

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Дисциплина «Технологии виртуализации»

**Отчёт по лабораторной работе №3.2
«Основы работы с LXC/LXD»**

Выполнил:

Барсуков М.А., группа Р3415

Проверил:

преподаватель Адмакин М.А.

Санкт-Петербург

2025 г.

Содержание

Введение.....	3
Выполнение.....	5
1. Основы работы с LXD/LXC.....	5
2. Конфигурация и выполнение команд LXD/LXC.....	11
3. Практическое применение LXD.....	17
Заключение.....	21

Введение

В рамках данной лабораторной работы изучается технология системной виртуализации и контейнеризации с использованием платформ LXC (Linux Containers) и LXD — мощного инструментария для управления контейнерами следующего поколения. LXC предоставляет изолированную среду выполнения на уровне операционной системы, сочетая преимущества виртуальных машин (полнота изоляции) и контейнеров Docker (легковесность и скорость запуска). LXD, выступая надстройкой над LXC, предлагает улучшенный пользовательский опыт, расширенные возможности управления, включая контроль ресурсов (CPU, RAM), снимки состояния, миграцию контейнеров и работу с образами.

Для выполнения работы использовалась операционная система Ubuntu 22.04 LTS, на которой были установлены LXD через пакетный менеджер Snap. В ходе лабораторной работы были освоены основные команды CLI LXD для инициализации среды, создания, настройки и управления жизненным циклом контейнеров. Особое внимание удалено практической работе с конфигурацией: настройке сетевых мостов, управлению хранилищами, установке ограничений на ресурсы (процессорное время, оперативная память) в реальном времени, а также выполнению команд внутри контейнеров.

В рамках практического применения были развернуты и настроены специализированные контейнеры с установленным ПО: веб-сервер Apache2, облачной платформой NextCloud и файловым менеджером Midnight Commander. Дополнительно выполнена публикация сервисов (проброс портов) для демонстрации их доступности с хостовой системы, что подчеркивает гибкость LXD в создании изолированных, но функционально полных сред для развертывания приложений.

Цель работы

Изучить основы работы с LXC/LXD: установку, инициализацию, создание и запуск контейнеров, управление их конфигурацией и ресурсами, а также практическое применение для развертывания сетевых сервисов. Подготовить отчет о ходе выполнения работы с приложением снимков экрана.

Выполнение

1. Основы работы с LXD/LXC

Установим LXD с помощью команды sudo snap install lxd, как показано на рисунке 1:

```
'  
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo snap install lxd  
lxd (5.21/stable) 5.21.4-9eb1368 from Canonical✓ installed  
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ █'
```

Рисунок 1 – Установка LXD

Проверим работу LXD командой lxc list и lxc --version, результат увидим на рисунке 2:

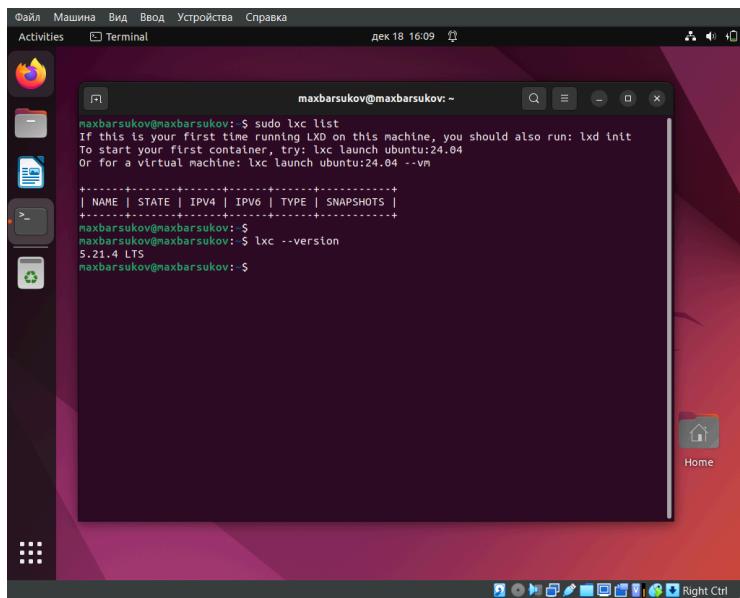
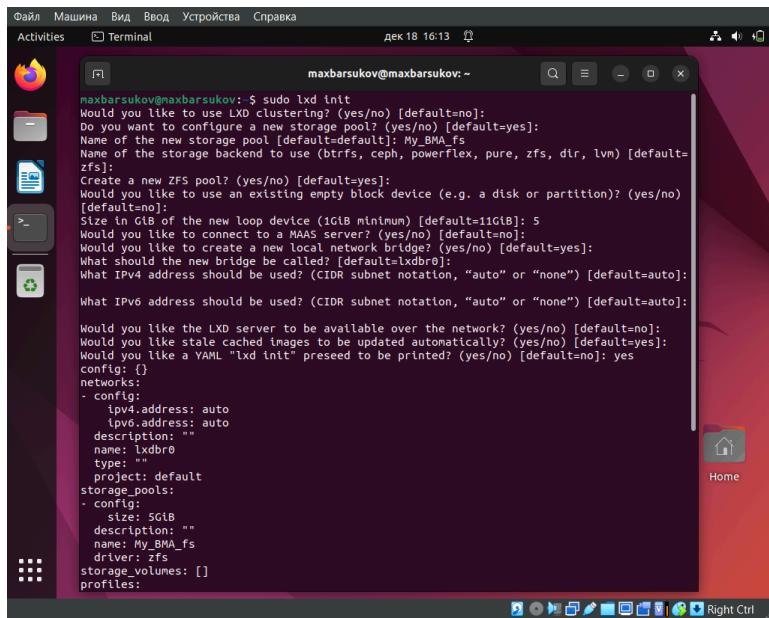


Рисунок 2 – Результат выполнения команды

Выполнить инициализацию LXD командой lxd init со следующими параметрами:

1. Кластеринг нет
2. Название хранилища My_BMA_fs
3. Размер 5GB
4. MAAS Нет
5. Настроить сеть – Сетевой мост
6. Включить NAT

Ниже, на рисунке 3, можно наблюдать результат инициализации LXD.



The screenshot shows a terminal window titled "maxbarsukov@maxbarsukov: ~" running on a desktop environment. The terminal displays the following command and its execution:

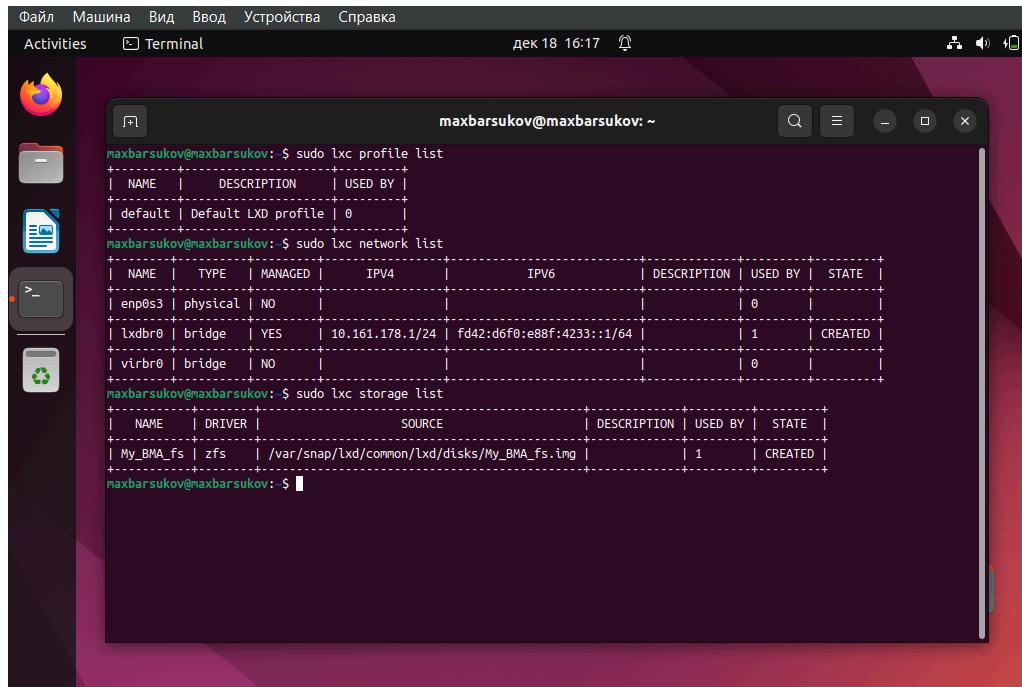
```
maxbarsukov@maxbarsukov: $ sudo lxd init
Would you like to use LXD clustering? (yes/no) [default=no]:
Do you want to configure a new storage pool? (yes/no) [default=yes]:
Name of the new storage pool [default=default]: My_BMA_fs
Name of the storage backend to use (btrfs, ceph, powerflex, pure, zfs, dir, lvm) [default=zfs]:
Create a new ZFS pool? (yes/no) [default=yes]:
Would you like to use an existing empty block device (e.g. a disk or partition)? (yes/no) [default=no]:
Size in GB of the new loop device (1GiB minimum) [default=11GiB]: 5
Would you like to connect to a MAAS server? (yes/no) [default=no]:
Would you like to create a new local network bridge? (yes/no) [default=yes]:
What should the new bridge be called? [default=lxdbr0]:
What IPv4 address should be used? (CIDR subnet notation, "auto" or "none") [default=auto]:
What IPv6 address should be used? (CIDR subnet notation, "auto" or "none") [default=auto]:
Would you like the LXD server to be available over the network? (yes/no) [default=no]:
Would you like stale cached images to be updated automatically? (yes/no) [default=yes]:
Would you like a YAML "lxd init" preseed to be printed? (yes/no) [default=no]: yes
config: {}
networks:
- config:
    ipv4.address: auto
    ipv6.address: auto
    description: ""
    name: lxdbr0
    type: ""
    project: default
storage_pools:
- config:
    size: 5GiB
    description: ""
    name: My_BMA_fs
    driver: zfs
    storage_volumes: []
profiles:
```

Рисунок 3 – Результат выполнения команды lxd init

Получить конфигурации компонентов lxd:

- lxc profile list
- lxc network list
- lxc storage list

Ниже на рисунке 4 приведена конфигурация компонентов lxd:



```
Файл Машина Вид Ввод Устройства Справка
Activities Terminal maxbarsukov@maxbarsukov: ~
дек 18 16:17

maxbarsukov@maxbarsukov: $ sudo lxc profile list
+-----+-----+-----+
| NAME | DESCRIPTION | USED BY |
+-----+-----+-----+
| default | Default LXD profile | 0 |
+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov: $ sudo lxc network list
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | TYPE | MANAGED | IPV4 | IPV6 | DESCRIPTION | USED BY | STATE |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| enp0s3 | physical | NO | | | 0 | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| lxdbr0 | bridge | YES | 10.161.178.1/24 | fd42:d6f0:e88f:4233::1/64 | 1 | CREATED |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| virbr0 | bridge | NO | | | 0 | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov: $ sudo lxc storage list
+-----+-----+-----+-----+
| NAME | DRIVER | SOURCE | DESCRIPTION | USED BY | STATE |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| My_BMA_fs | zfs | /var/snap/lxd/common/lxd/disks/My_BMA_fs.img | 1 | CREATED |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov: $
```

Рисунок 4 – Конфигурация компонентов lxd

Создать 3 контейнера с названиями: Apache, Chrome, MC (рисунок 5):

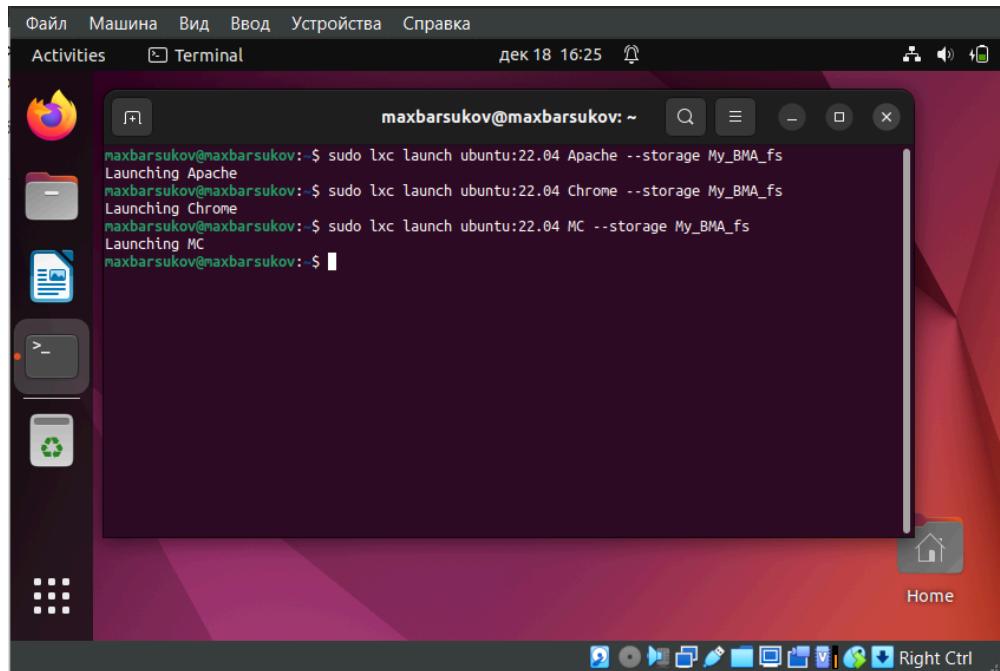


Рисунок 5 – Создание контейнеров

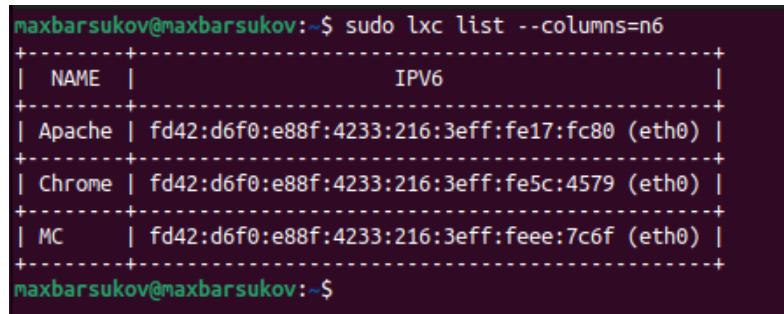
Получить список контейнеров (рисунок 6):

A screenshot of a terminal window titled "Terminal". The command "sudo lxc list" is run, and the output shows a table of three containers: Apache, Chrome, and MC. All three containers are listed as "RUNNING".

NAME	STATE	IPV4	IPV6	TYPE	SNAPSHOTS
Apache	RUNNING	fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fe17:fc80 (eth0)		CONTAINER	0
Chrome	RUNNING	fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fe5c:4579 (eth0)		CONTAINER	0
MC	RUNNING	fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:feee:7c6f (eth0)		CONTAINER	0

Рисунок 6 – Получение списка контейнеров

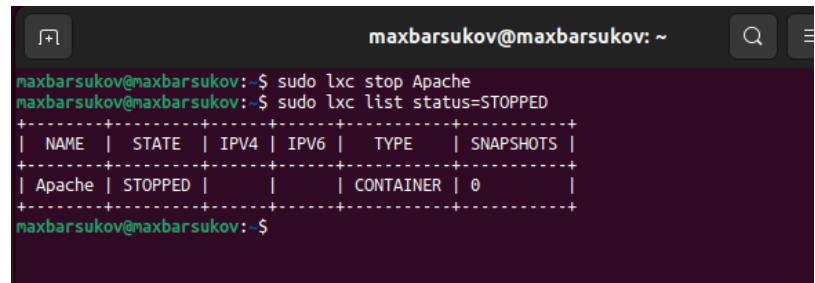
Вывести список, содержащий только IP-адреса контейнеров (рисунок 7):



```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list --columns=n6
+-----+-----+
| NAME | IPV6 |
+-----+-----+
| Apache | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fe17:fc80 (eth0) |
| Chrome | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fe5c:4579 (eth0) |
| MC | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fee:7c6f (eth0) |
+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 7 – Получение списка контейнеров с IP-адресами

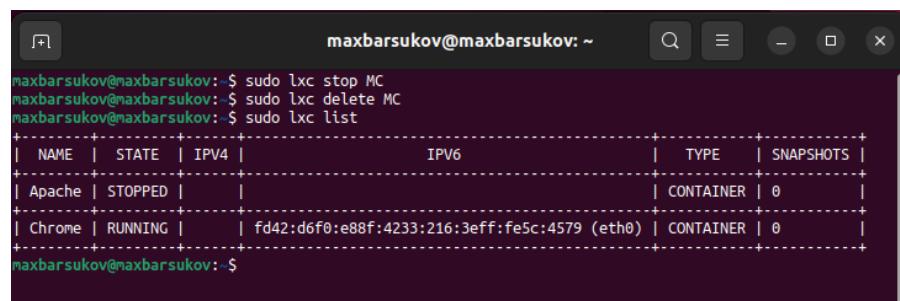
Вывести список, содержащий только остановленные контейнеры (рисунок 8):



```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc stop Apache
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list status=STOPPED
+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | STATE | IPV4 | IPV6 | TYPE | SNAPSHOTS |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Apache | STOPPED | | | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 8 – Список, содержащий только остановленные контейнеры

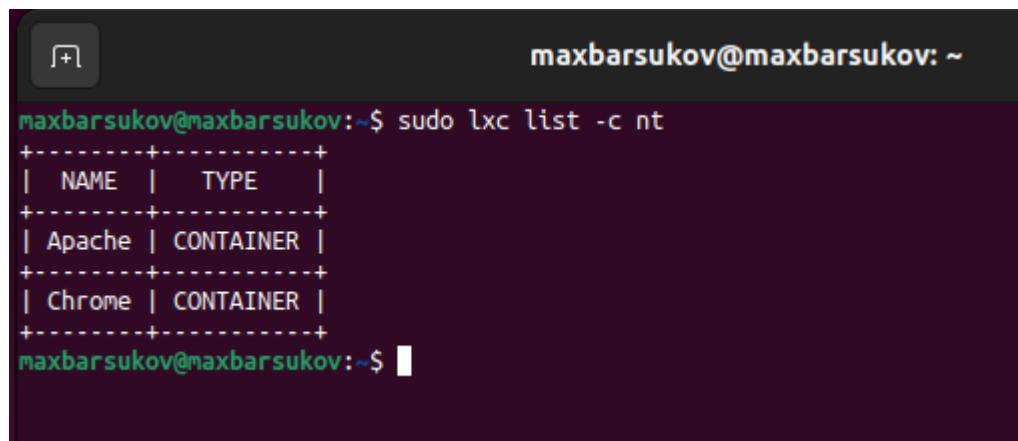
Удалить контейнер MC (рисунок 9):



```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc stop MC
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc delete MC
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list
+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | STATE | IPV4 | IPV6 | TYPE | SNAPSHOTS |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Apache | STOPPED | | | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Chrome | RUNNING | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fe5c:4579 (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 9 – Удаление контейнера

Получить список, содержащий только тип контейнеров (рисунок 10):



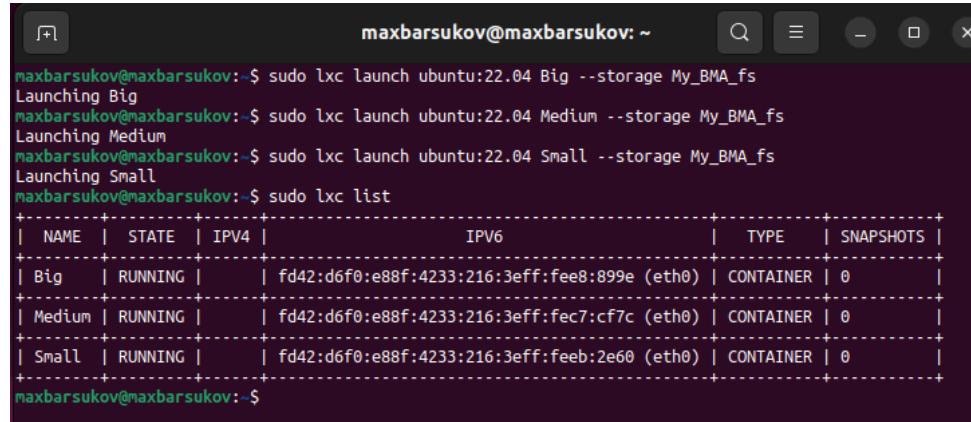
```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list -c nt
+-----+-----+
| NAME | TYPE |
+-----+-----+
| Apache | CONTAINER |
+-----+-----+
| Chrome | CONTAINER |
+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 10 – Список, содержащий только тип контейнеров

2. Конфигурация и выполнение команд LXD/LXC

Проверить работу LXD.

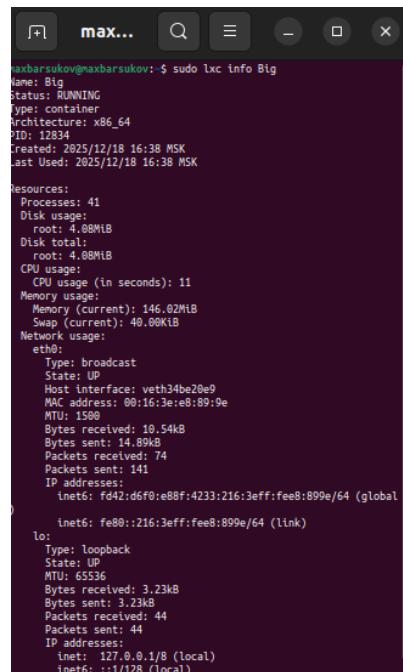
Создать и запустить 3 контейнера: Big, Medium, Small (рисунок 11):



```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc launch ubuntu:22.04 Big --storage My_BMA_fs
Launching Big
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc launch ubuntu:22.04 Medium --storage My_BMA_fs
Launching Medium
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc launch ubuntu:22.04 Small --storage My_BMA_fs
Launching Small
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list
+-----+-----+-----+-----+
| NAME | STATE | IPV4 | IPV6 | TYPE | SNAPSHOTS |
+-----+-----+-----+-----+
| Big | RUNNING | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fee8:899e (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
| Medium | RUNNING | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fc7c (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
| Small | RUNNING | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:feeb:2e60 (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 11 – Список, содержащий только тип контейнеров

Получить конфигурацию каждого контейнера (рисунки 12, 13, 14):
lxc info <instance_name>



```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc info Big
Name: Big
Status: RUNNING
Type: container
Architecture: x86_64
PID: 12834
Created: 2025/12/18 16:38 MSK
Last Used: 2025/12/18 16:38 MSK

Resources:
  Processes: 41
  Disk usage:
    Root: 4.08MiB
    Disk total:
      Root: 4.08MiB
  CPU usage:
    CPU usage (in seconds): 11
  Memory usage:
    Memory (current): 146.02MiB
    Swap (current): 40.00KiB
  Network usage:
    eth0:
      Type: broadcast
      State: UP
      Host Interface: veth3abe20e9
      MAC address: 00:16:3e:e8:89:9e
      MTU: 1500
      Bytes received: 10.54kB
      Bytes sent: 14.89kB
      Packets received: 74
      Packets sent: 141
      IP addresses:
        inet6: fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fee8:899e/64 (global)
          inet6: fe80::216:3eff:fee8:899e/64 (link)
    lo:
      Type: loopback
      State: UP
      MTU: 65536
      Bytes received: 3.23kB
      Bytes sent: 3.23kB
      Packets received: 44
      Packets sent: 44
      IP addresses:
        inet: 127.0.0.1/8 (local)
        inet6: ::1/128 (local)
```

Рисунок 12 – Конфигурация контейнера Big

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc info Medium
Name: Medium
Status: RUNNING
Type: container
Architecture: x86_64
PID: 13875
Created: 2025/12/18 16:38 MSK
Last Used: 2025/12/18 16:38 MSK

Resources:
Processes: 41
Disk usage:
  root: 4.07MiB
Disk total:
  root: 4.07MiB
CPU usage:
  CPU usage (in seconds): 10
Memory usage:
  Memory (current): 146.82MiB
  Swap (current): 16.00KiB
Network usage:
  lo:
    Type: loopback
    State: UP
    MTU: 65536
    Bytes received: 4.41kB
    Bytes sent: 4.41kB
    Packets received: 60
    Packets sent: 60
    IP addresses:
      inet: 127.0.0.1/8 (local)
      inet6: ::1/128 (local)
  eth0:
    Type: broadcast
    State: UP
    Host interface: vethd0d3d7a8
    MAC address: 00:16:3e:c7:cf:7c
    MTU: 1500
    Bytes received: 9.29kB
    Bytes sent: 19.84kB
    Packets received: 60
    Packets sent: 188
    IP addresses:
      inet6: fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fc7:cf7c/64 (global)
      inet6: fe80::216:3eff:fc7:cf7c/64 (link)
```

Рисунок 13 – Конфигурация контейнера Medium

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc info Small
Name: Small
Status: RUNNING
Type: container
Architecture: x86_64
PID: 14876
Created: 2025/12/18 16:38 MSK
Last Used: 2025/12/18 16:39 MSK

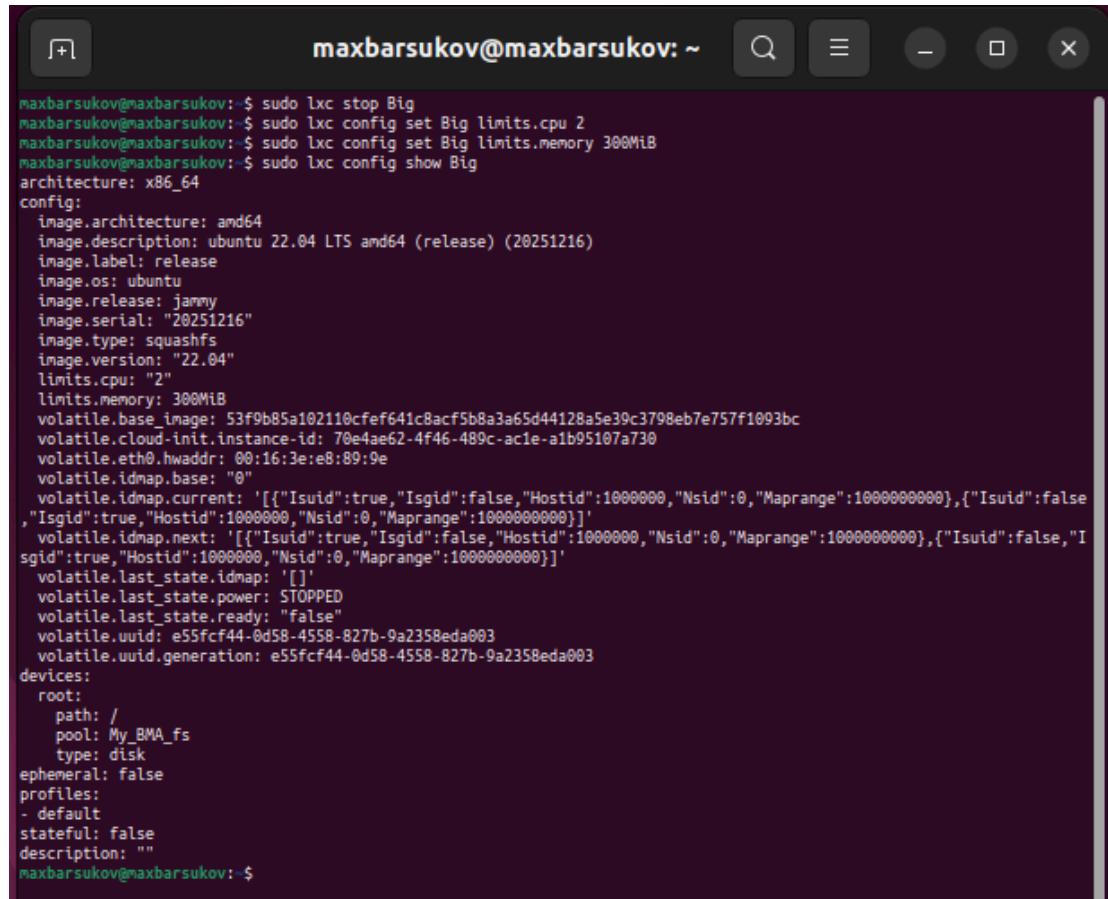
Resources:
Processes: 43
Disk usage:
  root: 4.08MiB
Disk total:
  root: 4.08MiB
CPU usage:
  CPU usage (in seconds): 10
Memory usage:
  Memory (current): 146.59MiB
  Swap (current): 48.00KiB
Network usage:
  eth0:
    Type: broadcast
    State: UP
    Host interface: veth2a1d5a04
    MAC address: 00:16:3e:eb:2e:60
    MTU: 1500
    Bytes received: 7.01kB
    Bytes sent: 20.93kB
    Packets received: 44
    Packets sent: 200
    IP addresses:
      inet6: fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:feeb:2e60/64 (global)
      inet6: fe80::216:3eff:feeb:2e60/64 (link)
  lo:
    Type: loopback
    State: UP
    MTU: 65536
    Bytes received: 4.41kB
    Bytes sent: 4.41kB
    Packets received: 60
    Packets sent: 60
    IP addresses:
      inet: 127.0.0.1/8 (local)
      inet6: ::1/128 (local)
```

Рисунок 14 – Конфигурация контейнера Small

Остановить контейнер Big.

Изменить ограничение на использование CPU для контейнера Big на 2.
lxc config set <instance_name>

Изменить ограничение на использование RAM для контейнера Big на 300 MiB (рисунок 15):



```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc stop Big
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set Big limits.cpu 2
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set Big limits.memory 300MiB
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config show Big
architecture: x86_64
config:
  image.architecture: amd64
  image.description: ubuntu 22.04 LTS amd64 (release) (20251216)
  image.label: release
  image.os: ubuntu
  image.release: jammy
  image.serial: "20251216"
  image.type: squashfs
  image.version: "22.04"
  limits.cpu: "2"
  limits.memory: 300MiB
  volatile.base_image: 53f9b85a102110cfef641c8acf5b8a3a65d44128a5e39c3798eb7e757f1093bc
  volatile.cloud-init.instance-id: 70e4ae62-4f46-489c-ac1e-a1b95107a730
  volatile.eth0.hwaddr: 00:16:3e:e8:89:9e
  volatile.idmap.base: "0"
  volatile.idmap.current: '[{"Isuid":true,"Isgid":false,"Hostid":1000000,"Nsid":0,"Maprange":1000000000}, {"Isuid":false,"Isgid":true,"Hostid":1000000,"Nsid":0,"Maprange":1000000000}]'
  volatile.idmap.next: '[{"Isuid":true,"Isgid":false,"Hostid":1000000,"Nsid":0,"Maprange":1000000000}, {"Isuid":false,"Isgid":true,"Hostid":1000000,"Nsid":0,"Maprange":1000000000}]'
  volatile.last_state.idmap: '[]'
  volatile.last_state.power: STOPPED
  volatile.last_state.ready: "false"
  volatile.uuid: e55fcf44-0d58-4558-827b-9a2358eda003
  volatile.uuid.generation: e55fcf44-0d58-4558-827b-9a2358eda003
devices:
  root:
    path: /
    pool: My_BMA_fs
    type: disk
  ephemeral:
profiles:
- default
stateful: false
description: ""
```

Рисунок 15 – Конфигурация контейнера Big после изменения конфигурации

Запустить контейнер Big.

Отправить утилиту free в контейнер Big (рисунок 16):

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc start Big
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc exec Big -- free -h
      total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:    300Mi       60Mi     165Mi       0.0Ki     74Mi     239Mi
Swap:   300Mi        0B     300Mi
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 16 – Отправка утилиты free в контейнер Big

Открыть терминал и запустить на нем утилиту top в контейнере Medium.
Открыть еще один терминал, и изменить в нем значение ограничения
использования RAM для контейнера на 200 MiB.

Ниже на рисунках 17 и 18 приведен процесс запуска утилиты top в контейнере lxd. Значение свободной памяти поменялось на лету после применения изменений.

```
top - 08:23:15 up 19 min, 0 users, load average: 0.01, 0.00, 0.00
Tasks: 16 total, 1 running, 15 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu(s): 0.7 us, 0.1 sy, 0.0 ni, 99.2 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
MiB Mem : 200.0 total, 85.6 free, 54.9 used, 59.6 buff/cache
MiB Swap: 0.0 total, 0.0 free, 0.0 used. 145.1 avail Mem

      PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND
        1 root      20   0  24540 10708  6856 S  0.0  5.2  0:00.33 systemd
        62 root      20   0  34816  8848  7680 S  0.0  4.3  0:00.08 systemd-journal
       120 systemd+  20   0  23572  9716  7144 S  0.0  4.7  0:00.05 systemd-resolve
       130 root      20   0  33596  7996  4916 S  0.0  3.9  0:00.03 systemd-udevd
       493 systemd+  20   0  21016  7888  6580 S  0.0  3.9  0:00.04 systemd-network
       530 root      20   0  7664  1676  1444 S  0.0  0.8  0:00.01 cron
       532 message+ 20   0  9248  3256  2400 S  0.0  1.6  0:00.02 dbus-daemon
       537 root      20   0  43064  23020  8968 S  0.0 11.2  0:00.06 networkd-dispatcher
       538 polkitd   20   0  383152  7036  4572 S  0.0  3.4  0:00.07 polkitd
       544 root      20   0  18656  6080  5012 S  0.0  3.0  0:00.02 systemd-logind
       548 root      20   0  407868  9060  7184 S  0.0  4.4  0:00.05 udisksd
       592 root      20   0  8100  1672  1460 S  0.0  0.8  0:00.00 getty
       598 syslog    20   0  151256  3264  2504 S  0.0  1.6  0:00.02 rsyslogd
       603 root      20   0  10504  4984  3876 S  0.0  2.4  0:00.00 sshd
       618 root      20   0  122652  24460 10944 S  0.0 11.9  0:00.05 unattended-upgr
      769 root      20   0 11136  4140  2068 R  0.0  2.0  0:00.06 top
```

Рисунок 17 – Запуск утилиты top

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set Medium limits.memory 200MiB
[sudo] password for maxbarsukov:
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 18 – Изменение ограничений памяти

Проделать этап 9 для контейнера Small, сначала изменив значение ограничения RAM на 150 Mib, после чего установить 800 Mib.

Ниже приведен аналогичный процесс установки ограничений памяти в контейнере. Значение свободной памяти также менялось “на лету” после применения изменений, как показано на рисунках 19 и 20:

top - 08:24:40 up 20 min, 0 users, load average: 0.05, 0.01, 0.00										
Tasks: 16 total, 1 running, 15 sleeping, 0 stopped, 0 zombie										
%Cpu(s): 1.5 us, 0.2 sy, 0.0 ni, 98.1 id, 0.1 wa, 0.0 hi, 0.1 si, 0.0 st										
MiB Mem : 800.0 total, 666.4 free, 55.0 used, 78.7 buff/cache										
MiB Swap: 0.0 total, 0.0 free, 0.0 used. 745.0 avail Mem										
PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+ COMMAND
1	root	20	0	24568	10736	6880	S	0.0	1.3	0:00.34 systemd
62	root	20	0	34856	8876	7688	S	0.0	1.1	0:00.10 systemd-journal
120	systemd+	20	0	23572	9728	7152	S	0.0	1.2	0:00.05 systemd-resolve
134	root	20	0	33596	8120	5040	S	0.0	1.0	0:00.04 systemd-udevd
494	systemd+	20	0	21012	7884	6584	S	0.0	1.0	0:00.03 systemd-network
526	message+	20	0	9260	3248	2396	S	0.0	0.4	0:00.03 dbus-daemon
529	root	20	0	43064	23116	9072	S	0.0	2.8	0:00.07 networkd-dispat
530	polkid	20	0	383152	7036	4568	S	0.0	0.9	0:00.07 polkitd
535	root	20	0	18652	6060	4992	S	0.0	0.7	0:00.02 systemd-logind
536	root	20	0	407868	9060	7180	S	0.0	1.1	0:00.04 udisksd
573	root	20	0	7664	1696	1464	S	0.0	0.2	0:00.00 cron
581	syslog	20	0	151256	3588	2508	S	0.0	0.4	0:00.02 rsyslogd
582	root	20	0	10504	4952	3844	S	0.0	0.6	0:00.00 sshd
591	root	20	0	8100	1672	1460	S	0.0	0.2	0:00.00 agetty
592	root	20	0	122652	24276	10760	S	0.0	3.0	0:00.06 unattended-upgr
775	root	20	0	11132	4144	2068	R	0.0	0.5	0:00.02 top

Рисунок 19 – Запуск утилиты top

```
maxbarsukov@maxbarsukov: ~
maxbarsukov@maxbarsukov: $ sudo lxc config set Small limits.memory 150MiB
maxbarsukov@maxbarsukov: $ sudo lxc config set Small limits.memory 800MiB
maxbarsukov@maxbarsukov: $
```

Рисунок 20 – Изменение ограничений памяти

Изменить описание для контейнера Small, после чего выполнить команду, предоставляющую описание контейнеров.

Ниже приведен процесс изменения описания контейнера lxd. Была вызвана команда lxc config edit Small, как показано на рисунке 21:

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config metadata edit Small
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config get Small user.description

maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set Small user.description "vevy smol descviptn"
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config get Small user.description
vevy smol descviptn
```

Рисунок 21 – Изменение описания контейнера

Остановить контейнер Small.

Изменить название контейнера Small на BigBig.

Вывести список контейнеров (рисунок 22).

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc stop Small
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc rename Small BigBig
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list
+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | STATE | IPV4 | IPV6 | TYPE | SNAPSHOTS |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Big | RUNNING | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fee8:899e (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| BigBig | STOPPED | | | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Medium | RUNNING | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fec7:cf7c (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 22 – Изменение названия контейнера

3. Практическое применение LXD

Проверить работу LXD.

Создать и запустить 3 контейнера: Apache, NextCloud, MC

Получить список контейнеров (рисунок 23):

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc launch ubuntu:22.04 Apache --storage My_BMA_fs
Launching Apache
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc launch ubuntu:22.04 NextCloud --storage My_BMA_fs
Launching NextCloud
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc launch ubuntu:22.04 MC --storage My_BMA_fs
Launching MC
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc list
+-----+-----+-----+-----+
| NAME | STATE | IPV4 | IPV6 | TYPE | SNAPSHOTS |
+-----+-----+-----+-----+
| Apache | RUNNING |      | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fe7d:c6ed (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
| MC | RUNNING |      | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fea4:37fd (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
| NextCloud | RUNNING |      | fd42:d6f0:e88f:4233:216:3eff:fefc:88b9 (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 23 – Создание контейнеров

Установить для всех контейнеров ограничение RAM = 500 MiB (рисунок 24):

```
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set Apache limits.memory 500MiB
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set NextCloud limits.memory 500MiB
maxbarsukov@maxbarsukov:~$ sudo lxc config set MC limits.memory 500MiB
maxbarsukov@maxbarsukov:~$
```

Рисунок 24 – Установка ограничений

Установить веб-сервер Apache2 на контейнере Apache (рисунки 25, 26, 27):

```
vboxuser@ubuntu:~$ sudo lxc exec Apache -- bash
root@Apache:~# apt update
Hit:1 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing InRelease
Get:2 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates InRelease [136 kB]
Get:3 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-backports InRelease [133 kB]
Get:4 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-security InRelease [136 kB]
Get:5 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/universe arm64 Packages [15.4 MB]
Get:6 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/universe Translation-en [6283 kB]
Get:7 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/universe arm64 Components [4017 kB]
Get:8 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/universe arm64 c-n-f Metadata [304 kB]
Get:9 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/multiverse arm64 Packages [228 kB]
Get:10 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/multiverse Translation-en [121 kB]
Get:11 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/multiverse arm64 Components [48.2 kB]
Get:12 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing/multiverse arm64 c-n-f Metadata [5756 B]
Get:13 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/main arm64 Packages [215 kB]
Get:14 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/main arm64 Components [19.6 kB]
Get:15 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/universe arm64 Packages [100.0 kB]
Get:16 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/universe Translation-en [35.4 kB]
Get:17 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/universe arm64 Components [32.3 kB]
Get:18 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/universe arm64 c-n-f Metadata [3144 B]
Get:19 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/restricted arm64 Components [212 B]
Get:20 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/multiverse arm64 Packages [1676 B]
Get:21 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/multiverse Translation-en [616 B]
Get:22 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/multiverse arm64 Components [212 B]
Get:23 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-updates/multiverse arm64 c-n-f Metadata [224 B]
Get:24 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-backports/main arm64 Components [212 B]
Get:25 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-backports/universe arm64 Components [216 B]
Get:26 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports questing-backports/universe arm64 c-n-f Metadata [116 B]
```

Рисунок 25 – Обновление пакетов

```
root@Apache:~# apt install apache2 -y
Installing:
 apache2

Installing dependencies:
 apache2-bin  apache2-data  apache2-utils  libaprutil0  libaprutil1-dbd-sqlite3  libaprutil1-ldap  libaprutil1t0  liblua5.4-0  ssl-cert

Suggested packages:
 apache2-doc  apache2-suexec-pristine  | apache2-suexec-custom  www-browser

Summary:
 Upgrading: 0, Installing: 10, Removing: 0, Not Upgrading: 0
 Download size: 2156 kB
 Space needed: 14.2 MB / 4004 MB available
```

Рисунок 26 – Установка Apache2

```
root@Apache:~# systemctl start apache2
root@Apache:~# systemctl status apache2
● apache2.service - The Apache HTTP Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/apache2.service; enabled; preset: enabled)
   Active: active (running) since Sat 2025-12-13 09:22:49 UTC; 2min 25s ago
     Invocation: fd9bbc4e2e7941d296067e523fb417a4
       Docs: https://httpd.apache.org/docs/2.4/
    Main PID: 1558 (apache2)
      Tasks: 55 (limit: 5294)
     Memory: 6.3M (peak: 6.9M)
        CPU: 38ms
      CGroup: /system.slice/apache2.service
              ├─1558 /usr/sbin/apache2 -k start
              ├─1560 /usr/sbin/apache2 -k start
              └─1561 /usr/sbin/apache2 -k start

Dec 13 09:22:49 Apache systemd[1]: Starting apache2.service - The Apache HTTP Server...
Dec 13 09:22:49 Apache systemd[1]: Started apache2.service - The Apache HTTP Server.
root@Apache:~#
```

Рисунок 27 – Запуск Apache2

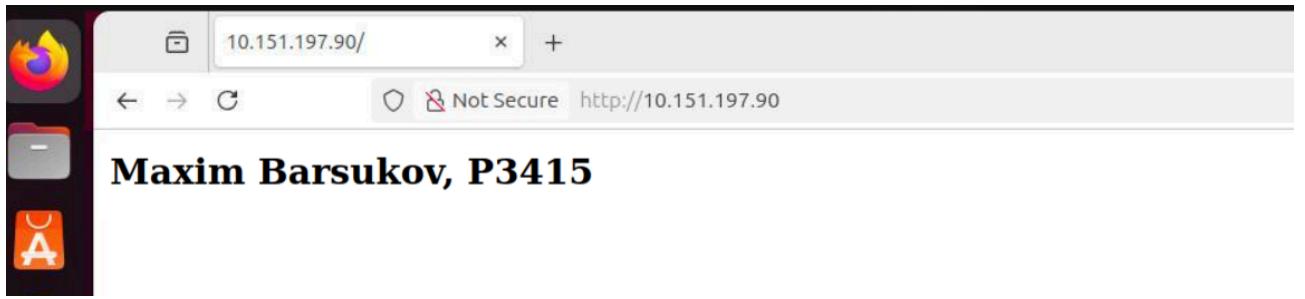


Рисунок 28 – Страница, размещенная на Apache2

Прокинуть порты для контейнера NextCloud, установить и подключиться к NextCloud. Сделать снимок экрана страницы аутентификации и строки адреса браузера (рисунок 29).

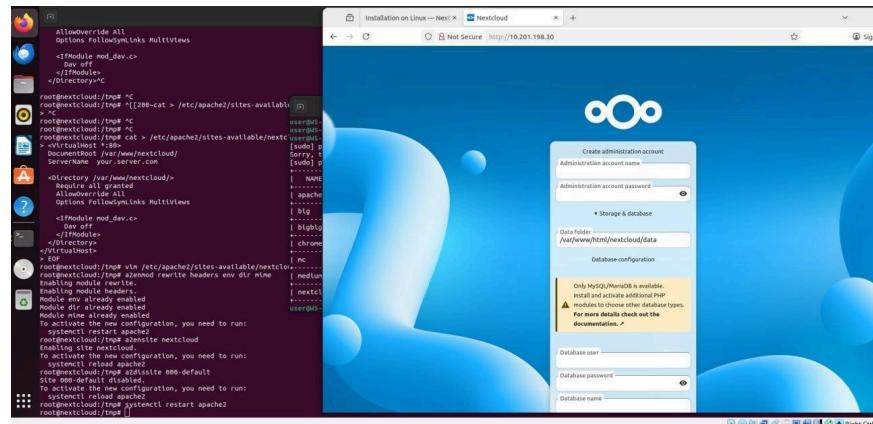


Рисунок 29 – Запущенный NextCloud

Установить MidnightCommander на контейнере МС. Запустить в графическом режиме. Предоставить снимок экрана.

Ниже показан midnight commander в псевдо-графическом режиме в контейнере (рисунок 30).

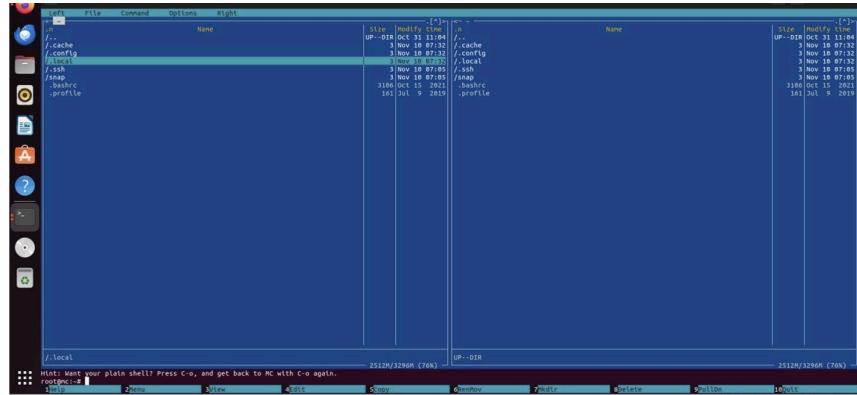


Рисунок 30 – Midnight Commander в контейнере

Заключение

В ходе лабораторной работы были изучены основы системной виртуализации с использованием LXC/LXD. Практически освоены установка, настройка и управление контейнерами уровня ОС, что позволило сравнить этот подход с ранее изученной прикладной контейнеризацией Docker. Освоены ключевые операции управления: создание, запуск, мониторинг и удаление контейнеров. Практически применено динамическое управление ресурсами (RAM, CPU) без остановки работающих экземпляров. Успешно развернуты и настроены специализированные сервисы: веб-сервер Apache2, облачная платформа NextCloud и файловый менеджер Midnight Commander. Выполнен проброс портов для сетевого доступа.

LXC/LXD предоставляют эффективный инструмент для создания изолированных системных сред с низкими накладными расходами. В отличие от Docker, они оперируют целыми ОС, что оптимально для тестирования, разработки и развертывания многокомпонентных инфраструктур.

Полученные навыки управления контейнерами, настройки ресурсов и развертывания сервисов составляют важную часть компетенций в области современных технологий виртуализации и системного администрирования.