

# АКОС

МФТИ

12 сентября, 2024



Ваш семинарист:



Ваш семинарист:

**Арте́м**

Так и запишите.



Ваш семинарист:

# Арте́м

Так и запишите.



[klimov.aiu@phystech.edu](mailto:klimov.aiu@phystech.edu)



[@prostokvasha](https://t.me/prostokvasha)

# Ваши ассистенты:

Морозов Артемий Андреевич

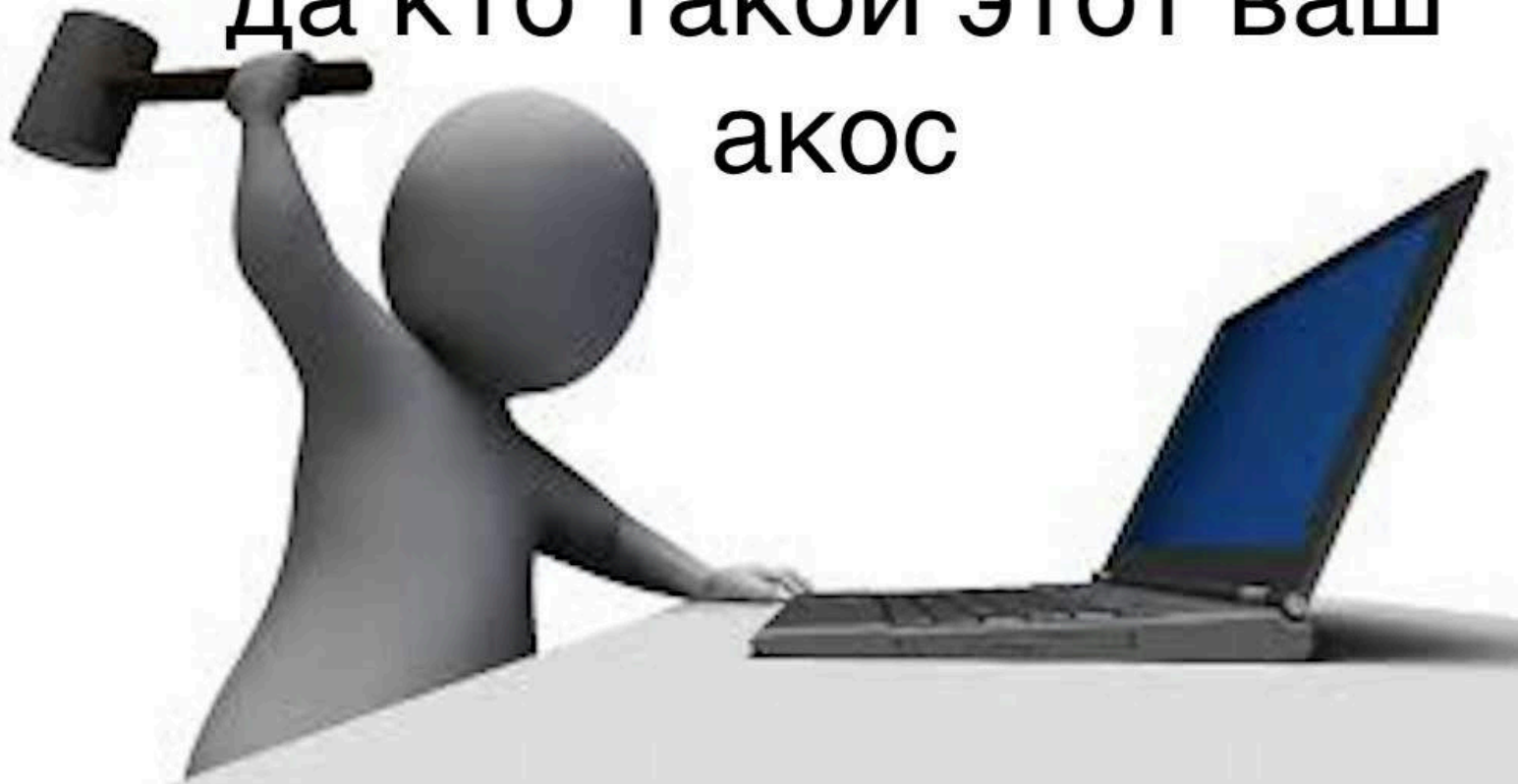
 [@tokreal](https://t.me/tokreal)

Бояров Алексей Алексеевич

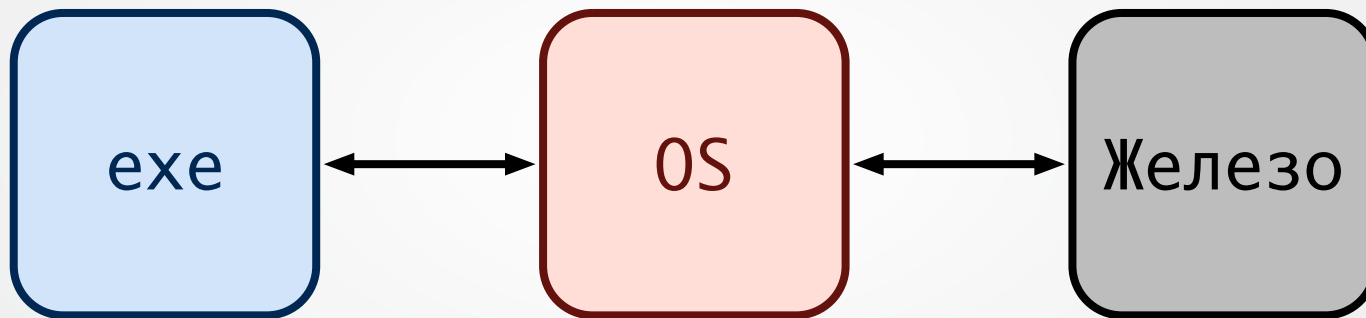
 [@simpleus](https://t.me/simpleus)



да кто такой этот ваш  
акос



# АКОС поможет вам глубже понимать вот это:

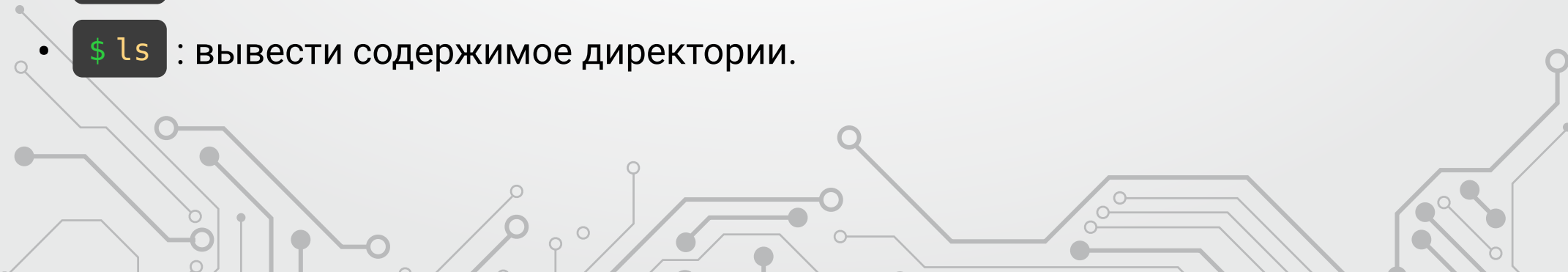


# Мотивационный пример



# Общие утилиты

- `$ man` : мануалы по чему угодно;
  - `$ man man` : мануалы по мануалам;
- `$ touch` : создать файл;
- `$ mkdir` : создать директорию;
- `$ pwd` : вывести текущую директорию.
- `$ cd` : сменить директорию;
- `$ ls` : вывести содержимое директории.



# Работа с файлами

- `$ nano` , `$ micro` , `$ vim` , `$ emacs` : редакторы текста;
- `$ less` : быстрая навигация по файлу;
- `$ cat` : вывести содержимое файла;
- `$ grep` : найти какой-то текст в файле (директории);
- `$ find` : искать файлы по имени / дате создания / ...;
- `$ mv` : переместить / переименовать файл;
- `$ rm` : удалить файл / директорию.



# Что делает нас программистами

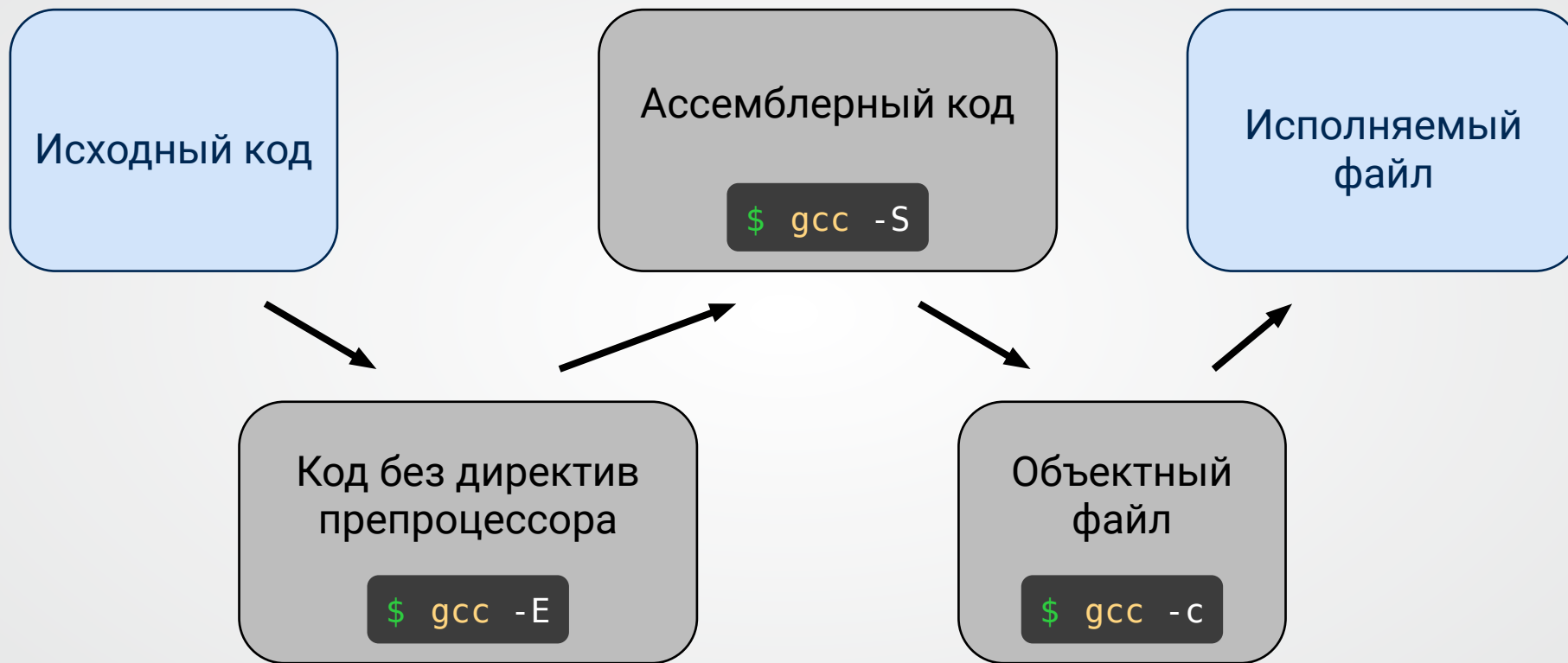
- `$ gcc` , `$ clang` : компиляторы;
- `$ gdb` , `$ lldb` : отладчики;
- `$ ld` : компоновщик;
- `$ strace` : перехватчик системных вызовов.



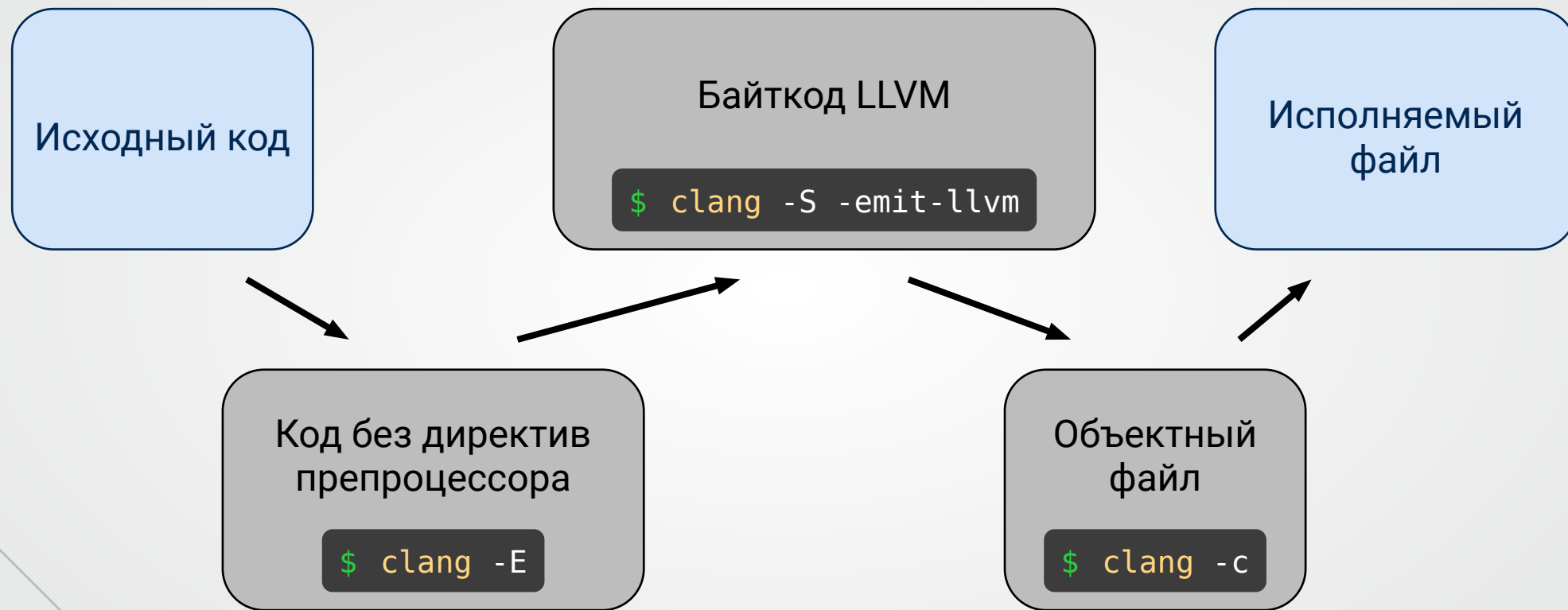
# Пользуйтесь консолью!

Это кажется неудобным только первый год.

# Как работает GCC



# Как работает Clang



# Директивы препроцессора

```
1  #define MACRO 42                // Определение макросов
2  #include "my-header.h"          // Включение других файлов с кодом
3
4  #ifdef WIN32                    // Проверка платформы
5      #error Please, install Linux // Ошибки
6  #endif
7
8  #ifndef DEBUG                   // Условная компиляция
9      void debug_function() { /* noop */ }
10 #else
11 void debug_function() { printf("debug_function called!\n"); }
12 #endif
```

Макросы также можно определять флагами компилятора:

```
$ gcc -D<MACRO_NAME>[=VALUE] ...
```

# Хитрости с препроцессором

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  // Макрос для вывода ошибки с названием файла и номером строки:
5  #define BAIL(message) { \
6      printf("%s:%d: Fatal error: %s\n", __FILE__, __LINE__, message); \
7      exit(1); }
8
9  // Пример использования:
10 int* allocate_int_array(int n) {
11     int* result = (int*)calloc(n, sizeof(int));
12     if(!result) BAIL("Cannot allocate memory");
13     return result;
14 }
```

```
main.c:12: Fatal error: Cannot allocate memory
```



# Исполняемые файлы

Файл считается **исполняемым**, если он имеет права на исполнение. Linux **не смотрит на расширение**.

Чтобы понять, как запускать файл, Linux смотрит на его начало:

- `0x7f 0x45 0x4c 0x46` : магический заголовок ELF-файла;
- `#!/usr/bin/python3` : shebang, указывает на интерпретатор;
- Ни то, ни другое - файл запускается как шелл-скрипт.



# ✨ Магические заголовки ✨

Формат	Заголовок
.png	89 50 4E 47 0D 0A 1A 0A
.gif	GIF87a , GIF89a
.jpg, .jpeg	FF D8 FF
.rar	52 61 72 21 1A 07
.pdf	25 50 44 46 2D

 [wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_file\\_signatures](https://wikipedia.org/wiki/List_of_file_signatures)

# Автоматизация сборки:

- Отслеживает даты изменений файлов;
- Пересобирает то, что устарело, пользуясь явным деревом зависимостей.

# Автоматизация сборки: `$ make`

- Отслеживает даты изменений файлов;
- Пересобирает то, что устарело, пользуясь явным деревом зависимостей.

## Плюсы:

- Пересобирает только то, что нужно;
- Гибкий, не привязан к компилятору, работает с произвольными командами.

# Автоматизация сборки: **\$ make**

- Отслеживает даты изменений файлов;
- Пересобирает то, что устарело, пользуясь явным деревом зависимостей.

## Плюсы:

- Пересобирает только то, что нужно;
- Гибкий, не привязан к компилятору, работает с произвольными командами.

## Минусы:

- Нужно заморачиваться с зависимостями заголовков;
- ...И с кроссплатформенностью;
- Если заморочиться со всем, мейкфайл будет огромным.

# Автоматизация сборки:

- Скриптоподобный язык для генерации схем сборки.

# Автоматизация сборки:

- Скриптоподобный язык для генерации схем сборки.

## Плюсы:

- Знает особенности разных платформ;
- Удобнее организована работа с библиотеками (vcpkg, pkg-config, ...);
- Сам разбирается с зависимостями между заголовками.

# Автоматизация сборки:

- Скриптоподобный язык для генерации схем сборки.

## Плюсы:

- Знает особенности разных платформ;
- Удобнее организована работа с библиотеками (vcpkg, pkg-config, ...);
- Сам разбирается с зависимостями между заголовками.

## Минусы:

- Нужно учить целый отдельный язык;
- Менее гибкий.



# Рекомендации по написанию кода

- Code Style может быть любым, главное - **консистентным**;
- `$ clang-format` поможет следить за этим;

# Рекомендации по написанию кода

- Code Style может быть любым, главное - **консистентным**;
- `$ clang-format` поможет следить за этим;
- За чем он **не** сможет следить:
  - За названиями переменных;
  - За освобождением памяти;
  - За обработкой ошибок;
  - За структурой кода;
  - За наличием комментариев в нетривиальных местах.

# Рекомендации по написанию кода

- Code Style может быть любым, главное - **консистентным**;
- `$ clang-format` поможет следить за этим;
- За чем он **не** сможет следить:
  - За названиями переменных;
  - За освобождением памяти;
  - За обработкой ошибок;
  - За структурой кода;
  - За наличием комментариев в нетривиальных местах.
- Умные IDE и `$ clang-tidy` могут помочь и с этим, но лучше следить самим;

# Рекомендации по написанию кода

- Code Style может быть любым, главное - **консистентным**;
- `$ clang-format` поможет следить за этим;
- За чем он **не** сможет следить:
  - За названиями переменных;
  - За освобождением памяти;
  - За обработкой ошибок;
  - За структурой кода;
  - За наличием комментариев в нетривиальных местах.
- Умные IDE и `$ clang-tidy` могут помочь и с этим, но лучше следить самим;
- Постарайтесь не пользоваться нейросетями.

# Инструменты дебага



`printf("debug 374\n")` : конечно, способ;



# Инструменты дебага



`printf("debug 374\n")` : конечно, способ;

Но куда проще использовать:



`$ strace` : перехватчик системных вызовов;



`$ gdb` или `$ lldb` : отладчики для пошагового выполнения программы.


# Как пользоваться gdb

- Запуск отладочной консоли: `$ gdb ./a.out`
  - ▶ `run` : запустить программу;
  - ▶ `break <where>` : поставить точку останова;
  - ▶ `next` : выполнить следующую строку;
  - ▶ `step` : войти в процедуру;
  - ▶ `print <expression>` : вывести значение выражения;
  - ▶ `quit` : выйти из gdb.
- Команды можно сокращать: (`r` , `b` , `n` , `p` , `q` );
- [🔗 GDB cheat-sheet](#).



Нужно сгенерировать отладочную информацию: `$ gcc -g main.c`

# Как пользоваться strace

- Запуск программы с помощью strace: `$ strace ./a.out`
- Основные команды:
  - ▶ `$ strace -e trace=open,exec,... ./a.out` : фильтрация системных вызовов;
  - ▶ `$ strace -e trace=%file ./a.out` : отслеживать только работу с файлами;
  - ▶ `$ strace -p <pid>` : подключиться к уже запущенному процессу;
  - ▶ `$ strace -o output.txt ./a.out` : сохранить вывод в файл;
  - ▶ `$ strace -c ./a.out` : собрать статистику по системным вызовам;
-  [Strace docs](#)



# Утечка памяти...

**...это потеря указателя на выделенную память:**

```
char* buffer = calloc(1024, 1);  
read(input, buffer, 1024);  
write(output, buffer, 1024);  
// free(buffer);  
buffer = NULL;
```



# Утечка памяти...

**...это потеря указателя на выделенную память:**

```
char* buffer = calloc(1024, 1);  
read(input, buffer, 1024);  
write(output, buffer, 1024);  
// free(buffer);  
buffer = NULL;
```

**Менее очевидный пример:**

```
buffer = realloc(buffer, 2048);
```



# Утечки файловых дескрипторов

```
int file = open("input.txt", O_RDONLY);  
read(file, buffer, 1024);  
// close(file)  
file = open("output.txt", O_WRONLY);  
write(file, buffer, 1024);
```

**Открытые дескрипторы занимают память в ядре, так что это тоже утечка памяти.**



# Чем череваты утечки?

- **В утилите, которая работает недолго** - ничем, ресурсы освободятся при завершении программы;
- **В долгоживущей программе (веб-сервер, игра, ...)** - рано или поздно ресурсы закончатся;
- **В ядре** - вы повторите судьбу CrowdStrike;



# Чем череваты утечки?

- **В утилите, которая работает недолго** - ничем, ресурсы освободятся при завершении программы;
- **В долгоживущей программе (веб-сервер, игра, ...)** - рано или поздно ресурсы закончатся;
- **В ядре** - вы повторите судьбу CrowdStrike;
- **В домашке по АКОСу** - бан.



# Поиск утечек памяти: `$ valgrind`

- Эмулирует процессор и следит за аллокациями;
- Использование: `$ valgrind your-awesome-program`.



# Поиск утечек памяти: `$ valgrind`

- Эмулирует процессор и следит за аллокациями;
- Использование: `$ valgrind your-awesome-program`.

## Плюсы:

- Находит много других проблем (например, чтение неинициализированной памяти).



# Поиск утечек памяти: `$ valgrind`

- Эмулирует процессор и следит за аллокациями;
- Использование: `$ valgrind your-awesome-program`.

## Плюсы:

- Находит много других проблем (например, чтение неинициализированной памяти).

## Минусы:

- Очень медленный (замедляет в 10-100 раз);
- Многопоточные программы становятся однопоточными.





# Поиск утечек памяти: LeakSanitizer

- Санитайзер компилятора `$ clang`
- Встраивает код для отслеживания аллокаций прямо в исполняемый файл;
- Использование: `$ clang -fsanitize=leak`.

# Поиск утечек памяти: LeakSanitizer

- Санитайзер компилятора `$ clang`
- Встраивает код для отслеживания аллокаций прямо в исполняемый файл;
- Использование: `$ clang -fsanitize=leak`.

## Плюсы:

- Почти не замедляет программу;
- Поддерживает многопоточность.

# Поиск утечек памяти: LeakSanitizer

- Санитайзер компилятора `$ clang`
- Встраивает код для отслеживания аллокаций прямо в исполняемый файл;
- Использование: `$ clang -fsanitize=leak`.

## Плюсы:

- Почти не замедляет программу;
- Поддерживает многопоточность.

## Минусы:

- Доступен только в `$ clang`
- Использует `ptrace()`  $\Rightarrow$  не работает под дебаггером, под `$ strace`, и в некоторых контейнерах.

# **-fsanitize=**

- **address** : поиск ошибок использования памяти (переполнения, use-after-free, ...);
- **thread** : поиск гонок;
- **undefined** : поиск неопределённого поведения;
- **memory** : поиск использования неинициализированной памяти;
- **leak** : поиск утечек памяти.



**: MemorySanitizer и LeakSanitizer доступны только в `$ clang`.**



**: Не все санитайзеры совместимы друг с другом**

**Интерактив**

**Спасибо за внимание!**

 [github.com/JakMobius/courses/tree/main/mipt-os-basic-2024](https://github.com/JakMobius/courses/tree/main/mipt-os-basic-2024)