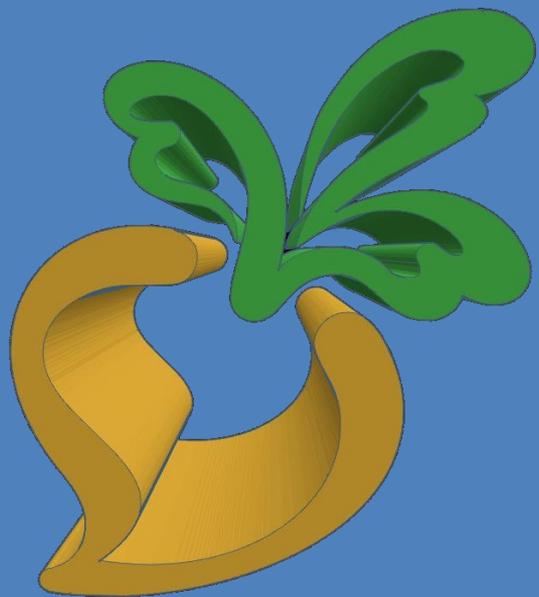




ИРКУТСКИЙ ПОЛИТЕХ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



XXI конференция
«Свободное программное обеспечение
в высшей школе»

Автоматизация настройки компьютерного класса при помощи Рерка Pi

Руководитель лаборатории сетевых систем
и ИТ-инфраструктуры института ИТиАД ИРНИТУ:
Аношко Алексей Федорович
Telegram: @anoshko_education

Что такое информационные технологии?





Ограничения университетской сети и требования к развертыванию



В университетской сети запрещено развертывание локальных DHCP-серверов из-за политик безопасности и предотвращения конфликтов с централизованной инфраструктурой управления



Регистрация в сети одного устройства, имеющего право получать IP-адрес в любом помещении университета повышает риски информационной безопасности при его утере

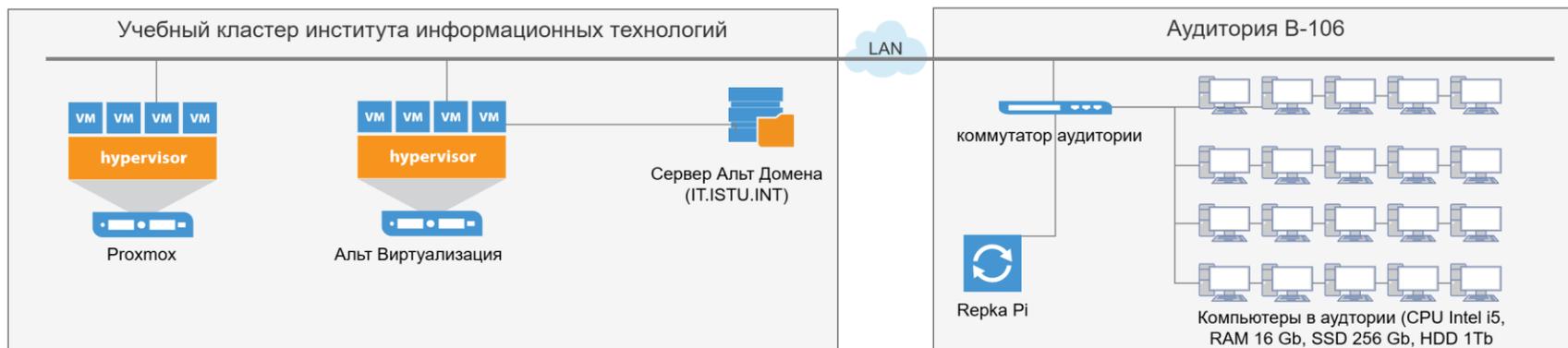


Необходимо автоматизированное одномоментное развертывание 20 рабочих станций с минимальным вмешательством оператора и максимальной скоростью



Постановка планирование задачи

Схема подключения компьютеров учебной аудитории

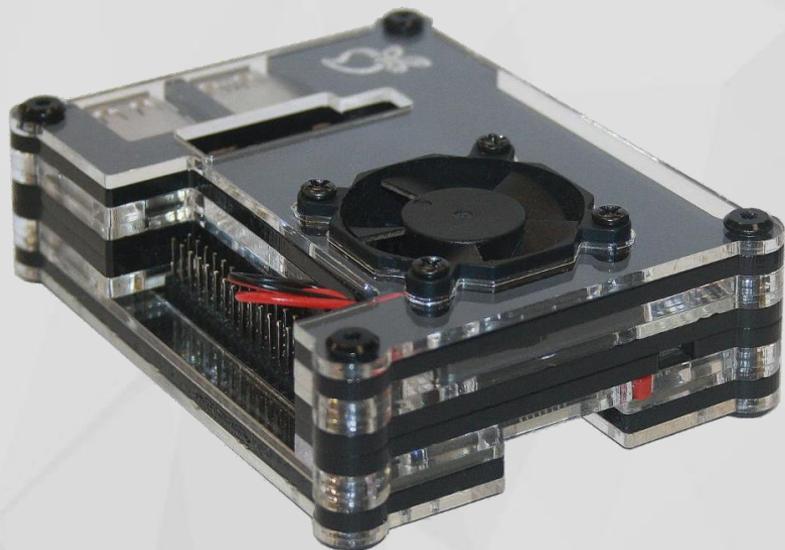


1. Этап PXE-загрузки: Была составлена таблица соответствия MAC и IP адресов компьютеров в аудитории, что сводит к минимуму несанкционированную установку. Рабочие станции получают IP-адрес через резервацию на основе MAC-адреса, загружают iPXE-скрипт и минимальный образ ядра с initramfs.

2. Этап развертывания: Загруженная в RAM система автоматически определяет тип накопителей (SSD/HDD), создает необходимую структуру разделов с использованием GPT, форматирует разделы в ext4/XFS, распаковывает эталонный образ с применением алгоритма сжатия Zstandard (zstd-9), настраивает fstab и устанавливает загрузчик. Последующая настройка выполняется через Ansible с применением политик домена.



Создание образа для первого этапа



Вошли в образ:

- √ Ядро и модули
 - kernel-image-6.12, kernel-modules-drm-6.12, firmware-linux
- √ Системные утилиты и файловые системы:
 - util-linux, e2fsprogs, xfsprogs, dosfstools, fdisk
- √ Сетевой стек и клиенты:
 - iproute2, iputils, dhcp-client, openssh-server, curl, wget, netcat-tls
- √ Базовая среда выполнения:
 - bash, grep, tar, zstd, terminfo, terminfo-extra
- √ Метапакет:
 - task-common-system-base



Перегрев при передаче >1 ГБ



Решение: минимизация данных

Полный образ ОС + приложения

~21 ГБ



Оптимизированный образ

~700 МБ





Ключевым аспектом решения стала оптимизация объема передаваемых данных для минимизации тепловой нагрузки на Перка Pi. Были применены следующие методы:

1.Сжатие данных: Использован алгоритм Zstandard (zstd) в режиме сжатия 9, обеспечивающий оптимальное соотношение скорости/размера. Это позволило сжать эталонный образ с ~21 ГБ до ~6 ГБ, при этом сохраняя скорость декомпрессии на уровне ≥ 100 МБ/с на ядро процессора архитектуры Haswell.

2.Проверка целостности: Для верификации данных без использования TLS применен криптографический алгоритм BLAKE3, обеспечивающий скорость проверки ~3 секунды на 6 ГБ данных на одном ядре процессора.

3.Интеллектуальный выбор носителей: Система автоматически определяет тип накопителей по наличию поддержки discard (TRIM), устанавливая ОС на SSD, а данные — на HDD. Это позволяет оптимизировать производительность и срок службы накопителей.



1 Загрузка через iPXE

- ✓ Клиент получает IP-адрес от существующего DHCP-сервера
- ✓ Загрузка iPXE-загрузчика с Repka Pi через TFTP
- ✓ Загрузка минимального образа системы (~700 МБ)
- 🕒 Время: ~3 минуты



2

Подготовка дисков

- ✓ Автоматическое определение типа накопителей (SSD/HDD)
- ✓ Создание таблицы разделов GPT с оптимальной схемой
- ✓ Форматирование разделов с выбором оптимальной ФС

Время: ~30 секунд





3 Распаковка системы

- ✓ Извлечение эталонного образа операционной системы
- ✓ Распаковка с использованием алгоритма zstd
- ✓ Проверка целостности данных через BLAKE3

Время: ~2 минуты





4 **Финальная настройка**

- ✓ Присоединение к домену DC1.IT.ISTU.INT
- ✓ Установка стороннего ПО при помощи Ansible
- ✓ Настройка служб

Время: ~30 секунд





Результаты внедрения показали, что время полного развертывания одной рабочей станции составляет ~5 минут при использовании SSD-накопителей (против ≥ 60 минут при традиционном подходе с установкой пакетов через репозиторий). Решение обеспечивает:

- Автоматическое подключение станций к домену через [system-auth write ad](#)
- Применение групповых политик через [gpupdate-setup](#)
- Монтирование сетевых ресурсов по протоколу CIFS
- Установку специализированного ПО (PyCharm, JDK, Visual Studio Code, Octave, Scilab, FreeCAD, Fritzing, KtechLab, QUCS, Cisco Packet Tracer)
- Установку виртуального образа операционной системы Windows 7 с установленным эмулятором оборудования Huawei - ENSP
- Настройку принтера HP LaserJet 3050 (на компьютере преподавателя) через CUPS с использованием драйвера hplip.



Решение включает несколько уровней защиты:

- Резервация IP-адресов на основе MAC-адресов предотвращает несанкционированное использование PXE
- Проверка контрольных сумм BLAKE3 гарантирует целостность передаваемых данных
- Отключение Secure Boot и CSM только на время установки минимизирует риски
- Изоляция процесса развертывания от основной сети университета
- Тестирование на 19 рабочих станциях показало 100% успешность развертывания при условии исправного аппаратного обеспечения.

Две станции с аппаратными неисправностями были идентифицированы на этапе диагностики.



Тепловые измерения показали, что при передаче 500 МБ данных температура Репка Pi не превышает 65°C, что обеспечивает стабильную работу без троттлинга.

Энергопотребление решения составляет ~5 Вт против ~65 Вт у традиционного сервера, что делает его экономически выгодным для развертывания в учебных аудиториях.

В установленной системе используется ядро производителя платы от пакета `kernel-image-reпка4`, а не `kernel-image-6.12`. Ядро стандартной поставки репозитория ОС Альт р11 aarch64 (`kernel-image-6.12`) не имеет необходимых программных изменений для работы PCI-E контроллера на плате Репка Pi 4.

Репка Pi 4 основывается на SoC от Allwinner H6, об этом свидетельствуют используемые файлы DTB (напр. `dtb/allwinner/sun50i-h6-reпка-pi4-optimal.dtb`) на microSD карте под `/boot`, и сообщения вида `sun50i-h6` в `dmesg` ядра при загрузке.

На январь 2026, Репка Pi 4 может загрузиться и со стандартным (`kernel-image-6.12`) ядром, но в таком случае не будут работать, как минимум, eMMC и Ethernet.



Спасибо за внимание!



Вопросы?



Аношко Алексей



aaf@istu.edu



ИРНИТУ, 2026 г.

