Бэкенд разработка на python

Лекция 9

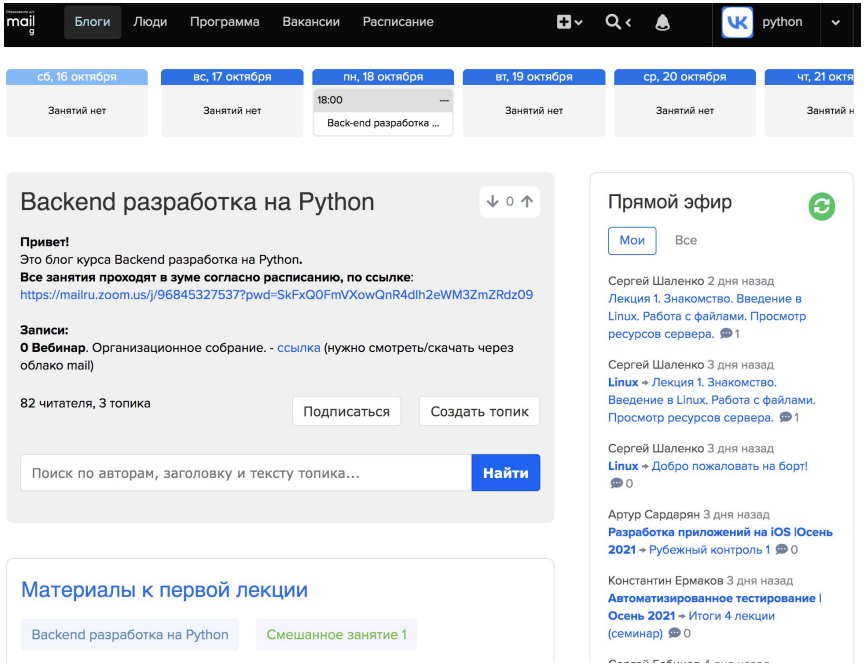
Потоки, процессы, GIL, Асинхронное программирование

Кандауров Геннадий

образование

Напоминание отметиться на портале

+оставить отзыв после лекции

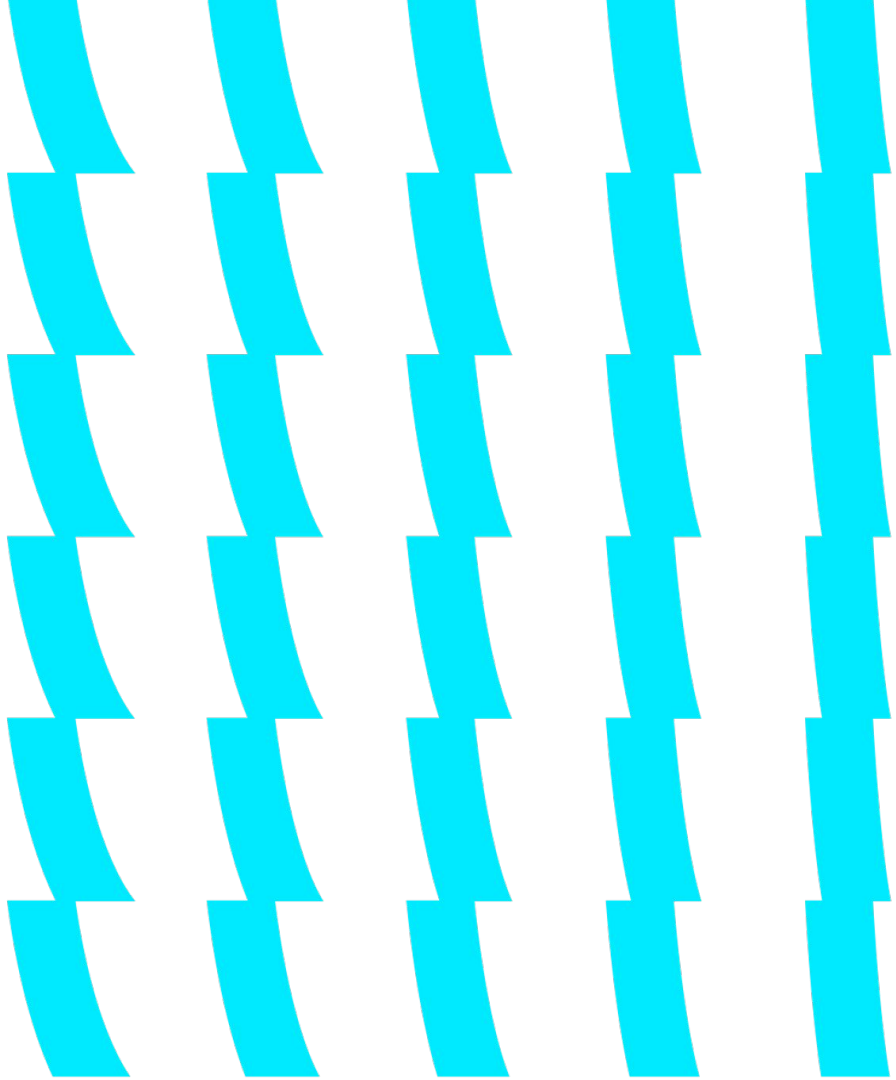


Квиз по прошлой лекции

Содержание занятия

- Потоки
- GIL
- Процессы
- Механизмы синхронизации
- IPC
- Асинхронное программирование
- Event loop
- Корутины, нативные корутины
- asyncio

Threads (потоки)



Thread

Thread (поток) - это сущность операционной системы, процесс выполнения на процессоре набора инструкций, а именно программного кода.

Thread: создание и запуск

```
import threading

1.  class CustomThread(threading.Thread):
        def __init__(self):
            pass
        def run(self):
            func()

    th = CustomThread()

2.  th = threading.Thread(target=func)

th.start()
th.join()
```

Thread: синхронизация

```
import threading
```

- `threading.Lock`
- `threading.RLock`
- `threading.Semaphore`
- `threading.BoundedSemaphore`
- `threading.Event`
- `threading.Timer`
- `threading.Barrier`

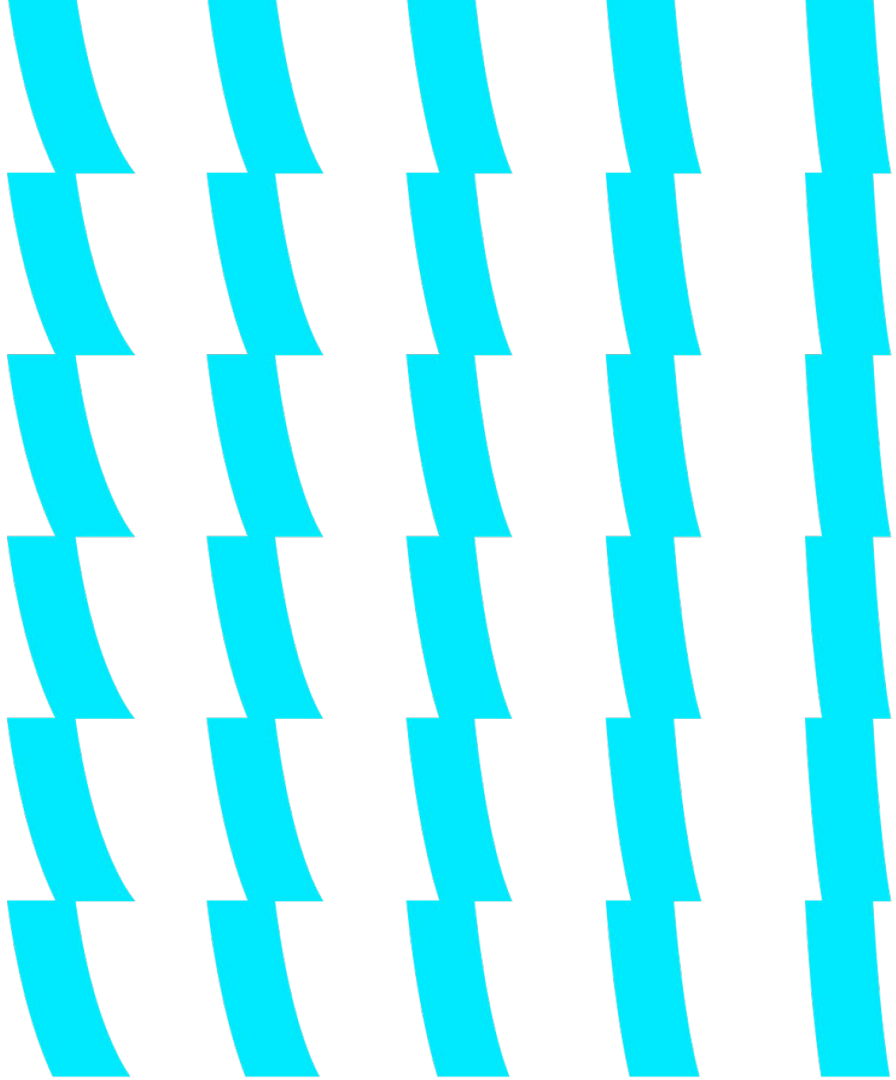
Дополнительно:
`queue (Queue, LifoQueue, PriorityQueue)`

Thread: local

```
import threading

my_data = threading.local()
my_data.x = 42
```

GIL

global interpreter lock



GIL

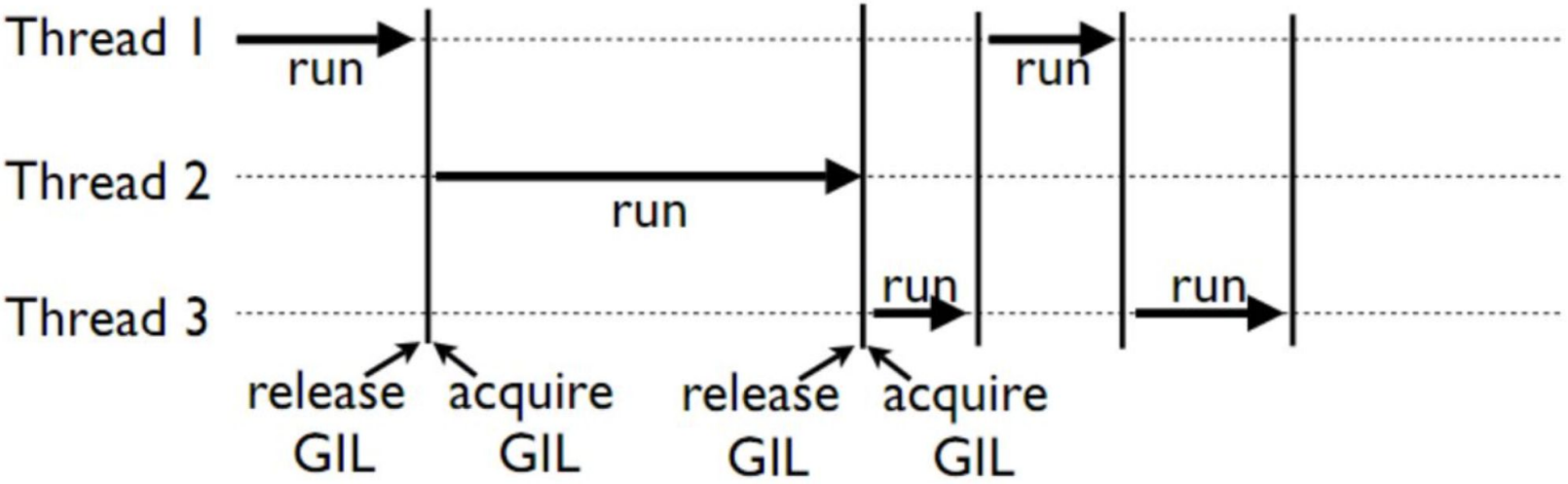
Global Interpreter Lock (GIL) — это способ синхронизации потоков, который используется в некоторых интерпретируемых языках программирования.

Mutex, который разрешает только одному потоку использовать интерпретатор python

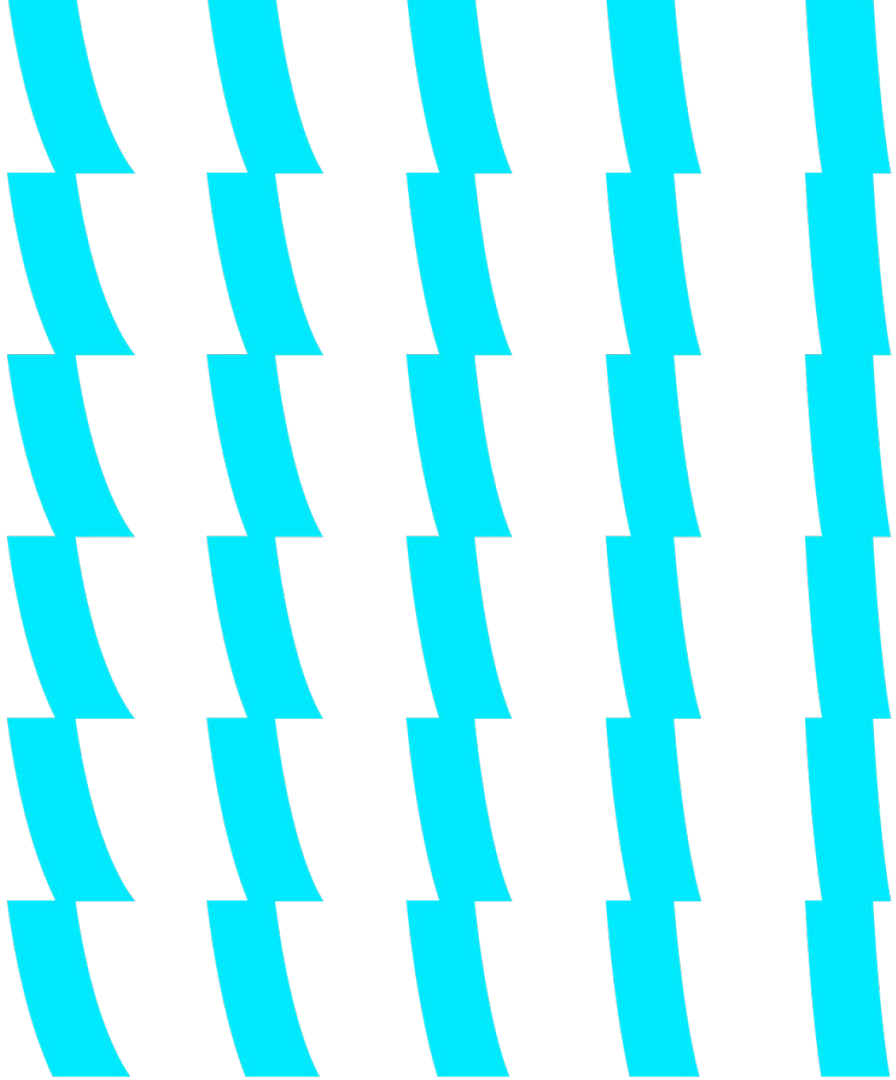
GIL

- Что решает? - Race conditions
- Почему глобальный? - Deadlocks, производительность
- Выбран в качестве решения из-за C extentions
- Изначально вводился для I/O bound потоков

GIL


Thread 1
Thread 2
Thread 3
run
run
run
run
run
release GIL
acquire GIL
release GIL
acquire GIL

Multiprocessing



Процесс (process)

Процесс - абстракция, которая инкапсулирует в себе все ресурсы процесса: открытые файлы, отображенные в память файлы, дескрипторы, потоки и тд.

Составные части:

1. Образ машинного кода;
2. Область памяти, в которую включается исполняемый код, данные процесса (входные и выходные данные, стек вызовов и куча для хранения динамически создаваемых данных);
3. Дескрипторы ОС, например, файловые;
4. Состояние процесса.

multiprocessing

```
import os
from multiprocessing import Process

def print_info(name):
    print(f"Process {name}, pid={os.getpid()}, parent pid={os.getppid()}")

if __name__ == "__main__":
    print_info("main")
    processes = [
        Process(target=print_info, args=(f"child{i}",))
        for i in range(1, 5)
    ]
    for proc in processes:
        proc.start()
    for proc in processes:
        proc.join()
```

multiprocessing: pool

```
import multiprocessing
import time

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

if __name__ == '__main__':
   t1 = time.time()
   with multiprocessing.Pool(2) as p:
       p.apply_async(countdown, (100000000,))
       p.apply_async(countdown, (100000000,))
       p.close()
       p.join()
    t2 = time.time()
    print(t2 - t1)
```

multiprocessing: синхронизация

- **Lock**, **Semaphore**, **Event** и тп
- **Value**

```
result = multiprocessing.Value("i")
```

- **Array**

```
result = multiprocessing.Array("i", 4)
```

- **Manager**

```
with multiprocessing.Manager() as manager:
    records = manager.list([])
```

- **Queue**

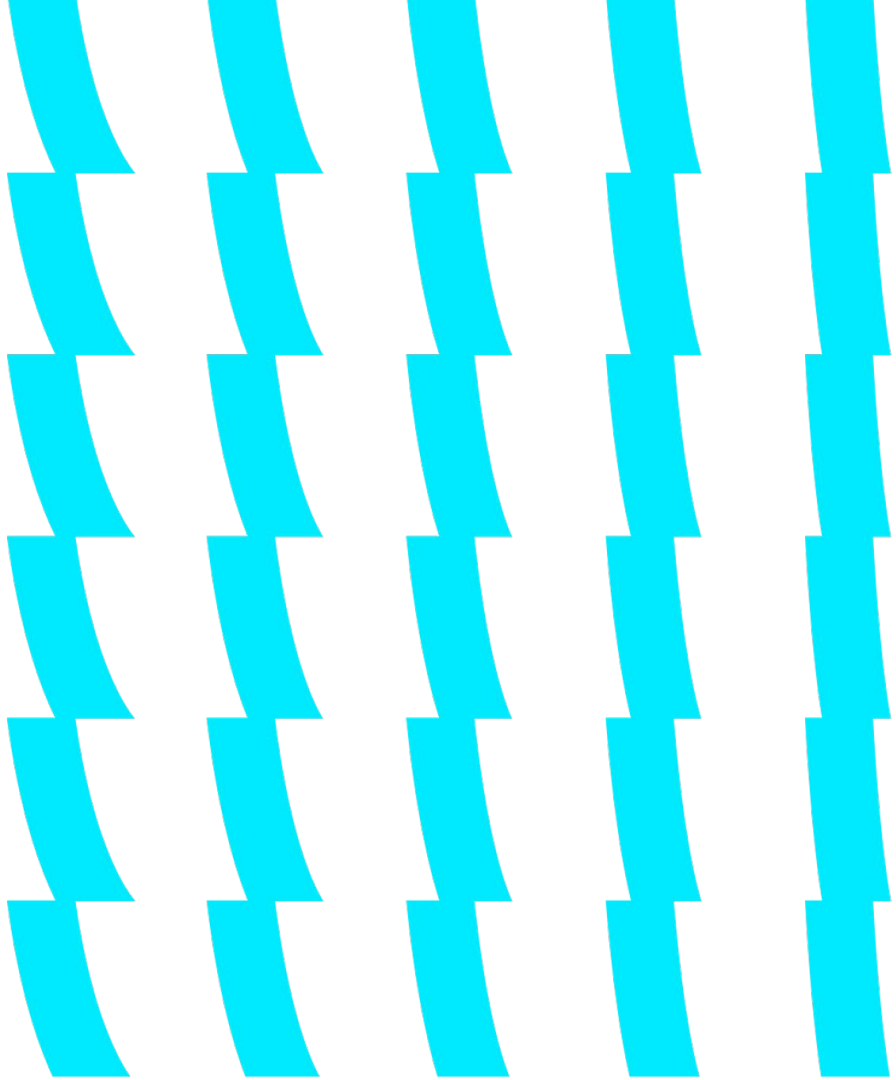
```
q = multiprocessing.Queue()
```

- **Pipe**

```
parent_conn, child_conn = multiprocessing.Pipe()
```

IPC

Inter Process Communications
(межпроцессное взаимодействие)



IPC

ОС предоставляют механизмы для IPC:

- механизмы обмена сообщениями
- механизмы синхронизации
- механизмы разделения памяти
- механизмы удаленных вызовов (RPC)

IPC: виды

- файл
- сигнал
- сокет
- каналы (именованные/неименованные)
- семафор
- разделяемая память
- обмен сообщениями
- проецируемый в памяти файл
- очередь сообщений
- почтовый ящик

IPC: сигналы

```
import os
import time
import signal

def signal_handler(signal_num, frame):
    print(f"Handle signal {signal_num}")

if __name__ == "__main__":
   signal.signal(signal.SIGUSR1, signal_handler)
   signal.signal(signal.SIGUSR2, signal_handler)

   print(f"pid={os.getpid()}")
   while True:
       time.sleep(0.5)
```

IPC: сокет

```
import socket

server = socket.socket(socket.AF_UNIX, socket.SOCK_DGRAM)
server.bind("/tmp/py_unix_example")
data = server.recv(1024)


client = socket.socket(socket.AF_UNIX, socket.SOCK_DGRAM)
client.connect("/tmp/py_unix_example")
client.send(data.encode())
```

IPC: каналы (pipe)

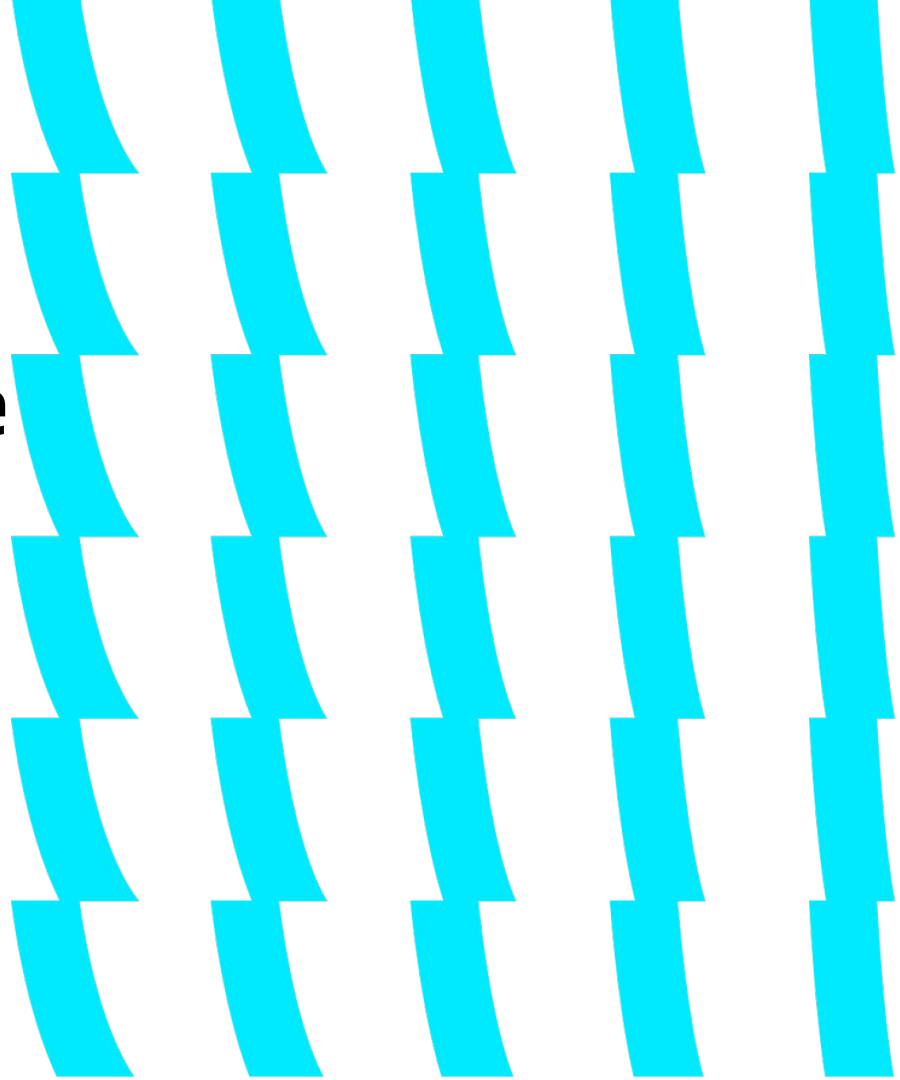
```
# sender.py

import os

fpath = "/tmp/example.fifo"
os.mkfifo(fpath)

fifo = open(fpath, "w")
fifo.write("Hello!\n")
fifo.close()
```

```
# receiver.py

import os
import sys

fpath = "/tmp/example.fifo"

fifo = open(fpath, "r")
for line in fifo:
    print(f"Recv: {line}")
fifo.close()
```

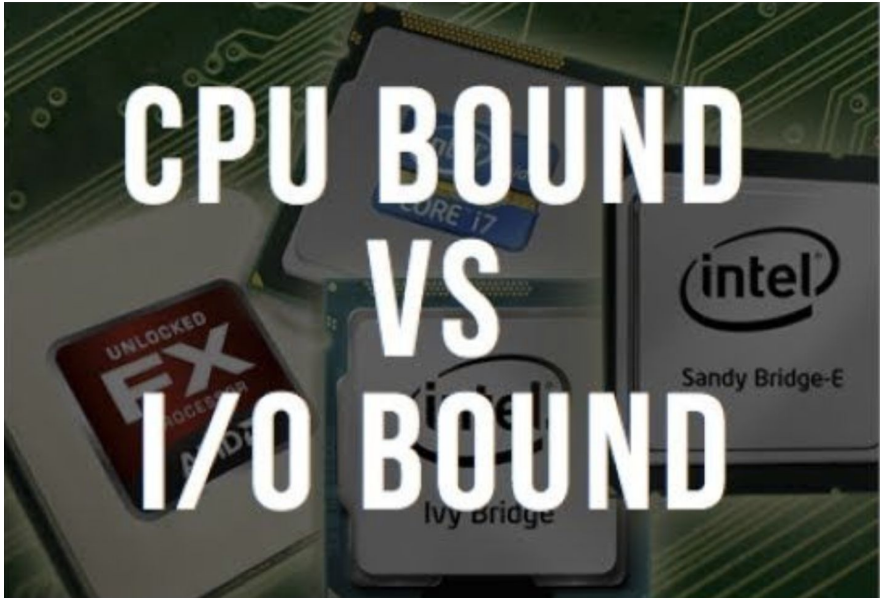
IPC: mmap

```
import mmap

with open("data.txt", "w") as f:
    f.write(“Hello, python!\n”)

with open("data.txt", "r+") as f:
    map = mmap.mmap(f.fileno(), 0)
    print(map.readline())  # Hello, python!
    print(map[:5])  # Hello
    map[7:] = "world!\n"
    map.seek(0)
    print(map.readline())  # Hello, world!
    map.close()
```

Асинхронное программирование



IO bound vs CPU bound



Блокирующие операции

```
import socket
server_sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
server_sock.setsockopt(socket.SOL_SOCKET, socket.SO_REUSEADDR, 1)
server_sock.bind(('localhost', 15000))
server_sock.listen()

while True:
    client_sock, addr = server_sock.accept()
    while True:
        data = client_sock.recv(4096)
        if not data:
            break
        else:
            client_sock.send(data.decode().upper().encode())
    client_sock.close()
```

Блокирующие операции

- `connect`, `accept`, `recv`, `send` - блокирующие операции
- C10k problem, http://kegel.com/c10k.html
- Потоки дорого стоят (CPU & RAM)
- Потоки простаивают часть времени

Неблокирующие операции

Системные вызовы:

- `select (man 2 select)`
- `poll (man 2 poll)`
- `epoll (man 7 epoll)`
- `kqueue`

python:

- `select`
- `selectors`

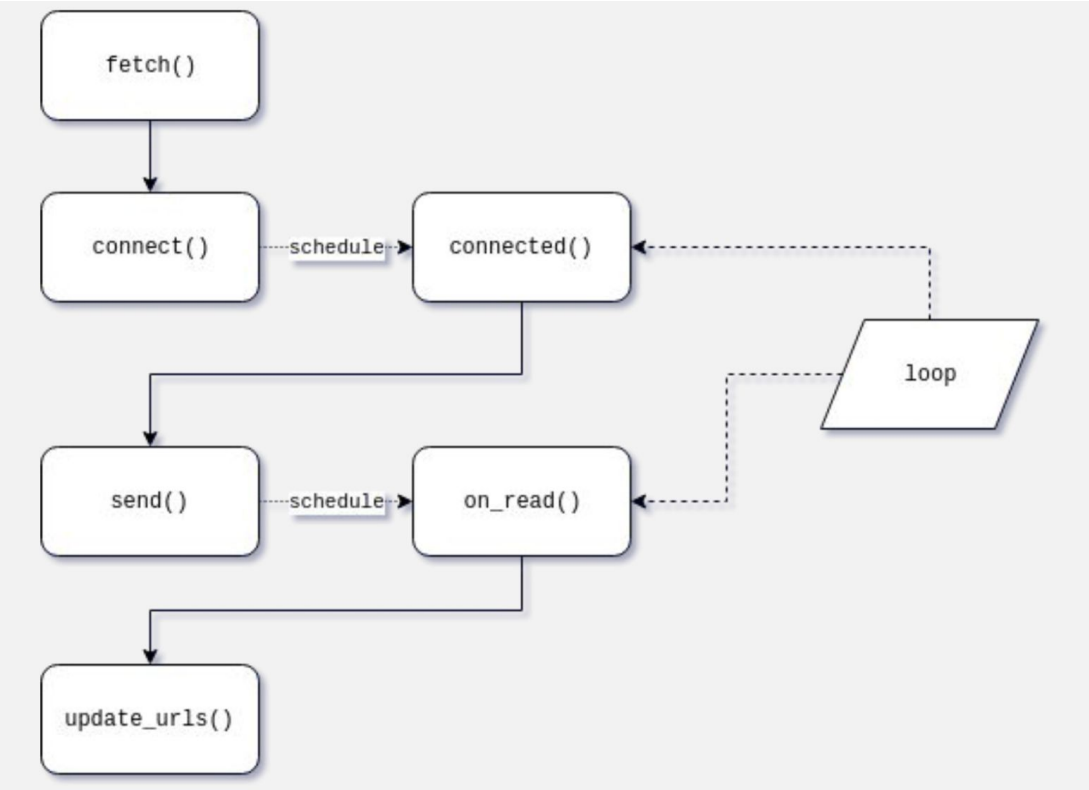
select

```
from select import select

def event_loop():
    while True:
        ready_to_read, _, _ = select(to_monitor, [], [])

        for sock in ready_to_read:
            if sock is server_sock:
                accept_conn(sock)
            else:
                respond(sock)
```

selectors

```
import selectors

selector = selectors.DefaultSelector()
selector.register(server_sock, selectors.EVENT_READ, accept_conn)

def event_loop():
    while True:
        events = selector.select()  # (key, events_mask)

        for key, _ in events:
            # key: NamedTuple(fileobj, events, data)
            callback = key.data
            callback(key.fileobj)
            # selector.unregister(key.fileobj)
```

Callback hell



generator based event loop

Дэвид Бизли (David Beazley), "Python Concurrency From the Ground Up: LIVE!"

```
def event_loop():
   while any([tasks, to_read, to_write]):
       while not tasks:
           ready_to_read, ready_to_write, _ = select(to_read, to_write, [])
           for sock in ready_to_read:
               tasks.append(to_read.pop(sock))
           for sock in ready_to_write:
               tasks.append(to_write.pop(sock))
       try:
           task = tasks.pop(0)
           op_type, sock = next(task)
           if op_type == 'read':
               to_read[sock] = task
           elif op_type == 'write':
               to_write[sock] = task
       except StopIteration:
           pass
```

Корутины

```
def grep(pattern):
    print('start grep for', pattern)
    while True:
        s = yield
        if pattern in s:
            print('found!', s)
        else:
            print('no %s in %s' % (pattern, s))

g = grep('python')
next(g)
g.send('data')
g.send('deep python')
```

```
$ python grep_python.py
start grep for python
no python in data
found! deep python
```

Корутины

- использование **`yield`** более обобщенно определяет корутину
- не только генерируют значения
- потребляют данные, отправленные через **`.send`**
- отправленные данные возвращаются через **`data = yield`**

Нативные корутины

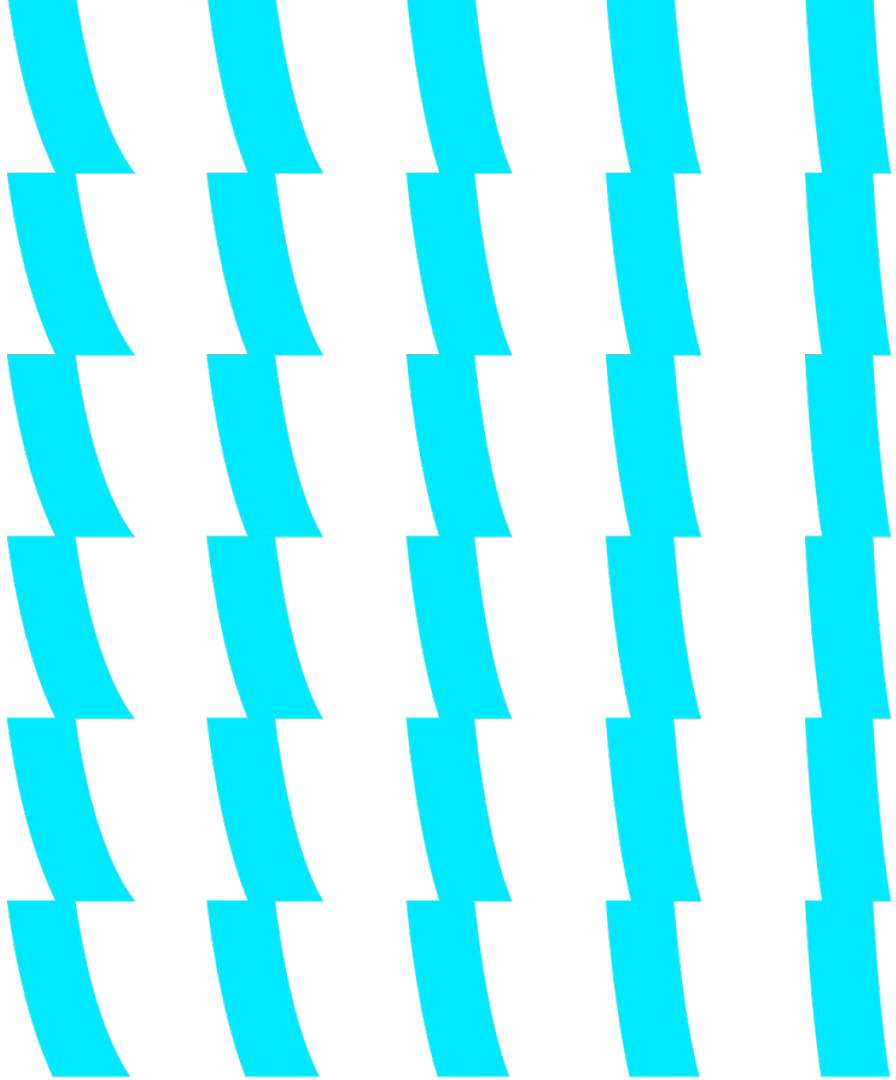
coroutine

Coroutines are a more generalized form of subroutines. Subroutines are entered at one point and exited at another point. Coroutines can be entered, exited, and resumed at many different points. They can be implemented with the `async def` statement. See also **PEP 492**.

Нативные корутины

```
import asyncio, time

async def say_after(delay, what):
    await asyncio.sleep(delay)
    print(what)

async def main():
    print(f"started at {time.strftime('%X')}")
    await say_after(1, 'hello')
    await say_after(2, 'world')
    print(f"finished at {time.strftime('%X')}")

asyncio.run(main())

>run.py
started at 16:42:46
hello
world
finished at 16:42:49
```

asyncio



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

Event loop:

`coroutine` > `Task (Future)`

- **`Future`** представляет ожидаемый в будущем (eventual) результат асинхронной операции;
- **`Task`** это Future-like объект, запускающий корутины в событийном цикле;
- **`Task`** используется для запуска нескольких корутин в событийном цикле параллельно.

asyncio

High-level APIs

- Coroutines and Tasks
- Streams
- Synchronization Primitives
- Subprocesses
- Queues
- Exceptions

asyncio

Low-level APIs

- Event Loop
- Futures
- Transports and Protocols
- Policies
- Platform Support

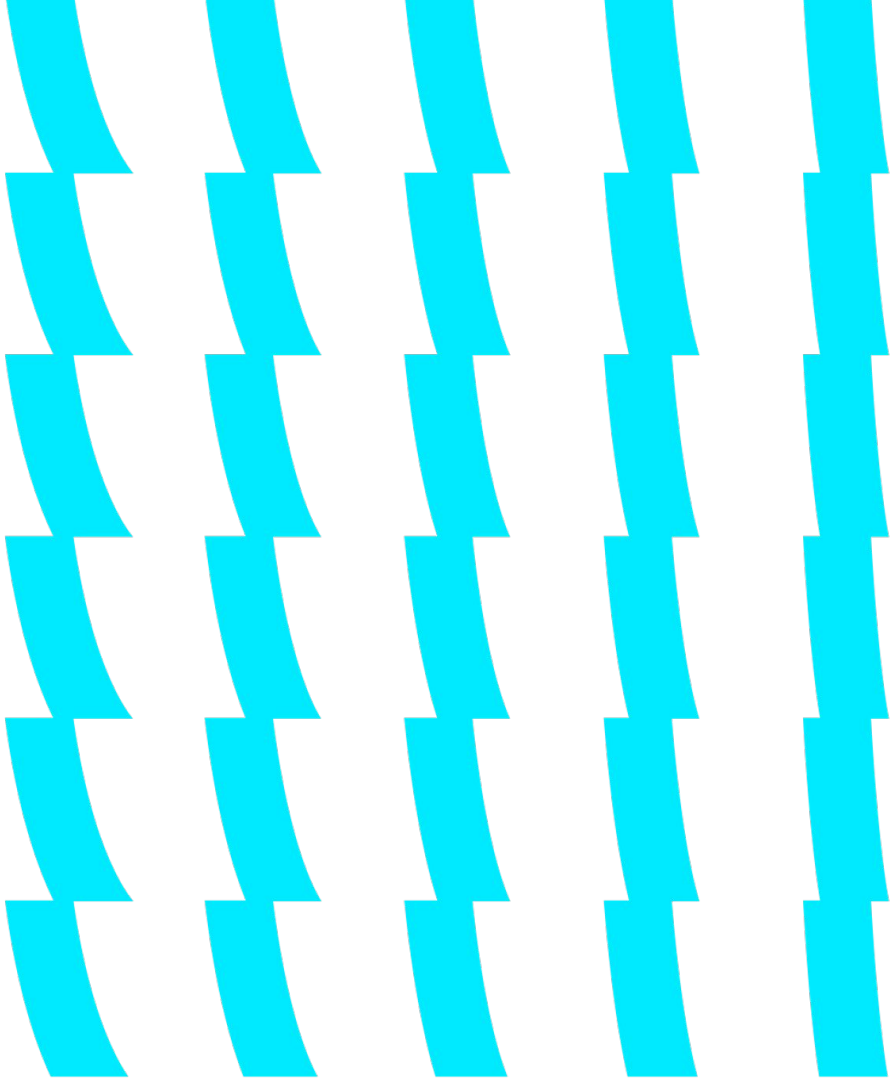
asyncio

Вспомогательное API

- `asyncio.create_task`
- `asyncio.sleep`
- `asyncio.gather`
- `asyncio.shield`
- `asyncio.wait_for`
- `asyncio.wait`
- `asyncio.Queue`
- `asyncio.Lock`
- `asyncio.Event`

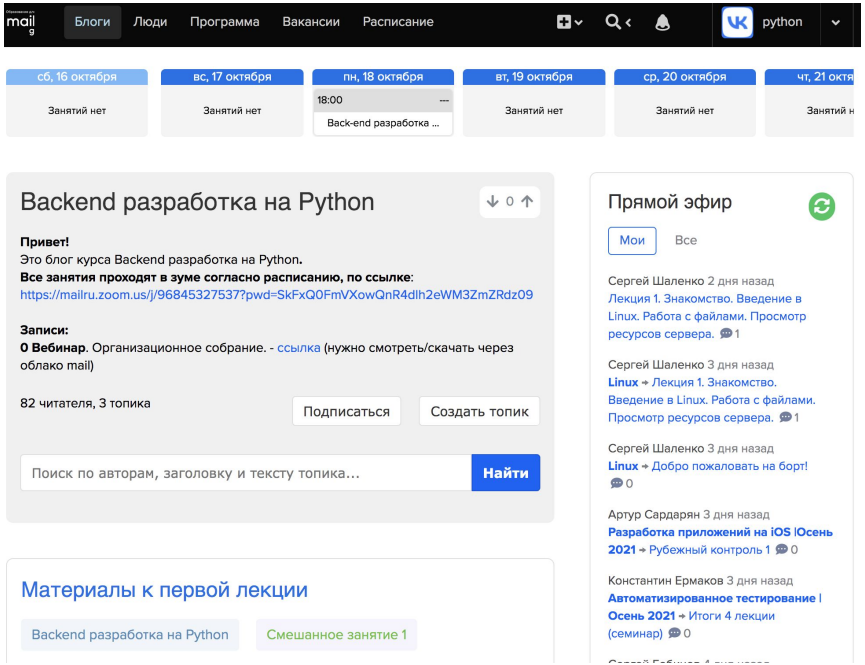
Домашнее задание по лекции #9

Сервер с воркерами для равномерной обкачки и парсинга веб-страниц



Напоминание отметиться на портале Vol 2

+ оставить отзыв



Спасибо за внимание

образование