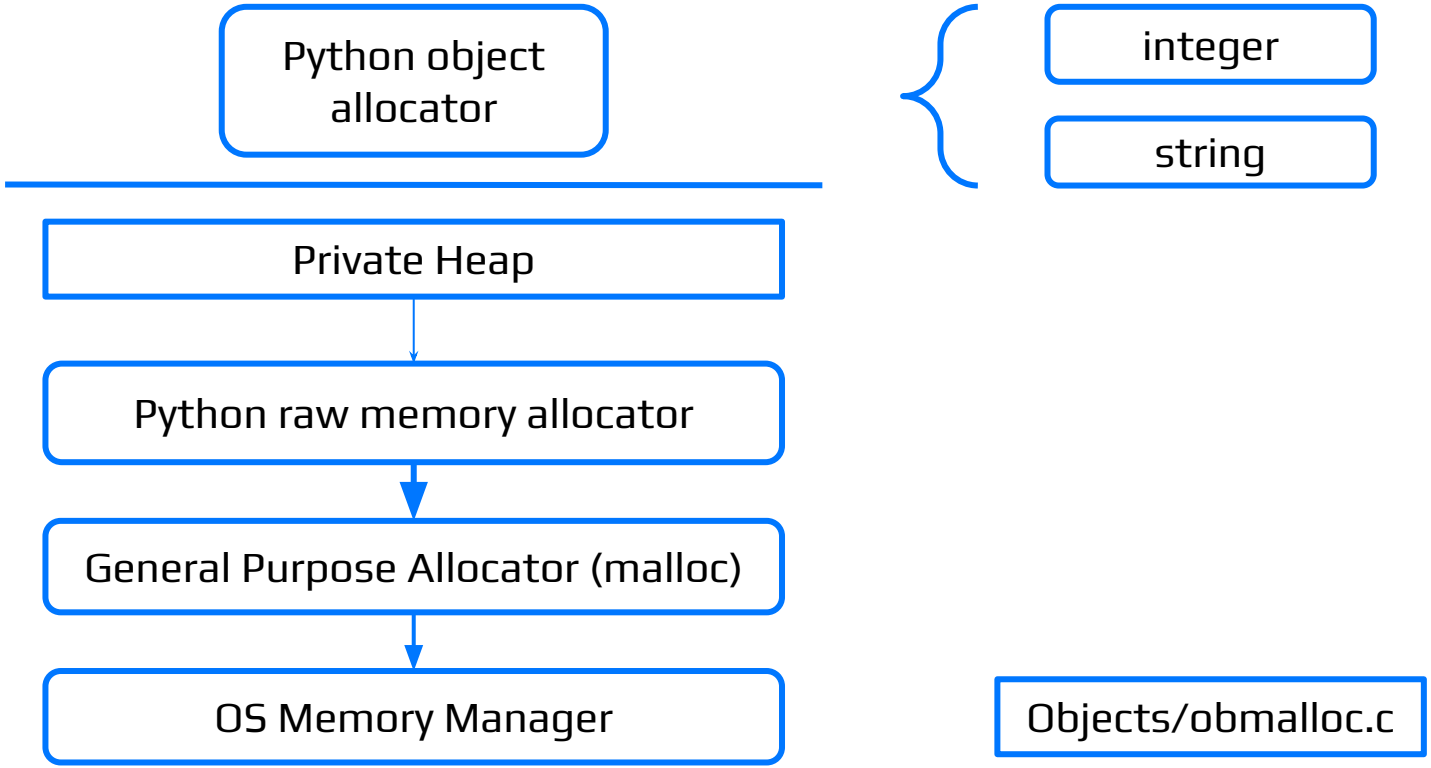
1. Квиз
2. Устройство памяти
3. Счётчик ссылок, gc
4. Оптимизации (slots, weakref)
5. Профилирование

# Квиз

# Устройство памяти

Выделение, освобождение,
управление

# Python memory manager

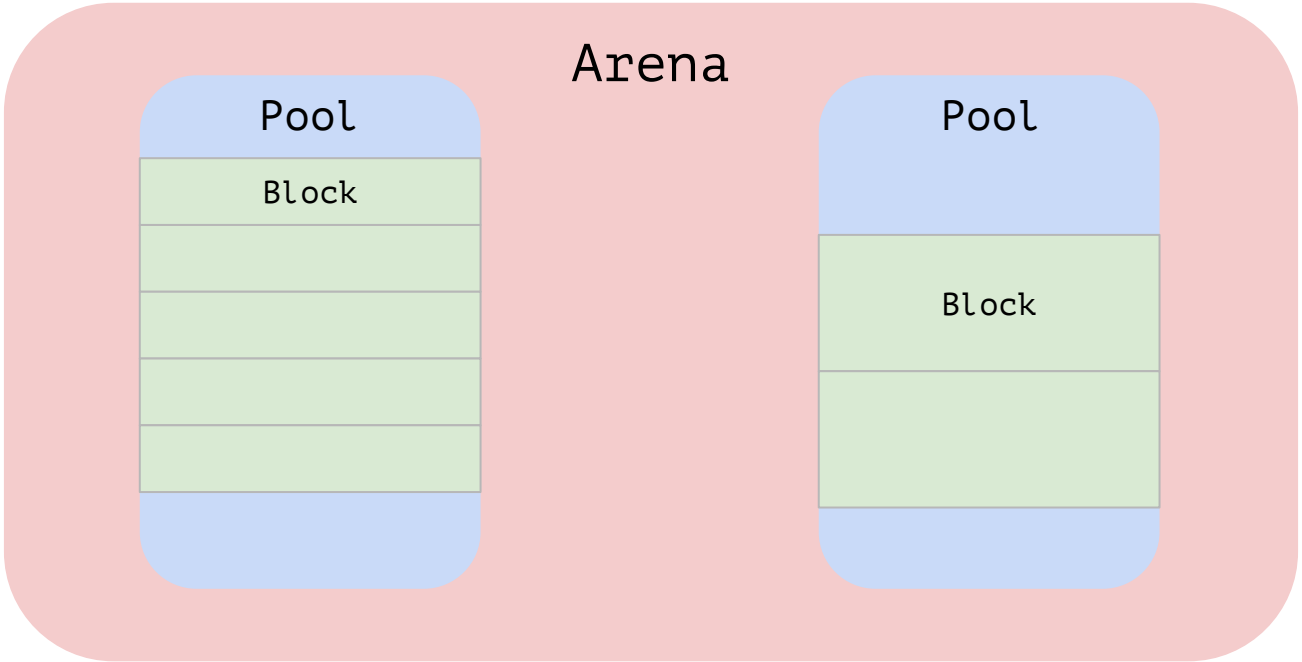


# Выделение памяти (1)

- Большие объекты (> 512 байт): C allocator;
- Меньшие объекты (<= 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

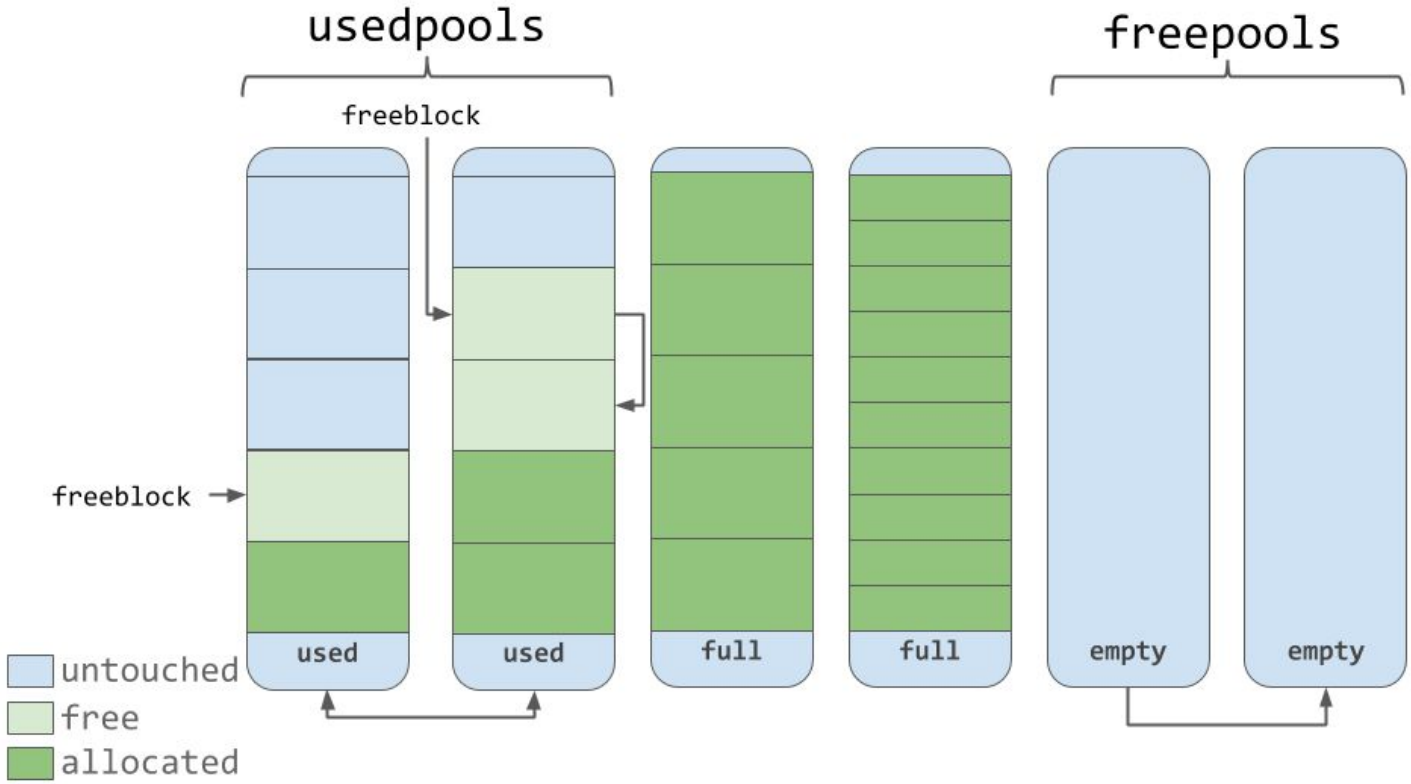
# Выделение памяти (2)



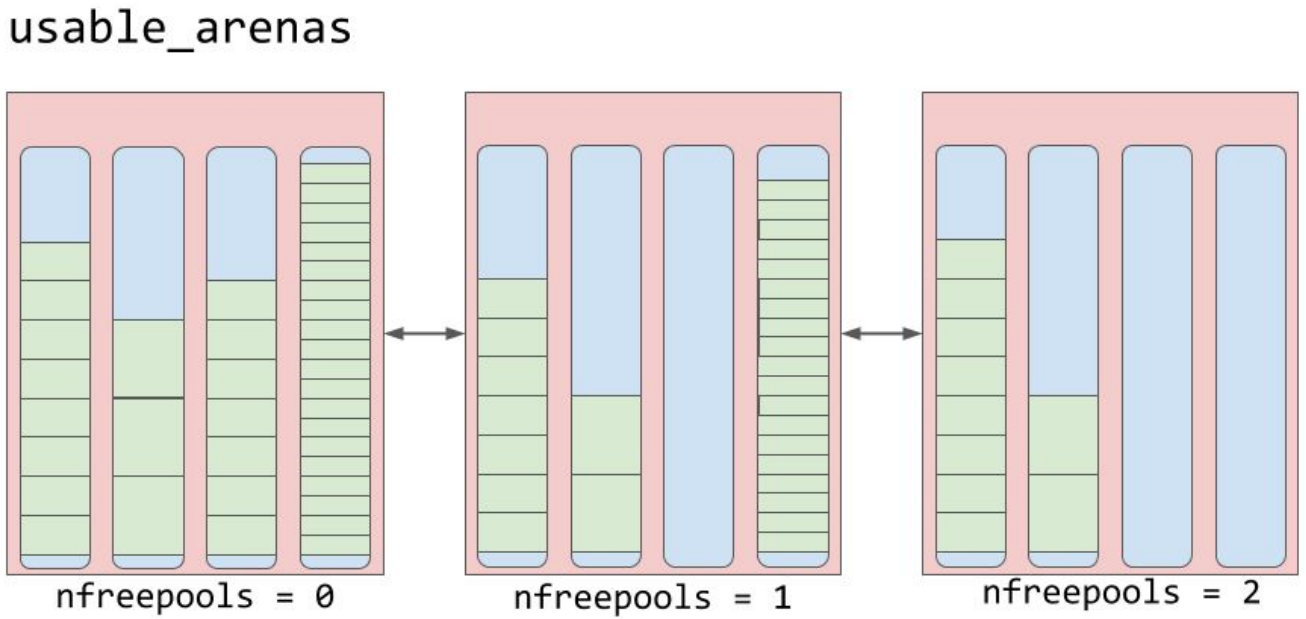
# Выделение памяти (3)

```
* 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 (4)



# Выделение памяти (5)



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

# Счётчик ссылок, garbage collector

# 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))
```

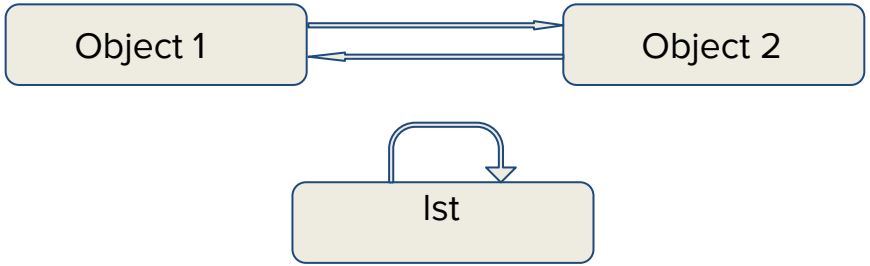
# Счётчик ссылок

\+ Память сразу можно очистить

— Циклические ссылки

— Блокирование

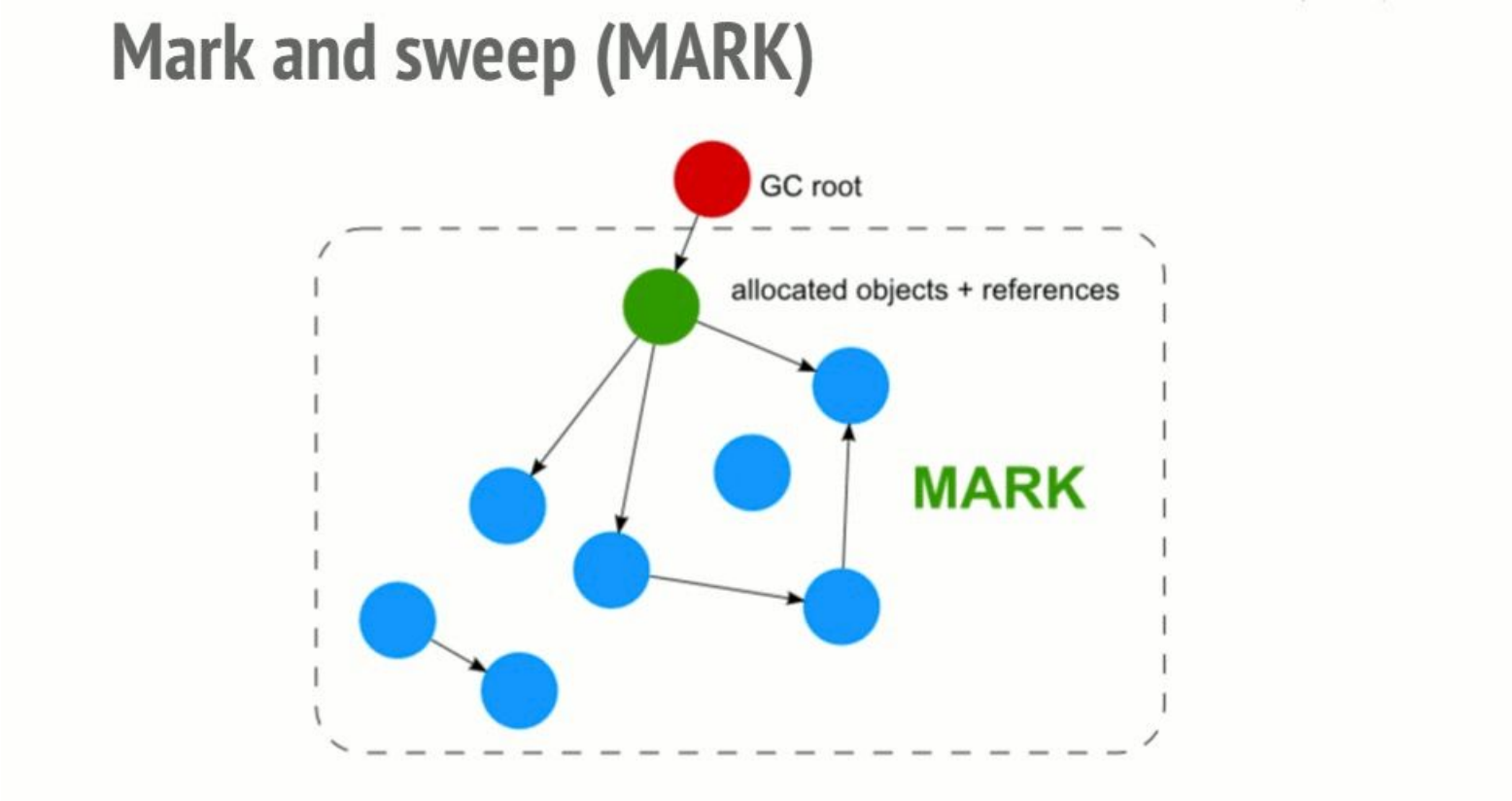
— Доп расход CPU и RAM



# 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



# 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 (1)

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 (2)

```
>>> 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
- `VIRT` - объём 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]
```

# iotop/iostat

**`iotop`** - утилита, выводящая данные по использованию жесткого диска.

- `iotop -o` (активные процессы)
- `iotop -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

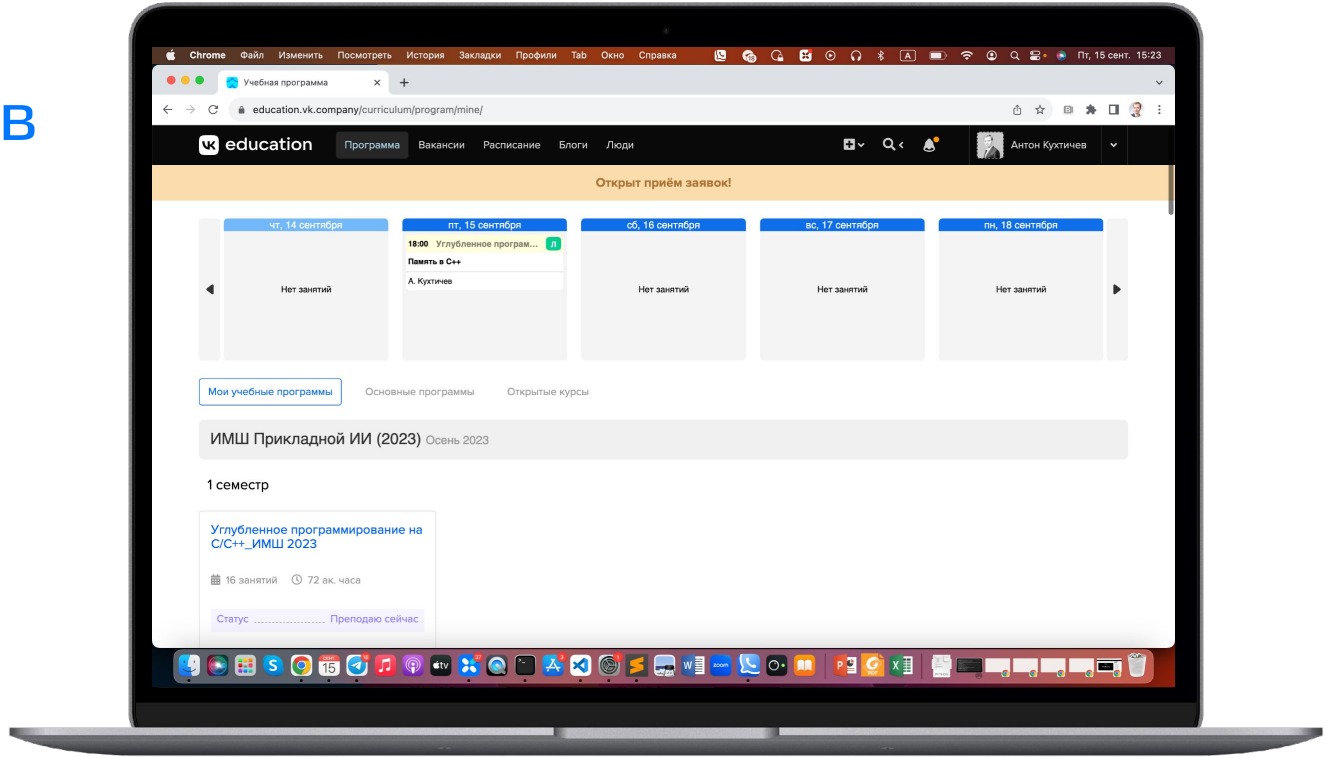
# Домашнее задание

# Домашнее задание

- Сравнение скорости работы объектов с обычными атрибутами, слотами и викрефами
- Выполнить профилирование по вызовам/памяти
- Декоратор для профилирования
- flake8 + pylint перед сдачей

# Напоминание оставить отзыв

Это правда важно



# Спасибо
# за внимание!