

ЕЩЕ ОДНА
ТЕСТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА

Виктор Яковлев
МФТИ

<https://conf22.yajudge.ru>

EJUDGE НА КУРСЕ АКОС

Архитектура компьютеров и операционные системы

- Годовой курс бакалавриата
- **Темы:** BASH-скрипты, низкоуровневое программирование на 64-битных ассемблерах ARM и x86, системные вызовы, межпроцессное взаимодействие, основы сетей, epoll, использование библиотек (curl, FUSE, OpenSSL, PyObject)
- Используемые языки программирования: Си, немного C++ и ассемблер
- Операционные системы: сокращенный семестровый АКОС
- **Для приема задач с 2018 года используется Ejudge**

EJUDGE НА КУРСЕ АКОС

Конфигурация

- Отдельные контексты для разных групп
- Списки студентов известны заранее
- В каждой группе свой семинарист и учебный ассистент
- Workflow: PR (семинарист) → SM (ассистент)

EJUDGE НА КУРСЕ АКОС

Конфигурация

- Виртуальная машина с ejudge
- Задачи открываются раз в неделю
- Не стандартные решения:
 - Linaro + QEMU (ARM), MinGW + WINE (WinAPI)
 - Link-Time Wrap: подмена функций в некоторых задачах

EJUDGE НА КУРСЕ АКОС

Проблемы

- Стало много групп → усложнение поддержки

Предлагаемое решение: уменьшение дублирования конфигов

- Обновление задач: проблема сквозной нумерации, условия в XML

Предлагаемое решение: упрощение форматов конфигов (YAML+Markdown)

- Хранение решений отдельно от метаданных → усложнение прикручивания аналитики (антиплагиат)

Предлагаемое решение: хранение решений в таблице БД

- Не достаточная изоляция (до версии ejudge от 28 декабря 2021)

Предлагаемое решение: Linux Namespaces + cgroup


БЕЗОПАСНОСТЬ

- Преднамеренные злодеяния
- Непреднамеренные ошибки в программах
 - `kill(-1, ...)`
 - освобождение ресурсов
 - нагрузка на сетевой интерфейс

- [Группа 797](#) (семинарист Юрий Печатнов, 09:00-10:25)
- [Группа 798](#) (семинарист Виктор Яковлев, 16:55-18:20)
- [Группа 7910](#) (семинарист Лев Хотов, 10:35-12:00)

Вход для преподавателей

[По этой ссылке](#)



Древняя тайна гласит, что взломать ejudge не под силу просто

*осень 2018 года,
дефолтная VM ejudge*

DOCKER

- Промышленный стандарт контейнеризации
- Тотальная изоляция **штатными** средствами Linux
- «Тяжелая артиллерия»: избыточные сущности, длительная сборка образа
- Использует Namespaces и cgroup - эти решения можно использовать без Docker

LINUX NAMESPACES + CGROUP

man unshare # там много интересного

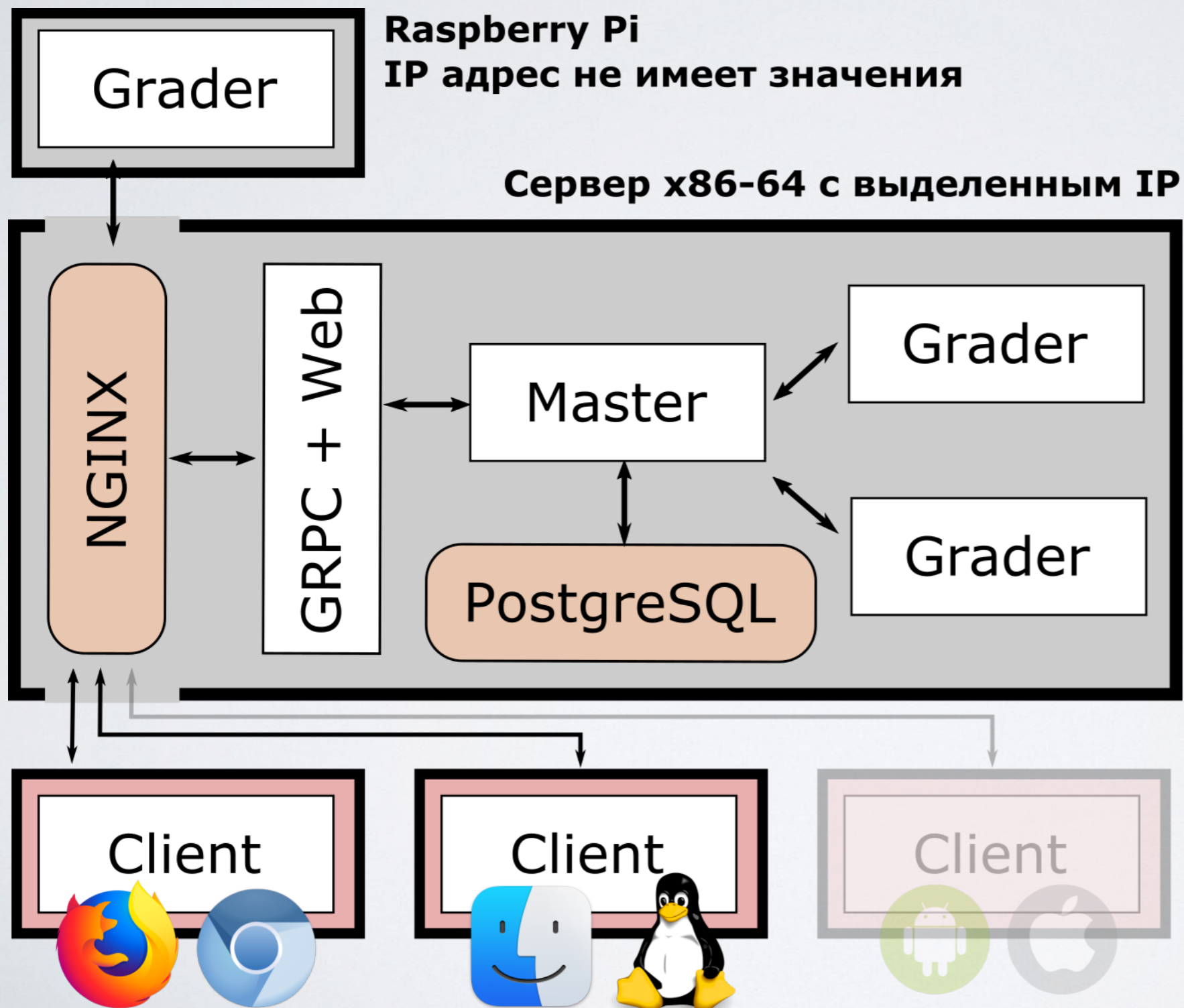
- PID Namespace - не доступны процессы вне контейнера
Решает проблему kill и взаимодействия с процессами других студентов
 - Mount Namespace - полная изоляция файловой системы как во время выполнения так и компиляции
Можно отказаться от использования VM, нет конфликта временных файлов
 - Network Namespace - свой сетевой интерфейс для контейнера
Сетевое взаимодействие и открытие портов не влияют на решения задач других студентов
-
- cgroup v2 - контроль ресурсов более точный, чем UNIX-лимиты
Гарантирует точное количество процессов в контейнере

YAJUDGE

ТЕСТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА НА ЗАМЕНУ EJUDGE

- Основные цели:
 - переход на Namespaces + cgroup v2
 - поддержка тестирования на разных платформах (ARM и пр.)
- Вторичные цели:
 - система управления образовательным процессом
 - обновление пользовательского интерфейса:
студентам все равно, но преподавателям не хватает мобильной версии в ejudge
- Что НЕ будет реализовано: поддержка большого количества языков программирования

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ



Raspberry Pi
IP адрес не имеет значения

Tier I: ARM, x86
Tier II: RISC-V

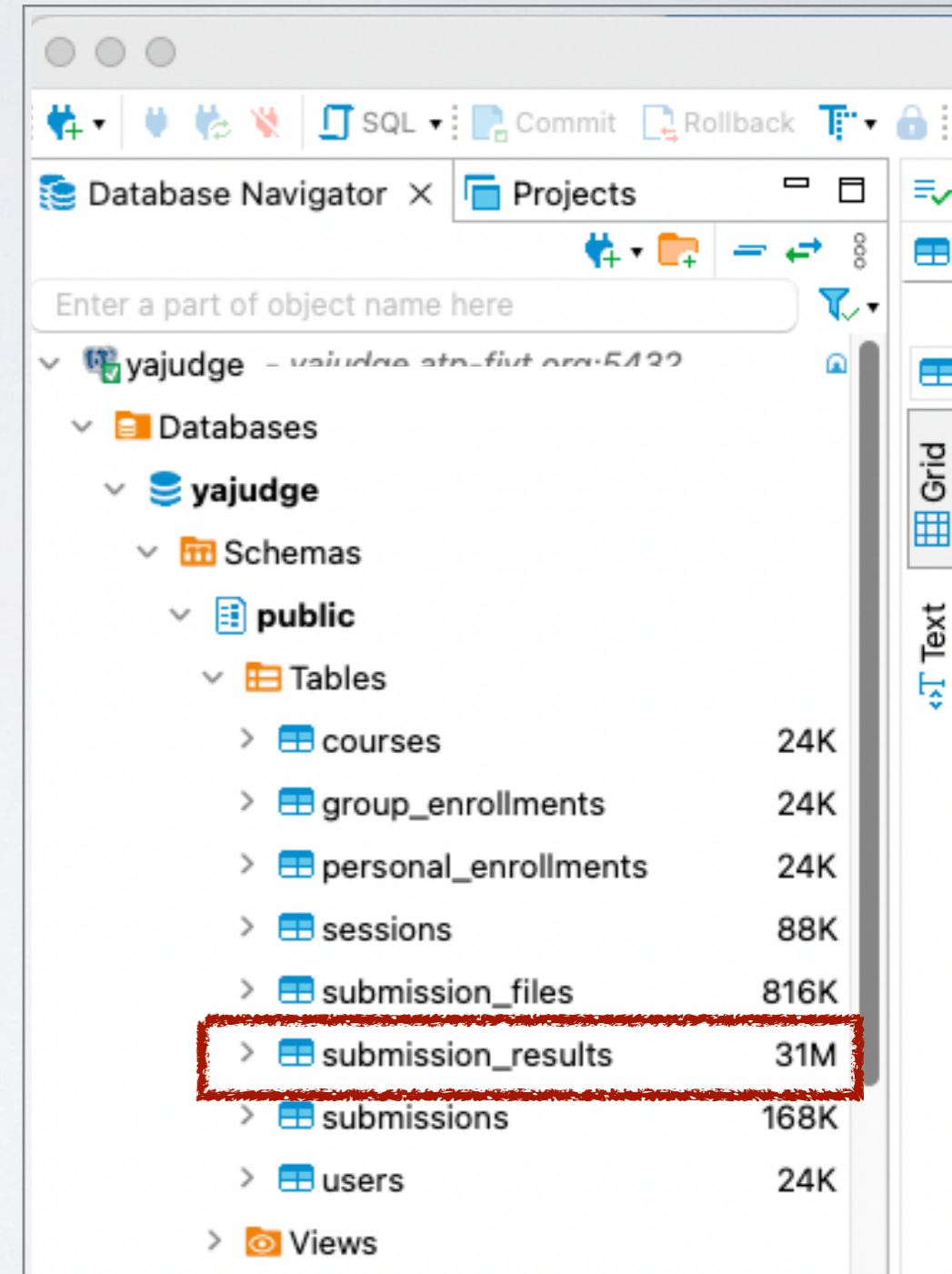
gRPC: внутренние взаимодействия

gRPC[-Web]+SSL: внешние взаимодействия

Flutter: Web, Android, iOS, Linux/GTK, macOS, Windows

MASTER

- Организация курсов
 - курс = контент + задачи
 - единый пул задач для разных курсов
 - контент курса и задач хранится в файлах, полное состояние итераций - в БД
- Организация пользователей
 - студент → ассистент → семинарист
- Управление посылками
 - хранение метаданных и исходников
 - ??? хранение полной истории тестирования



GRADER

- Namespaces + cgroup v2 by Design. Полнофункционально только в Linux/systemd
- Изолированная файловая система через OverlayFS:
 - Read+Write: решение студента (компиляция + запуск)
 - Read-Only: файлы задачи и тесты (возможно сгенерированные)
 - Read-Only: локальные файлы Linux-дистрибутива, доступные студентам (создается утилитой debootstrap или распаковкой Alpine Linux)
- На одну Си/C++-задачу собирается две цели: address sanitizer + valgrind
Предварительно проверяется форматирование с помощью clang-format
Можно запретить использование каких-либо функций с помощью Link-Time Wrap
- В контейнере может быть не только решение, но и вспомогательные программы
- Генерация тестов и проверка результатов - вне контейнера (используется Python для кастомных генераторов/чекеров)

CLIENT

- На базе фреймворка Flutter
 - UI для мобильных устройств by Design
 - возможность кросс-компиляции под разные устройства и Web-интерфейс

Все курсы

Операционные системы, весна 2022

Вид глазами студента



Администрирование

Управление пользователями

Добавление, удаление и сброс паролей

← Операционные системы, весна 2022

Виктор Яковлев

📄 О курсе

✓ Введение (0/0)

✓ Интерпретатор bash (300/300)

✓ Системные вызовы (120/260)

✓ Низкоуровневый ввод-вывод (270/270)

✓ Атрибуты файлов (300/300)

✓ Отображение файлов на память (300/300)

✓ Процессы (220/220)

✓ Запуск программ (220/320)

✓ Каналы (120/320)

✓ Сигналы (320/320)

✓ Сокеты TCP/IP (300/300)

✓ Высоконагруженная обработка данных

Системные вызовы

Материалы для изучения



Системные вызовы

Задачи



Привет, мир!

Это обязательная задача.
Решение зачтено



Аналог команды cat

Это обязательная задача.
Решение зачтено

← Посылки курса Операционные системы, весна 2022

Виктор Яковлев

Любой статус

ID посылки или Фамилия/Имя
яковлев



Все задачи



Отображать в списке мои собственные посылки

ID	Время	Фамилия Имя Отчество	ID задачи	Статус выполнения
304	2022-03-10, 19:27:42	Яковлев Виктор Вадимович	print-list-posix	Решение зачтено
303	2022-03-10, 19:27:02	Яковлев Виктор Вадимович	read-filter-write	Решение зачтено
262	2022-03-03, 18:58:40	Яковлев Виктор Вадимович	udp-dns-resolver	Решение зачтено
259	2022-03-02, 22:16:19	Яковлев Виктор Вадимович	udp-dns-resolver	Неправильный ответ
258	2022-02-28, 23:51:53	Яковлев Виктор Вадимович	icmp-ping	Неправильный ответ
257	2022-02-28, 23:49:01	Яковлев Виктор Вадимович	udp-client	Решение зачтено
256	2022-02-28, 19:42:23	Яковлев Виктор Вадимович	epoll-read-write-socket	Ошибка выполнения
255	2022-02-28, 18:47:16	Яковлев Виктор Вадимович	epoll-read-fds-vector	Решение зачтено

< Посылка 256: Высоконагруженный TCP сервер

Виктор Яковлев

```
217  
218     shutdown(main_sock, SHUT_RDWR);  
219     close(main_sock);  
220  
221     fprintf(stderr, "Server shut down\n");  
222 }
```

Ошибка выполнения на тесте 1:

=== stdout:

=== stderr:

Starting server on port 2323... server started, accepting events.

=====

==1==ERROR: AddressSanitizer: heap-use-after-free on address 0x604000000028 at pc 0x1
READ of size 8 at 0x604000000028 thread T0

#0 0x4c4210 in process_client_ready_write /build/epoll-read-write-socket.c:120:1

#1 0x4c4210 in process_epoll_event /build/epoll-read-write-socket.c:175:13

#2 0x4c4210 in main /build/epoll-read-write-socket.c:214:13

#3 0x7fb7acc660b2 in __libc_start_main /build/glibc-eX1tMB/glibc-2.31/csu/../csu

#4 0x41b39d in _start (/build/solution-san+0x41b39d)

0x604000000028 is located 24 bytes inside of 40-byte region [0x604000000010,0x604000
freed by thread T0 here:

#0 0x49385d in free (/build/solution-san+0x49385d)

#1 0x4c7c65 in process_client_ready_read (/build/epoll-read-write-socket.c:114:0

YOTA 4G+ 81% 18:41

yajudge.atp-fivt.org/os-half-yea

Операционные системы, весна ...

Системные вызовы

Материалы для изучения

Системные вызовы

Задачи

Привет, мир!
Это обязательная задача. Решение зачтено

Аналог команды cat

Yet Another Judge (c) 2021-2022 Victor Yacovlev

YOTA 4G+ 80% 18:42

yajudge.atp-fivt.org/submissior

← Посылки курса Операционные с...

Любой статус ID посылки или Ф...

Все задачи

Отображать в списке мои собственные посылки

ID	Время	Фамилия Имя	ID задачи	Статус
304	03/10, 19:27	Яковлев Виктор	print-list-posix	OK
303	03/10, 19:27	Яковлев Виктор	read-filter-write	OK
262	03/03, 18:58	Яковлев Виктор	udp-dns-resolver	OK
259	03/02, 22:16	Яковлев Виктор	udp-dns-resolver	WA
258	02/28, 23:51	Яковлев Виктор	icmp-ping	WA
257	02/28, 23:49	Яковлев Виктор	udp-client	OK
256	02/28, 19:42	Яковлев Виктор	epoll-read-write-socket	RE

Yet Another Judge (c) 2021-2022 Victor Yacovlev

YAJUDGE

- **Работоспособный программный продукт (лицензия BSD)**
<https://github.com/victor-yacovlev/yajudge>
- **Апробация в реальном учебном процессе на магистрантах:**
 - в начале семестра вылезали баги, которые оперативно устранялись, к середине семестра баги закончились
 - не проводилась стадия Code Review и защиты решений
 - не было задач на ассемблере
- **Планы к началу осеннего семестра 2022:**
 - функциональность Code Review (требуется в бакалавриате)
 - прикрутить поддержку NASM вместо gcc/clang для ассемблера x86
- **Планы на конец 2022 года:**
 - мелкие доработки распределения по группам (не реализован UI)
 - интеграция антиплагиата в поставку системы
 - **поддержка тестирования образов для QEMU**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ
ВОПРОСЫ?

Виктор Яковлев, МФТИ

<https://github.com/victor-yacovlev/yajudge>

<https://demo.yajudge.ru>

<https://conf22.yajudge.ru>