

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Национальный исследовательский университет ИТМО»**

*Факультет программной инженерии и компьютерной техники*

**Лабораторная работа 5**  
**«Технологии виртуализации»**

Выполнили:  
Сосновцев Г.А. Р34102  
Тюрин И.Н. Р34102

Проверил:  
к.т.н. преподаватель Белозубов А.В.

Санкт-Петербург  
2024г.

## **Оглавление**

<b>Часть 1. Основы работы с LXC/LXD</b>	<b>3</b>
<b>Часть 2. Создание виртуальной машины</b>	<b>6</b>
<b>Часть 3. Подключение к виртуальной машине</b>	<b>17</b>
<b>Заключение</b>	<b>23</b>

## Часть 1. Основы работы с LXC/LXD

Характеристики гостевой системы можно видеть на рис. 1.

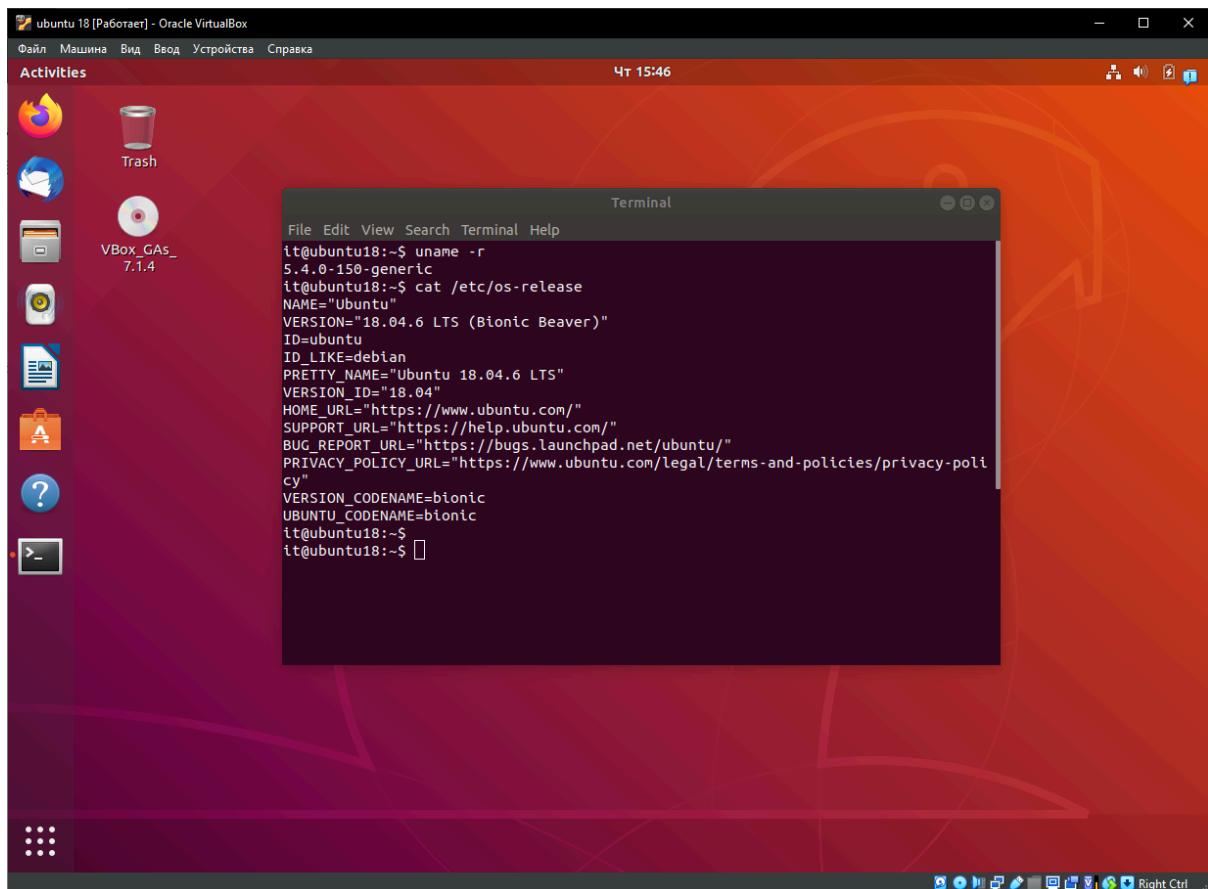


Рисунок 1 – Характеристики системы.

Была произведена установка и инициализация компонента lxd: рис. 2 и 3.

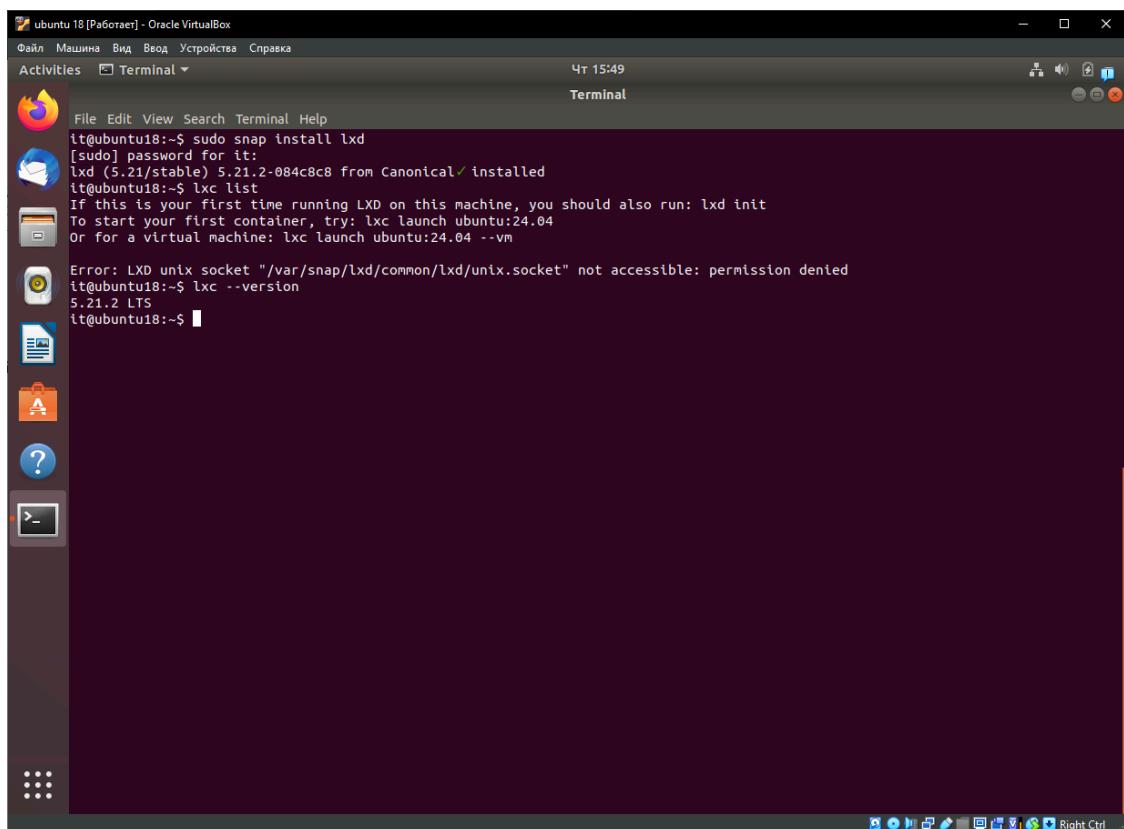


Рисунок 2 – Установка LXD и проверка работы LXD.

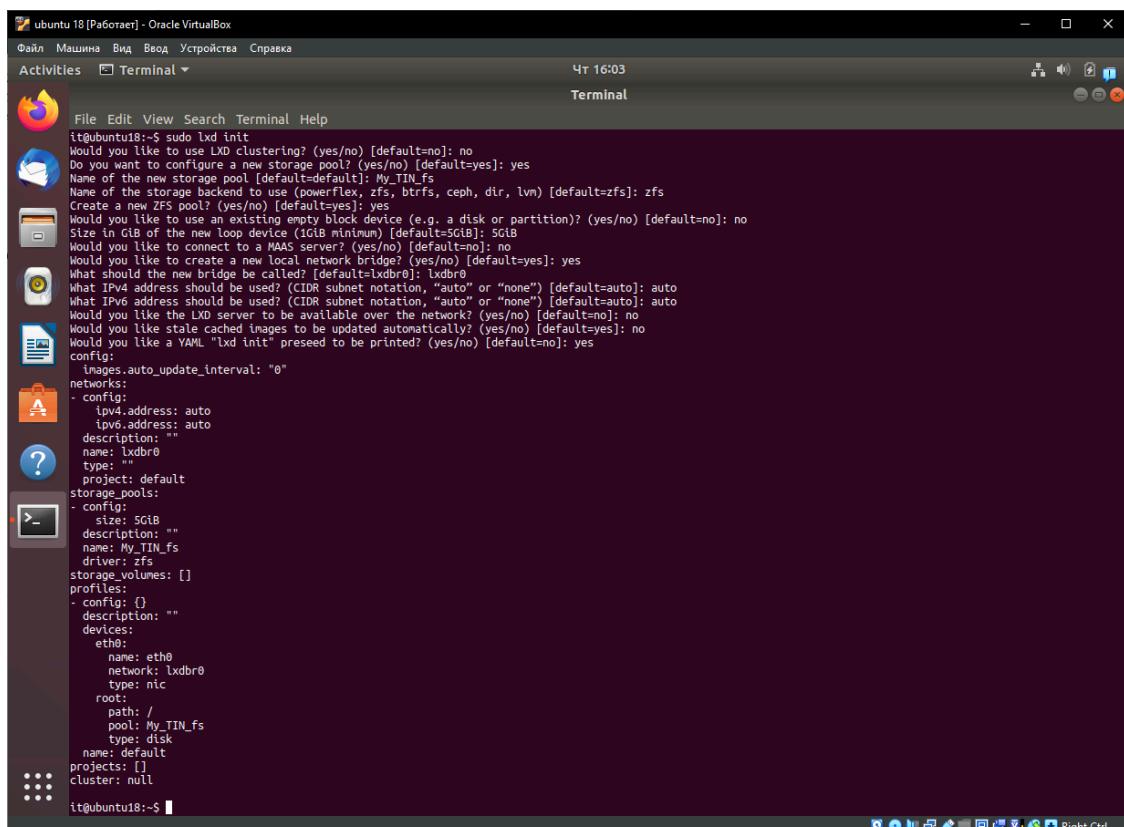
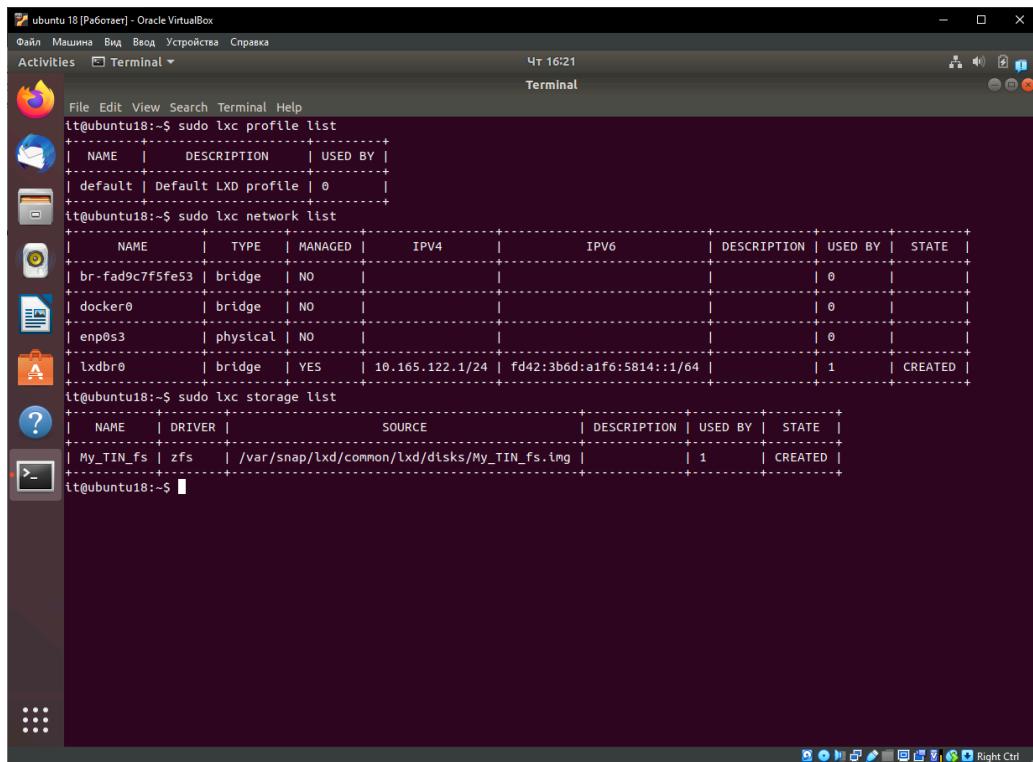


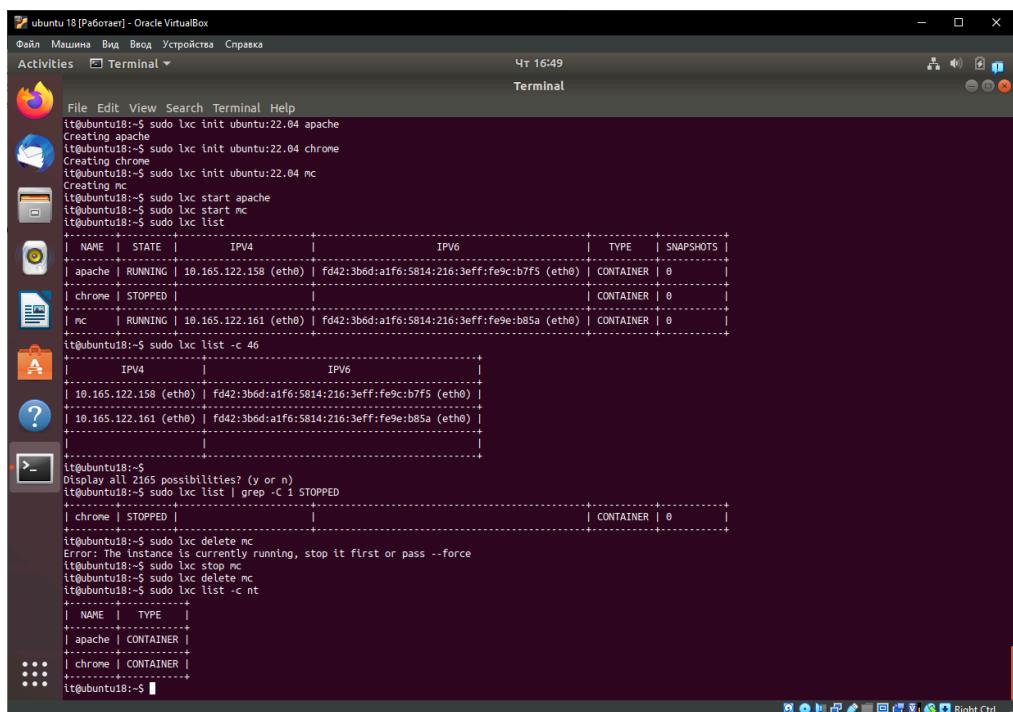
Рисунок 3 – Инициализация LXD.

Была получена конфигурация LXD — рис. 4, и созданы требуемые контейнеры — рис. 5.



```
ubuntu 18 [Работает] - Oracle VirtualBox
Файл Машинка Вид Вход Устройства Справка
Activities Terminal Чт 16:21
File Edit View Search Terminal Help
it@ubuntu18:~$ sudo lxc profile list
+---+-----+-----+
| NAME | DESCRIPTION | USED BY |
+---+-----+-----+
| default | Default LXD profile | 0 |
+---+-----+-----+
it@ubuntu18:~$ sudo lxc network list
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | TYPE | MANAGED | IPV4 | IPV6 | DESCRIPTION | USED BY | STATE |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| br-fad9c7f5fe53 | bridge | NO | | | | 0 |
| docker0 | bridge | NO | | | | 0 |
| enp0s3 | physical | NO | | | | 0 |
| lxbr0 | bridge | YES | 10.165.122.1/24 | fd42:3b6d:a1f6:5814::1/64 | | CREATED |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
it@ubuntu18:~$ sudo lxc storage list
+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | DRIVER | SOURCE | DESCRIPTION | USED BY | STATE |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| My_TIN_fs | zfs | /var/snap/lxd/common/lxd/disks/My_TIN_fs.img | | 1 | CREATED |
+-----+-----+-----+-----+-----+
it@ubuntu18:~$
```

Рисунок 4 – Получение конфигурации компонентов lxd.



```
ubuntu 18 [Работает] - Oracle VirtualBox
Файл Машинка Вид Вход Устройства Справка
Activities Terminal Чт 16:49
File Edit View Search Terminal Help
it@ubuntu18:~$ sudo lxc init ubuntu:22.04 apache
Creating apache
it@ubuntu18:~$ sudo lxc init ubuntu:22.04 chrome
Creating chrome
it@ubuntu18:~$ sudo lxc init ubuntu:22.04 mc
Creating mc
it@ubuntu18:~$ sudo lxc start apache
it@ubuntu18:~$ sudo lxc start mc
it@ubuntu18:~$ sudo lxc list
+-----+-----+-----+-----+-----+
| NAME | STATE | IPV4 | IPV6 | TYPE | SNAPSHOTS |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| apache | RUNNING | 10.165.122.158 (eth0) | fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fe9c:b7f5 (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| chrome | STOPPED | | | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| nc | RUNNING | 10.165.122.161 (eth0) | fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fe9e:b85a (eth0) | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
it@ubuntu18:~$ sudo lxc list -c 46
+-----+-----+
| IPV4 | IPV6 |
+-----+-----+
| 10.165.122.158 (eth0) | fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fe9c:b7f5 (eth0) |
+-----+-----+
| 10.165.122.161 (eth0) | fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fe9e:b85a (eth0) |
+-----+-----+
it@ubuntu18:~$ it@ubuntu18:~$ Display all 2165 possibilities? (y or n)
it@ubuntu18:~$ sudo lxc list | grep -C 1 STOPPED
+-----+-----+-----+-----+
| chrome | STOPPED | | CONTAINER | 0 |
+-----+-----+-----+-----+
it@ubuntu18:~$ sudo lxc delete mc
Error: The instance is currently running, stop it first or pass --force
it@ubuntu18:~$ sudo lxc stop mc
it@ubuntu18:~$ sudo lxc delete mc
it@ubuntu18:~$ sudo lxc list -c nt
+-----+-----+
| NAME | TYPE |
+-----+-----+
| apache | CONTAINER |
| chrome | CONTAINER |
+-----+-----+
it@ubuntu18:~$
```

Рисунок 5 – Создание и запуск контейнеров Apache, Chrome, MC; получение списка контейнеров, списка IP-адресов, остановленных контейнеров, типов контейнеров; удаление контейнера MC.

## Часть 2. Создание виртуальной машины

Результат проверки работоспособности и команды запуска контейнеров Big, Medium, Small можно видеть на рисунке 6.

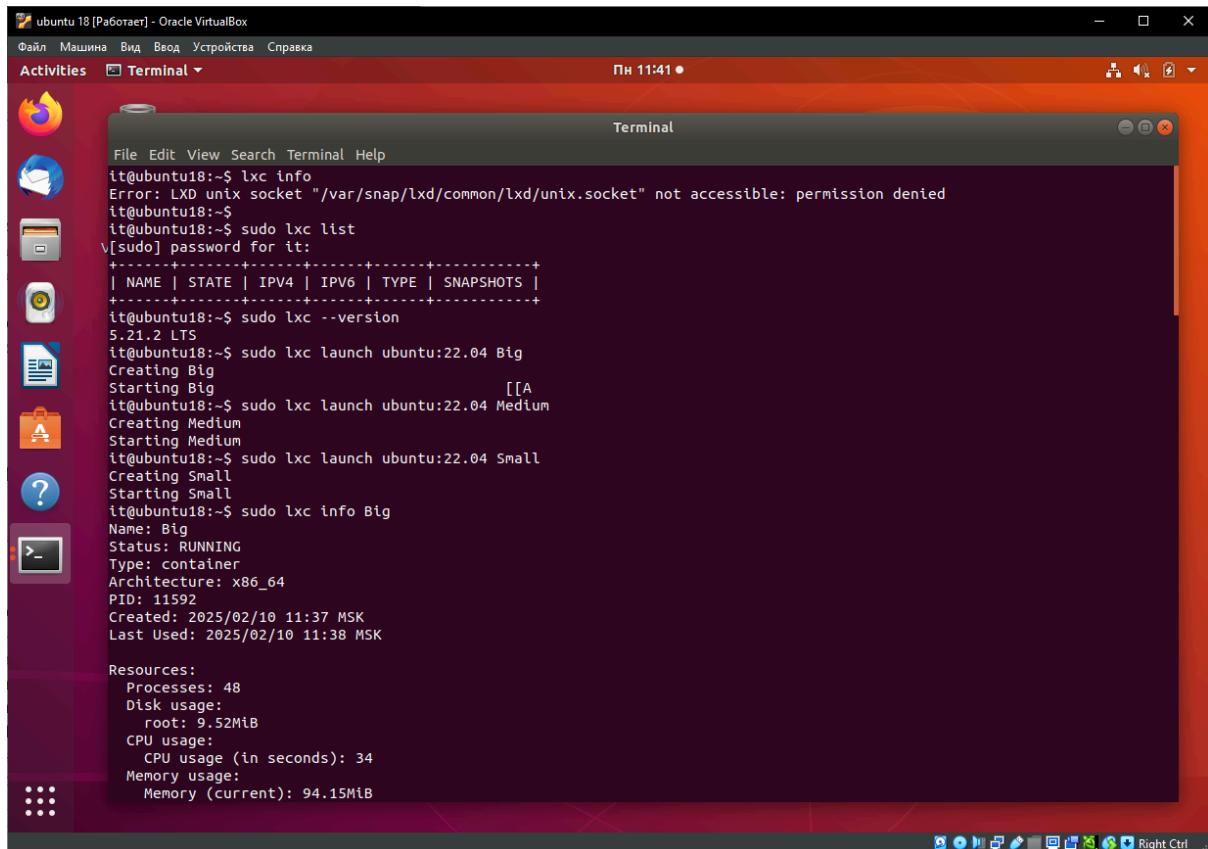


Рисунок 6 – Проверка работы LXD; создание и запуск контейнеров Big, Medium, Small; получение конфигурации каждого контейнера.

Далее представлены листинги содержащие текст из стандартного вывода команд `lxc info` для каждого контейнера.

```
$ sudo lxc info Big
Name: Big
Status: RUNNING
Type: container
Architecture: x86_64
PID: 11592
Created: 2025/02/10 11:37 MSK
Last Used: 2025/02/10 11:38 MSK

Resources:
  Processes: 48
  Disk usage:
    root: 9.52MiB
  CPU usage:
```

```
CPU usage (in seconds): 34
Memory usage:
    Memory (current): 94.15MiB
    Memory (peak): 202.50MiB
Network usage:
eth0:
    Type: broadcast
    State: UP
    Host interface: vethad962183
    MAC address: 00:16:3e:6a:0a:80
    MTU: 1500
    Bytes received: 33.80kB
    Bytes sent: 13.40kB
    Packets received: 153
    Packets sent: 101
    IP addresses:
        inet: 10.165.122.109/24 (global)
        inet6: fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fe6a:a80/64 (global)
        inet6: fe80::216:3eff:fe6a:a80/64 (link)
lo:
    Type: loopback
    State: UP
    MTU: 65536
    Bytes received: 1.70kB
    Bytes sent: 1.70kB
    Packets received: 16
    Packets sent: 16
    IP addresses:
        inet: 127.0.0.1/8 (local)
        inet6: ::1/128 (local)
```

```
$ sudo lxc info Medium
Name: Medium
Status: RUNNING
Type: container
Architecture: x86_64
PID: 15418
Created: 2025/02/10 11:39 MSK
Last Used: 2025/02/10 11:39 MSK

Resources:
    Processes: 48
    Disk usage:
        root: 9.53MiB
    CPU usage:
        CPU usage (in seconds): 32
    Memory usage:
        Memory (current): 93.05MiB
        Memory (peak): 220.07MiB
Network usage:
eth0:
    Type: broadcast
    State: UP
    Host interface: veth506c2b4a
    MAC address: 00:16:3e:de:ba:90
    MTU: 1500
    Bytes received: 30.68kB
```

```
Bytes sent: 12.26kB
Packets received: 131
Packets sent: 87
IP addresses:
inet: 10.165.122.75/24 (global)
inet6: fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fede:ba90/64 (global)
inet6: fe80::216:3eff:fede:ba90/64 (link)
lo:
Type: loopback
State: UP
MTU: 65536
Bytes received: 1.72kB
Bytes sent: 1.72kB
Packets received: 16
Packets sent: 16
IP addresses:
inet: 127.0.0.1/8 (local)
inet6: ::1/128 (local)
```

```
$ sudo lxc info Small
Name: Small
Status: RUNNING
Type: container
Architecture: x86_64
PID: 19514
Created: 2025/02/10 11:40 MSK
Last Used: 2025/02/10 11:40 MSK

Resources:
Processes: 49
Disk usage:
    root: 9.53MiB
CPU usage:
    CPU usage (in seconds): 34
Memory usage:
    Memory (current): 120.95MiB
    Memory (peak): 190.73MiB
Network usage:
    lo:
        Type: loopback
        State: UP
        MTU: 65536
        Bytes received: 1.71kB
        Bytes sent: 1.71kB
        Packets received: 16
        Packets sent: 16
        IP addresses:
            inet: 127.0.0.1/8 (local)
            inet6: ::1/128 (local)
    eth0:
        Type: broadcast
        State: UP
        Host interface: vethecdefc35
        MAC address: 00:16:3e:f6:ce:ed
        MTU: 1500
        Bytes received: 25.32kB
        Bytes sent: 10.98kB
```

```
Packets received: 80
Packets sent: 71
IP addresses:
inet: 10.165.122.110/24 (global)
inet6: fd42:3b6d:a1f6:5814:216:3eff:fef6:ceed/64 (global)
inet6: fe80::216:3eff:fef6:ceed/64 (link)
```

С контейнером Big произвели предписанные манипуляции: изменили конфигурацию (рис. 7), вызвали утилиту free (рис. 8).

Далее произвели манипуляции с контейнером Medium: запустили утилиту top и изменили конфигурацию. Результат можно видеть на рис. 9 и 10.

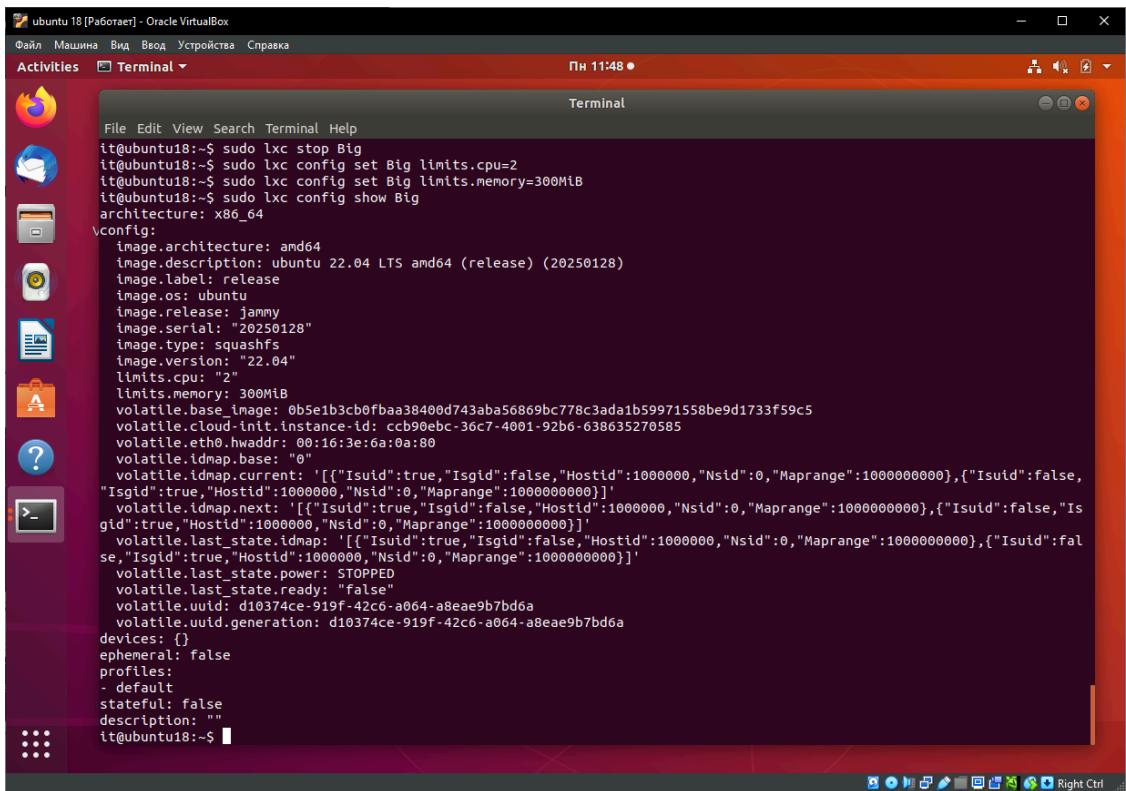


Рисунок 7 – Изменение конфигурации контейнера Big.

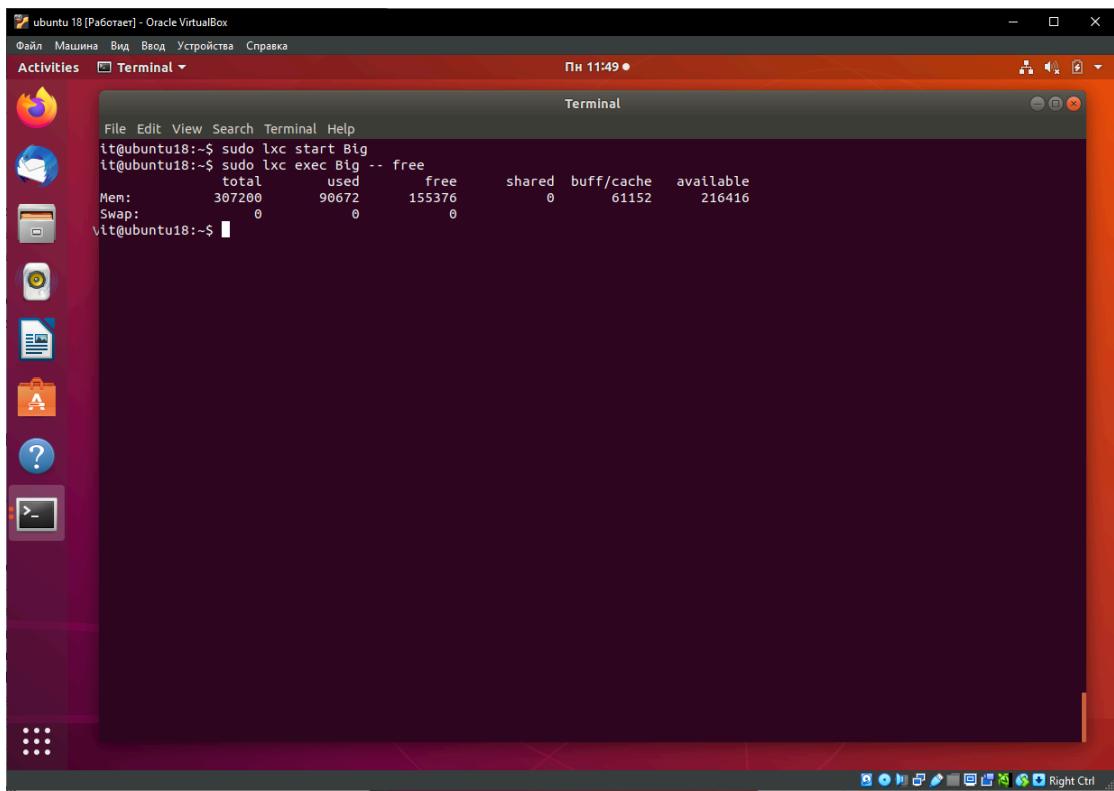


Рисунок 8 – Вызов утилиты `free` в контейнере `Big`.

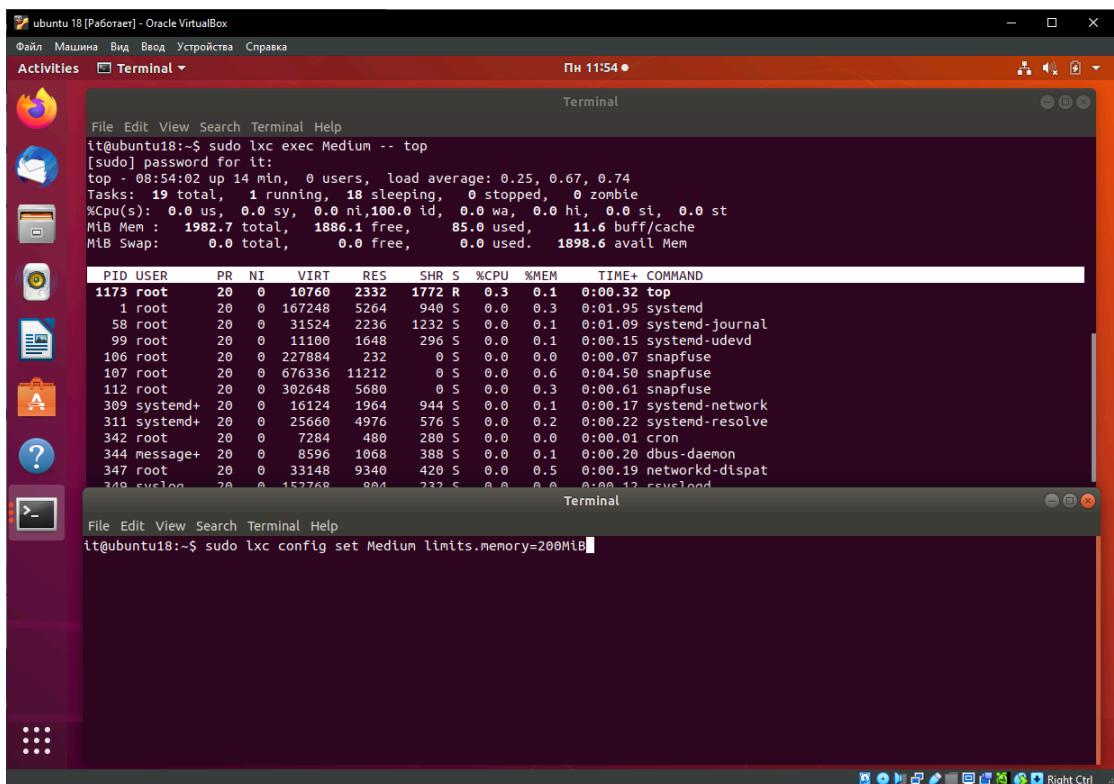


Рисунок 9 – Вывод утилиты `top` в контейнере `Medium` до изменения конфигурации.

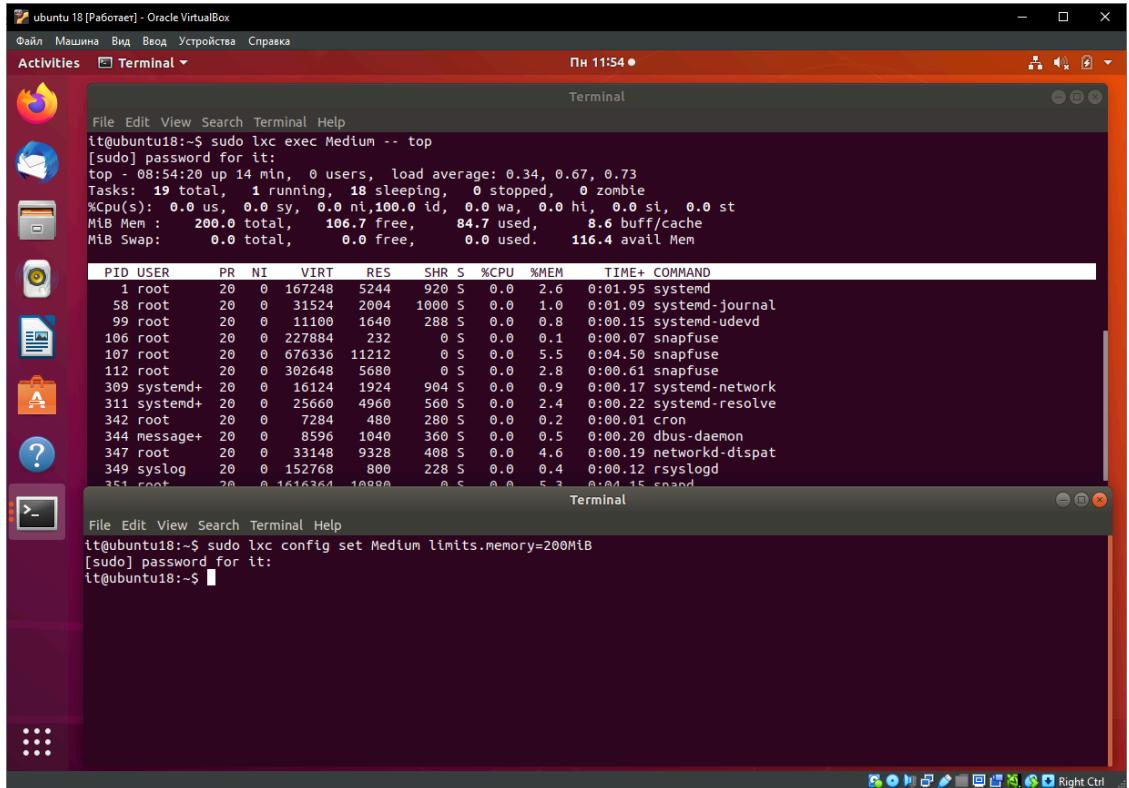


Рисунок 10 – Вывод утилиты `top` в контейнере `Medium` после изменения ограничения на доступную память для него.

В этом опыте занято то, что количество памяти в контейнере изменилось без его остановки и в реальном времени можно было наблюдать изменение соответствующей характеристики в интерфейсе утилиты `top`.

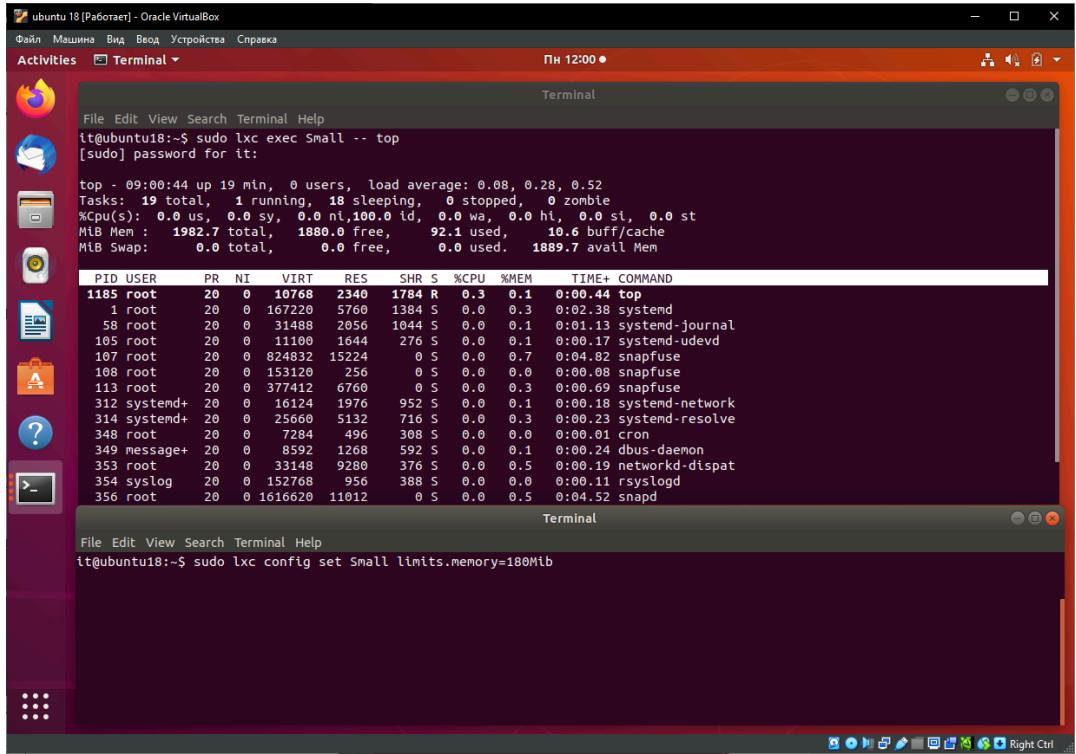


Рисунок 11 – Вывод утилиты `top` в контейнере `Small` до изменения конфигурации.

Далее требовалось выполнить странные действия с указанием ограничения памяти в 180Mib и 800Mib, что наверняка содержит опечатку, т.к. утилита не может принять такие входные значения.

После этого изменили описание контейнера `Small` с помощью редактора `nano`, запущенного утилитой `lxc` и изменили имя контейнера предварительно остановив его.

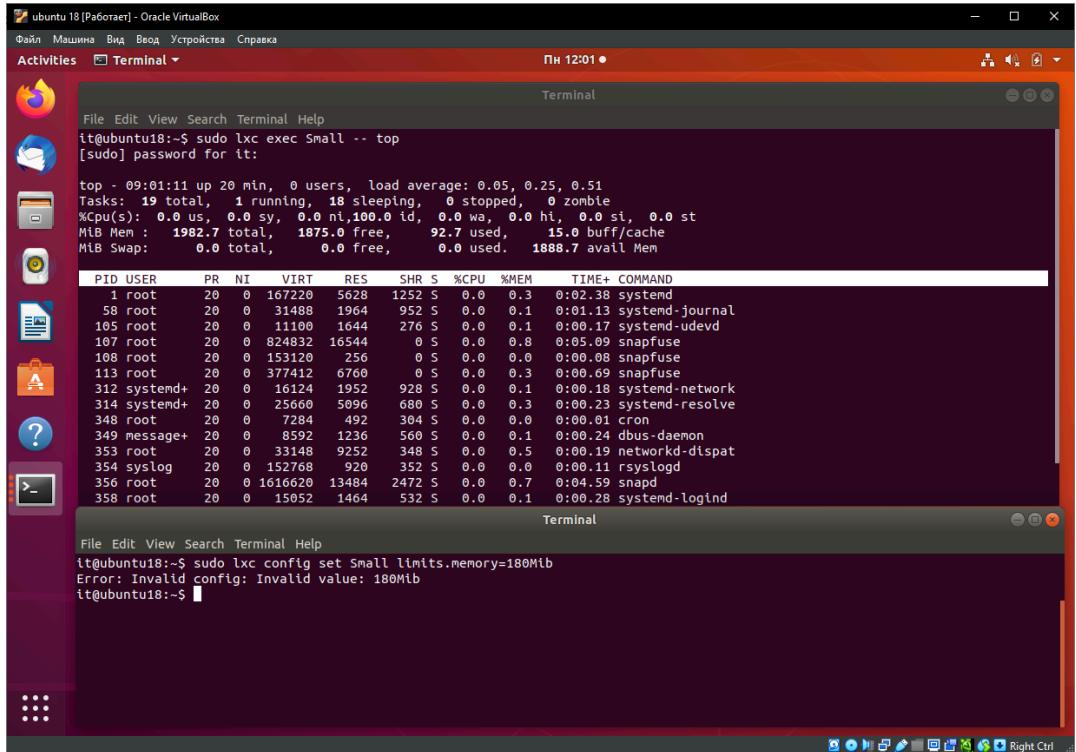


Рисунок 12 – Вывод утилиты `top` в контейнере `Small` после попытки изменения ограничения на доступную память для него; ошибка из-за формата входной строки.

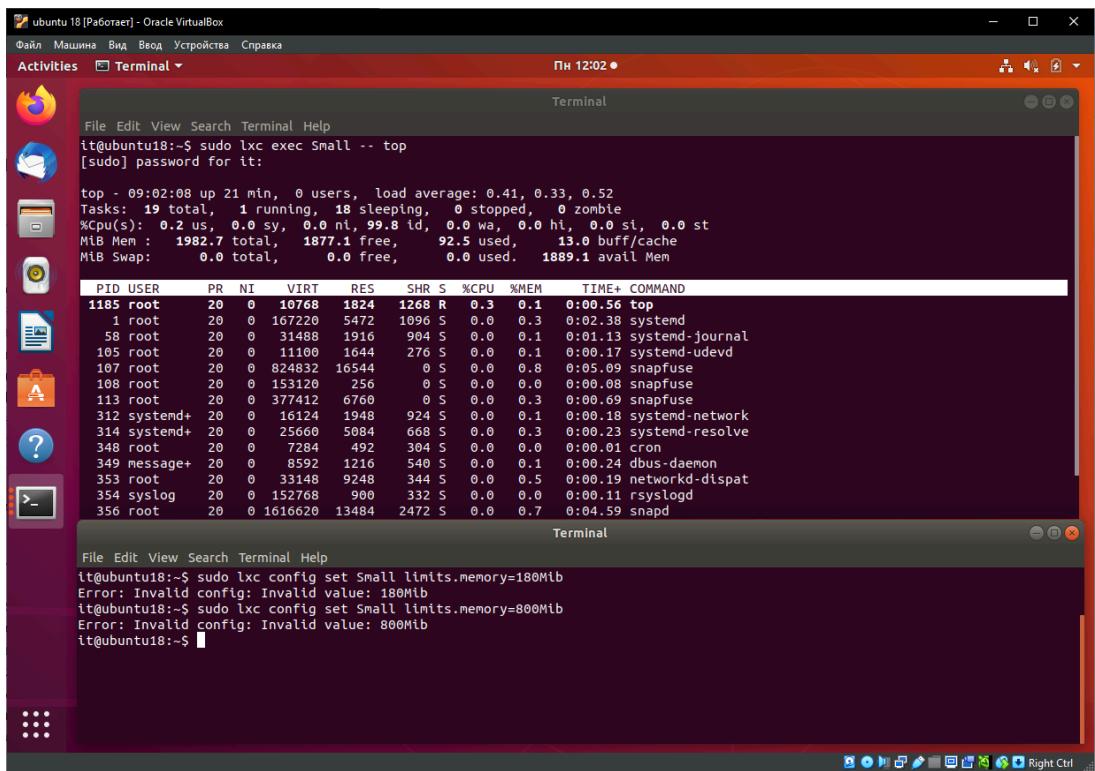


Рисунок 13 – Вывод утилиты `top` в контейнере `Small` после попытки изменения ограничения на доступную память для него; ошибка из-за формата входной строки.

Было принято решение использовать MiB вместо Mib.

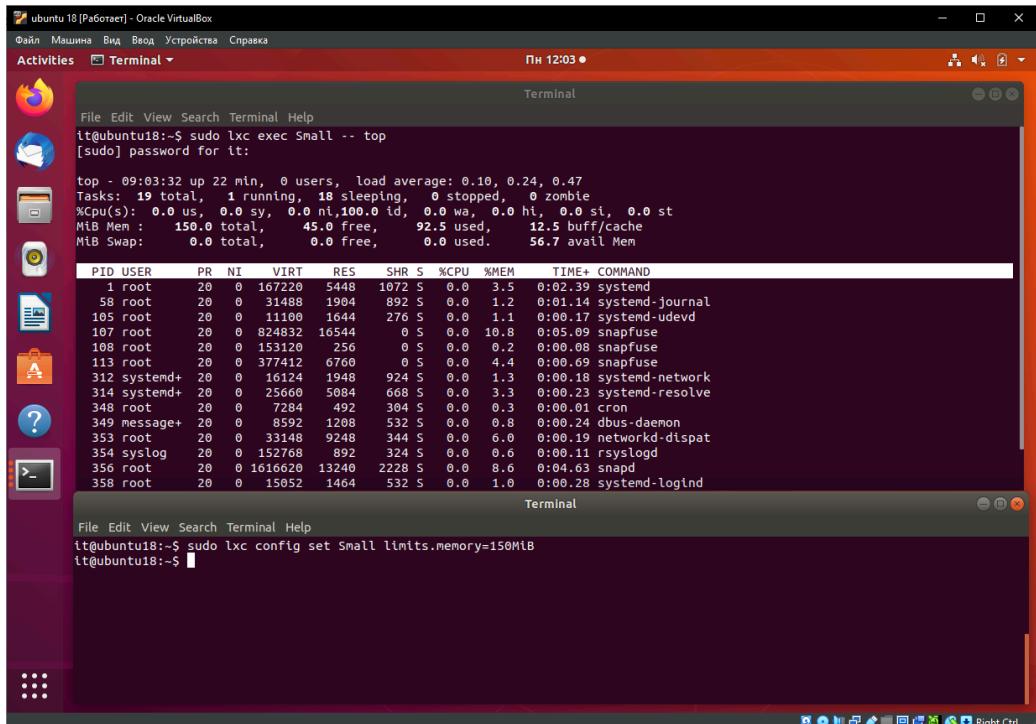


Рисунок 14 – Вывод утилиты `top` в контейнере Small после изменения ограничения на доступную память для него на 180MiB.

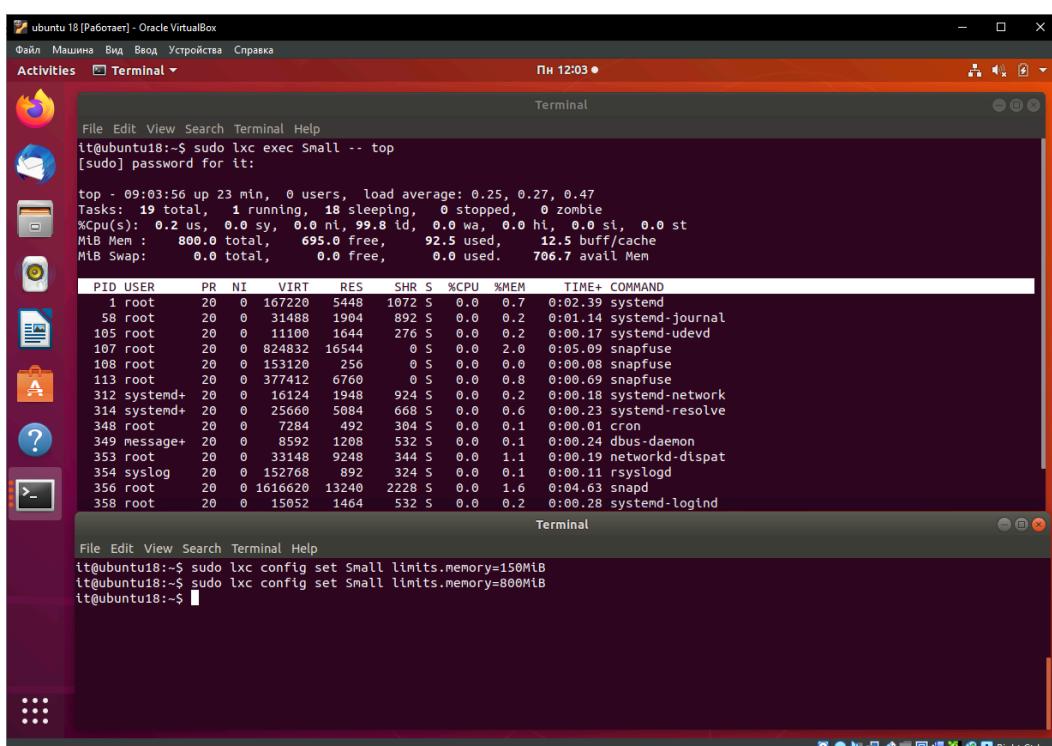


Рисунок 15 – Вывод утилиты `top` в контейнере Small после изменения ограничения на доступную память для него на 800MiB.

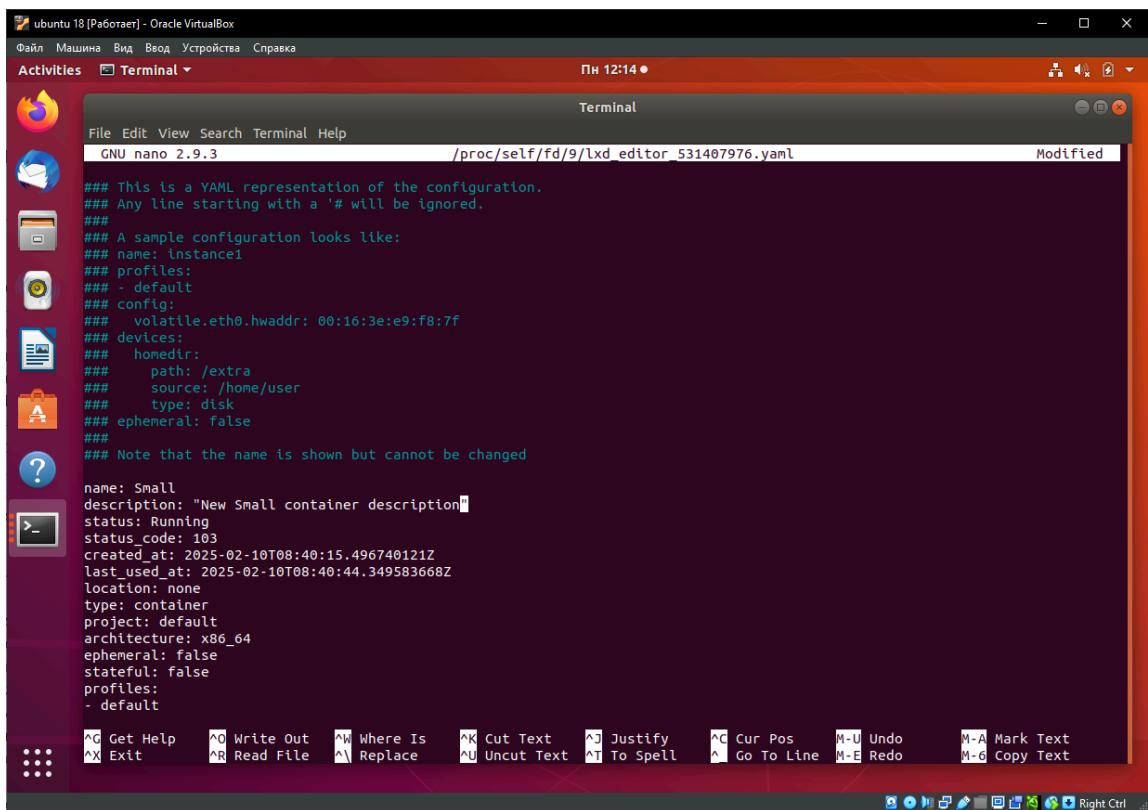


Рисунок 16 – Изменение описания контейнера Smal в его конфигурационном файле.

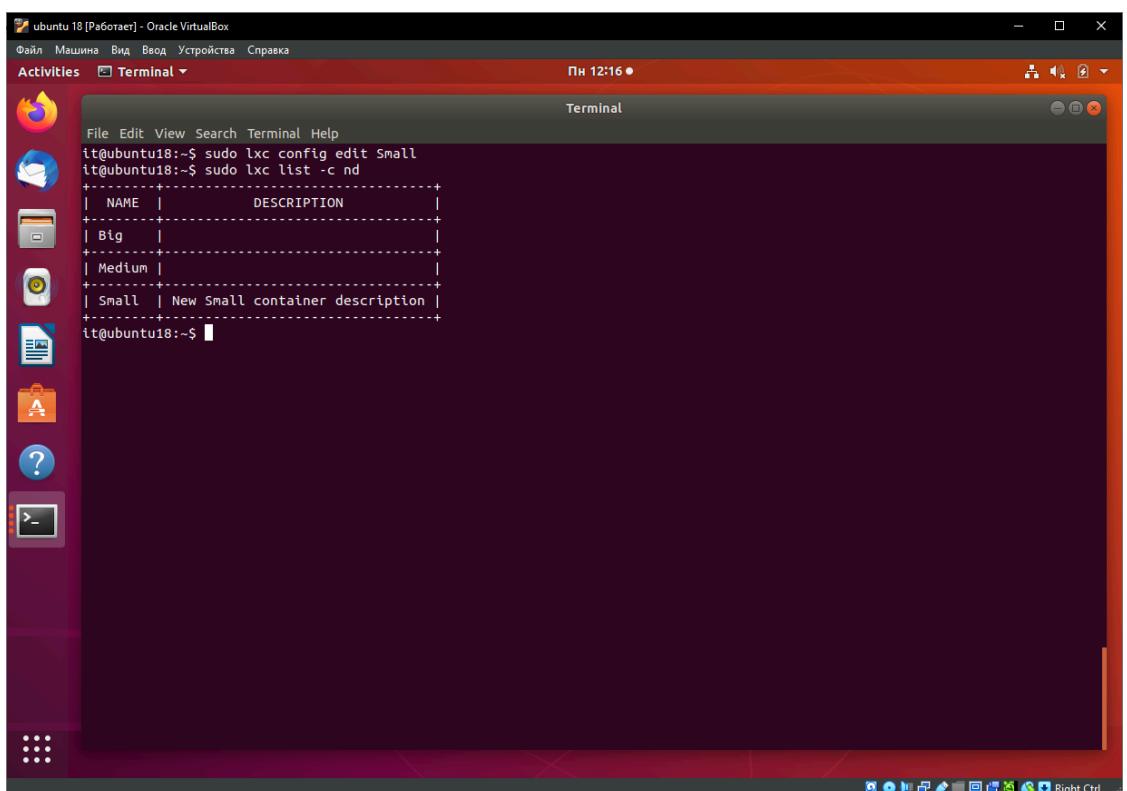


Рисунок 17 – Список контейнеров с их описанием.

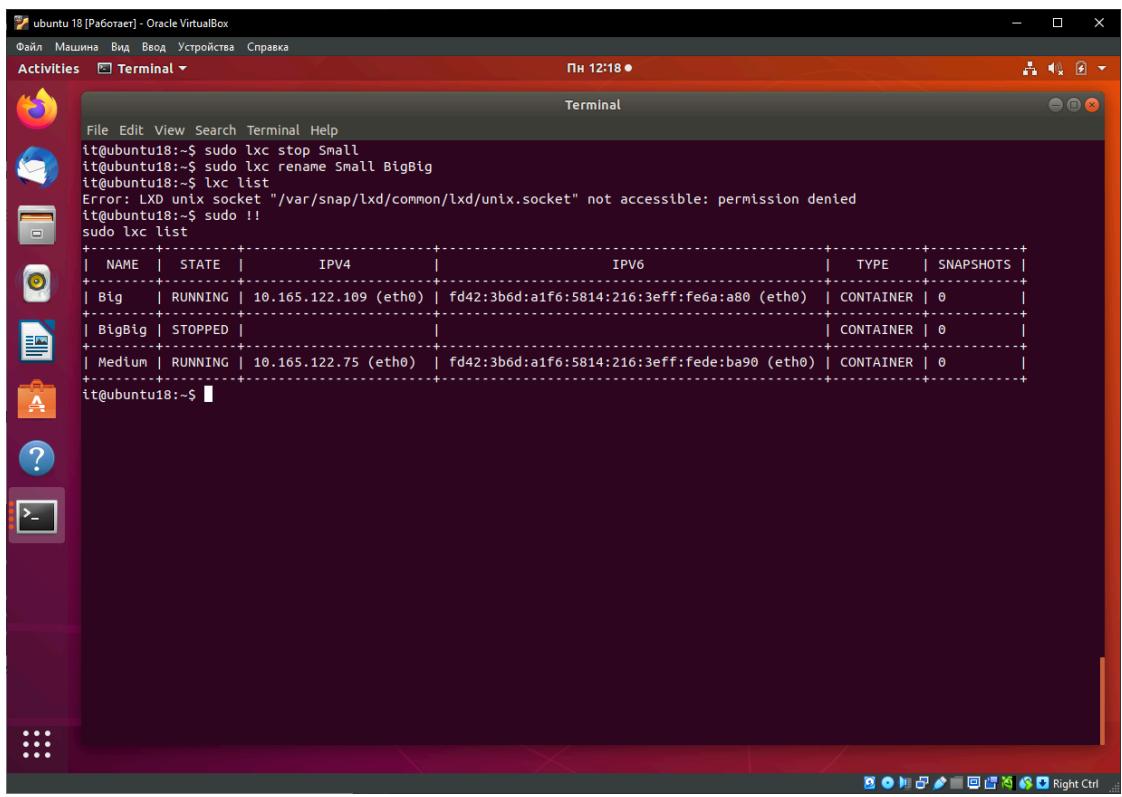


Рисунок 18 – Остановка контейнера Small; изменение названия контейнера на BigBig; вывод списка контейнеров.

## Часть 3. Подключение к виртуальной машине

Аналогично предыдущим этапам проверили состояние lxd и создали требуемые контейнеры.

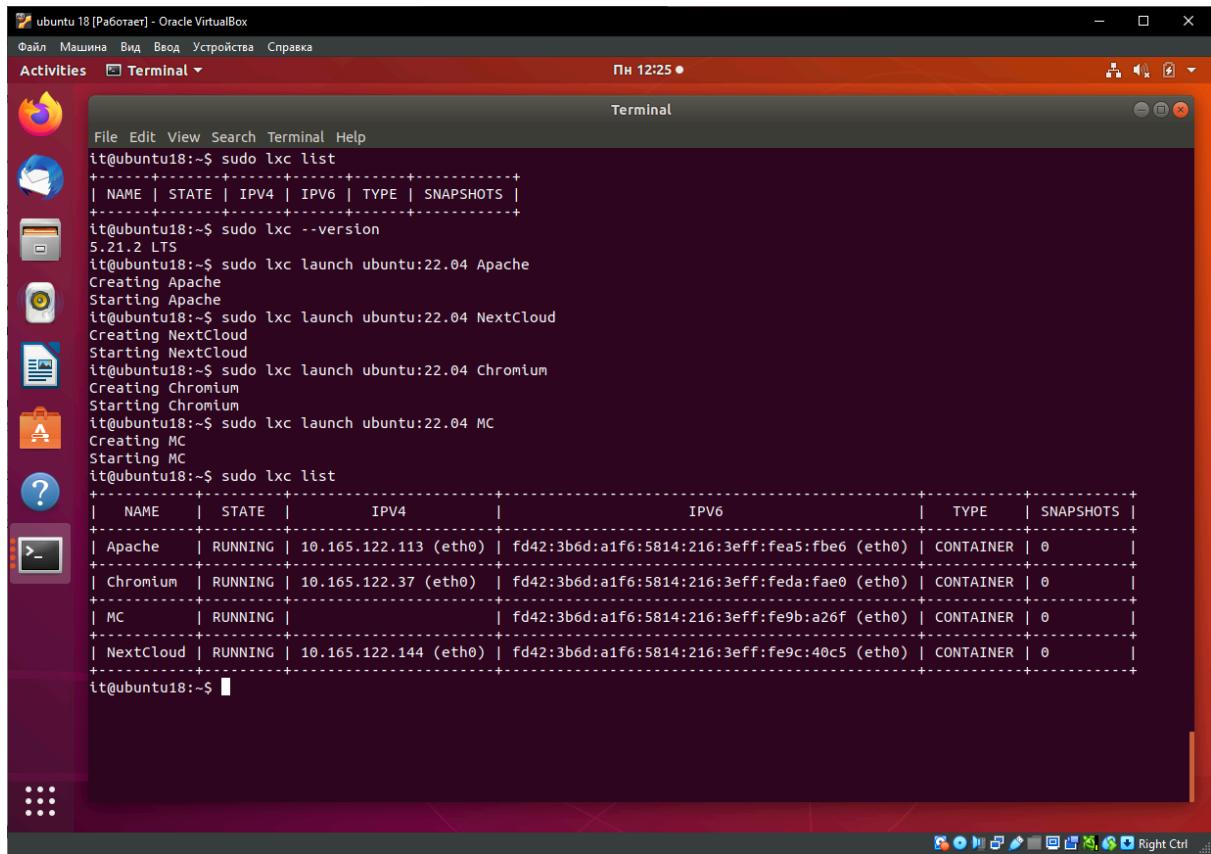


Рисунок 19 – Проверка работы LXD; создание и запуск контейнеров Apache, NextCloud, Chromium, MC; получение списка контейнеров.

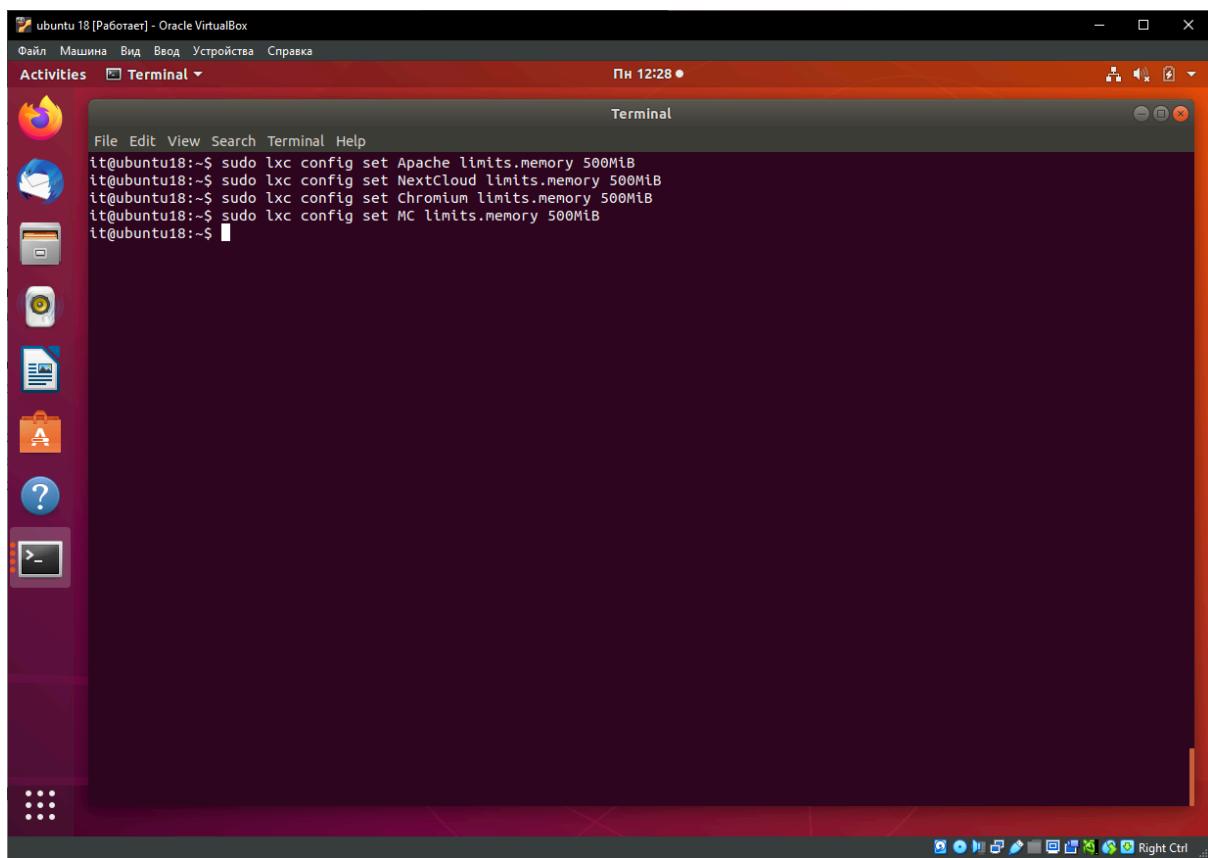


Рисунок 20 – Установка для всех контейнеров ограничения RAM в 500MiB.

Далее приводится листинг команд осуществляющих установку веб-сервера Apache2 в контейнер Apache и создание страницы со своими ФИО.

```
sudo lxc exec Apache -- bash
# в контейнере...
apt update
apt install Apache2
systemctl enable apache2
systemctl start apache2
echo "Turin Ivan and Sosnovtsev Grigory" > /var/www/html/hello.html
```

При попытке открыть FireFox в виртуальной машине все начало жутко тормозить, и пришлось остановить машину и дать ей больше памяти.

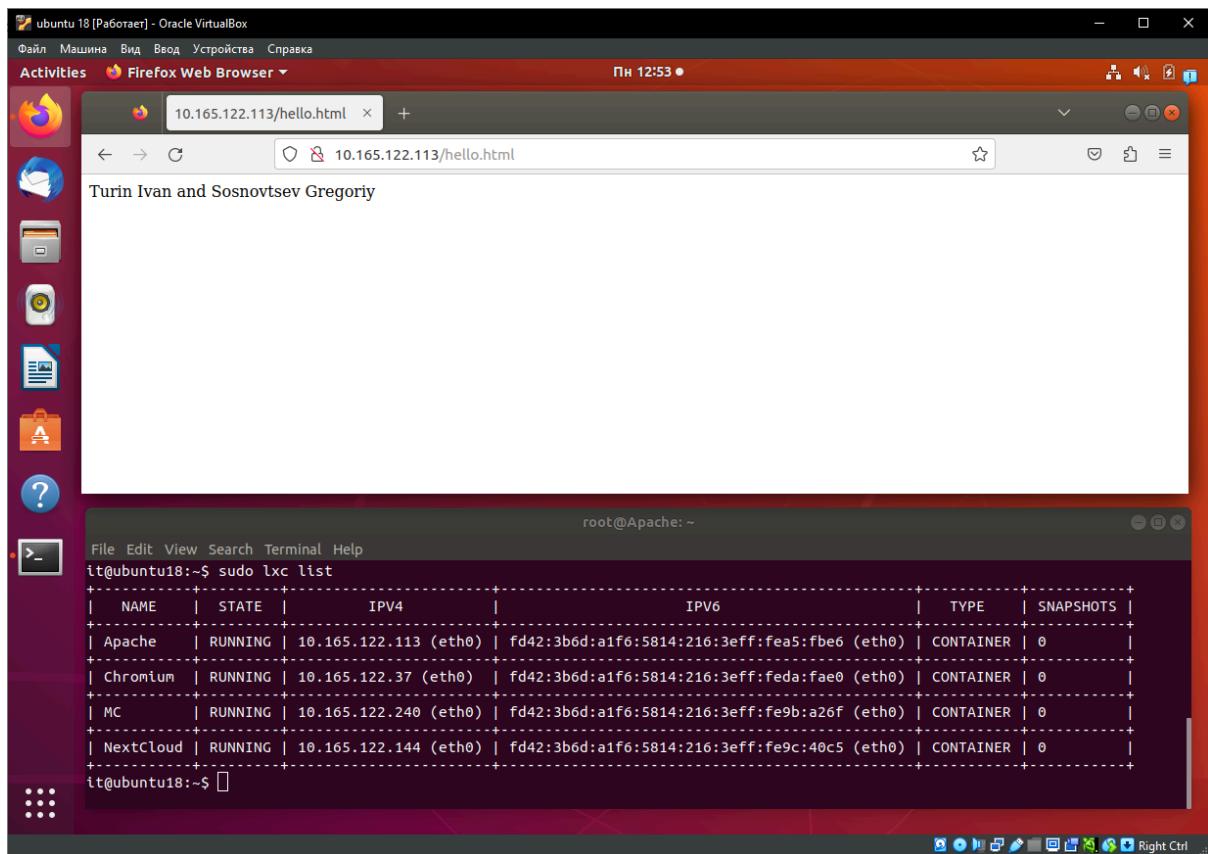


Рисунок 21 – Страница с ФИО в контейнере Apache доступная на хостовой системе.

Далее представлен листинг команд для установки NextCloud в одноименный контейнер.

```
sudo lxc exec NextCloud -- bash

# в контейнере...

wget
https://download.nextcloud.com/server/releases/nextcloud-30.0.5.zip
unzip nextcloud-30.0.5.zip -d /var/www/html
apt update
apt install php libapache2-mod-php php-imagick php-common
php-mysql php-gd php-json php-curl php-zip php-xml
php-mbstring php-bz2 php-intl php-bcmath php-gmp php-dom
unzip -y
systemctl reload apache2
chown -R www-data:www-data /var/www/html/nextcloud/
```

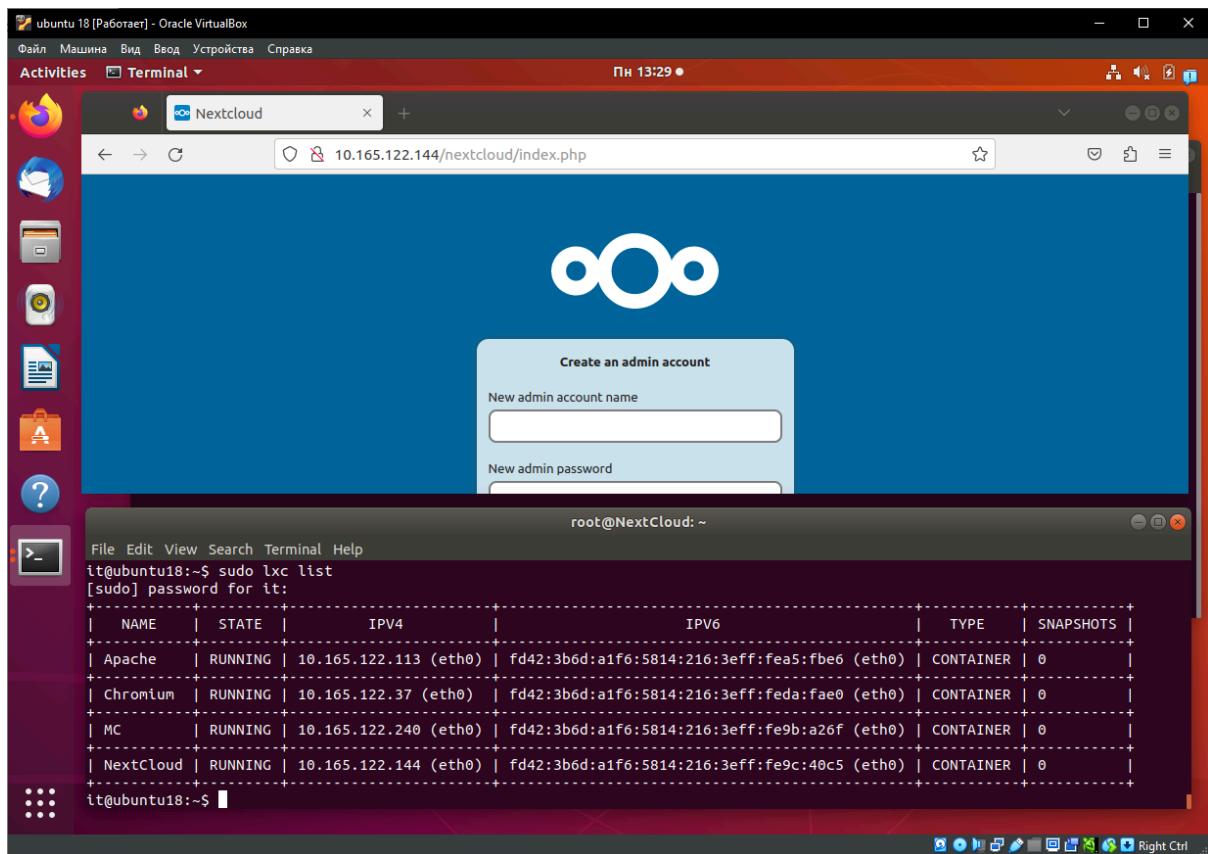


Рисунок 22 – Страница аутентификации и строки браузера.

Далее приводятся листинги команд для установки браузера Chromium в контейнер и настройку подключения к нему с хостовой системы.

В контейнере нужно установить всё необходимое:

```
apt install openssh-server chromium-browser xauth x11-apps xdg-utils
```

На хосте выполнили команды:

```
ssh-keygen
cat ~/.ssh/id_rsa.pub

# Скопировать ключ в `~/.ssh/authorized_keys` в контейнере.

ssh -X root@10.165.122.37

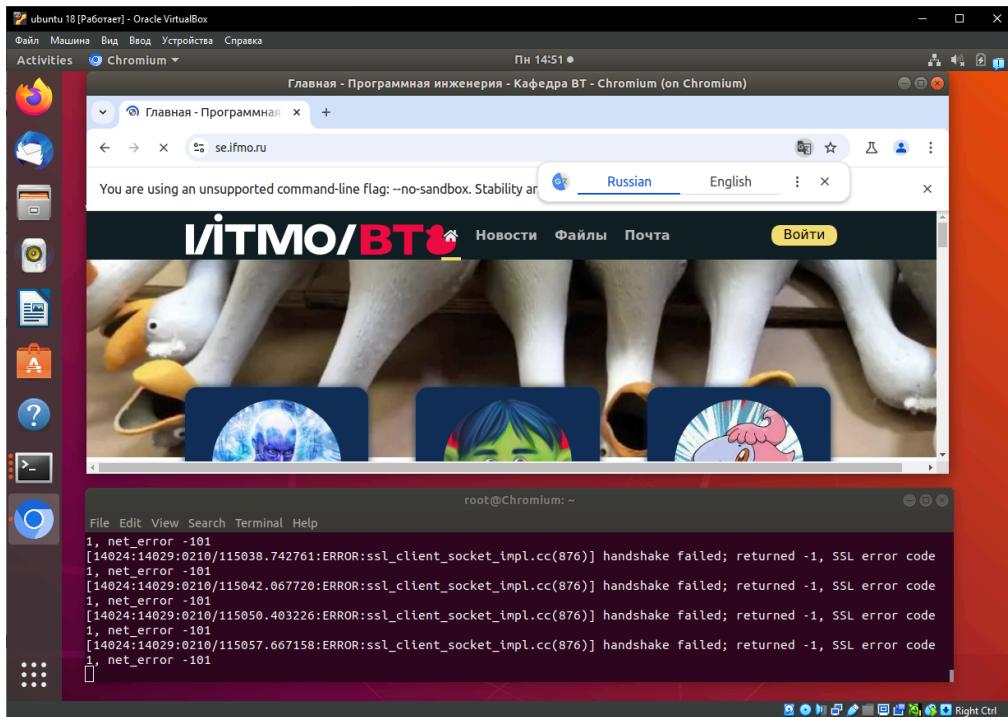
# В контейнере

export XAUTHORITY=$HOME/.Xauthority

chromium-browser --no-sandbox
```

Переменную \$DISPLAY указывать не надо, она по умолчанию правильная.

Опция -X в ssh пробрасывает порт на сокет X11-сервера на хостовой системе.



```
File Edit View Search Terminal Help
1, net_error -101
[14024:14029:0210/115038.742761:ERROR:ssl_client_socket_impl.cc(876)] handshake failed; returned -1, SSL error code
1, net_error -101
[14024:14029:0210/115042.067720:ERROR:ssl_client_socket_impl.cc(876)] handshake failed; returned -1, SSL error code
1, net_error -101
[14024:14029:0210/115050.403226:ERROR:ssl_client_socket_impl.cc(876)] handshake failed; returned -1, SSL error code
1, net_error -101
[14024:14029:0210/115057.667158:ERROR:ssl_client_socket_impl.cc(876)] handshake failed; returned -1, SSL error code
1, net_error -101
```

Рисунок 23 – Окно браузера запущенного в контейнере и доступное на хостовой системе.

Вместо этого можно примонтировать /tmp/.X1-unix/X0 внутрь контейнера (это можно видеть из конфига в Приложении).

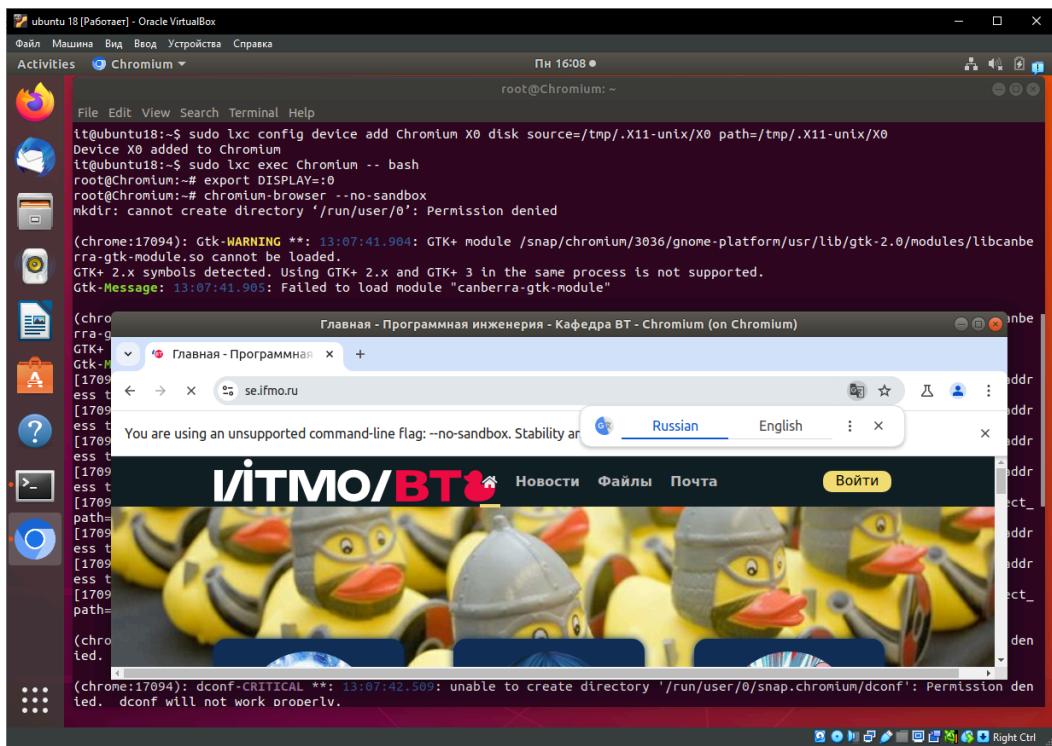


Рисунок 24 – Монтируем директории с сокетом хостового X11-сервера в контейнер, конфигурирование дисплея и запуск браузера; окно браузера запущенного в контейнере доступно на хостовой системе.

Правда, работает оно нестабильно и при попытке изменить размер окна, оно крашится или зависает (логи можно видеть в консели).

Не очень понятно, что значит “Запустить в графическом режиме.”, ведь Midnight Commander имеет только консольный интерфейс с псевдографикой.

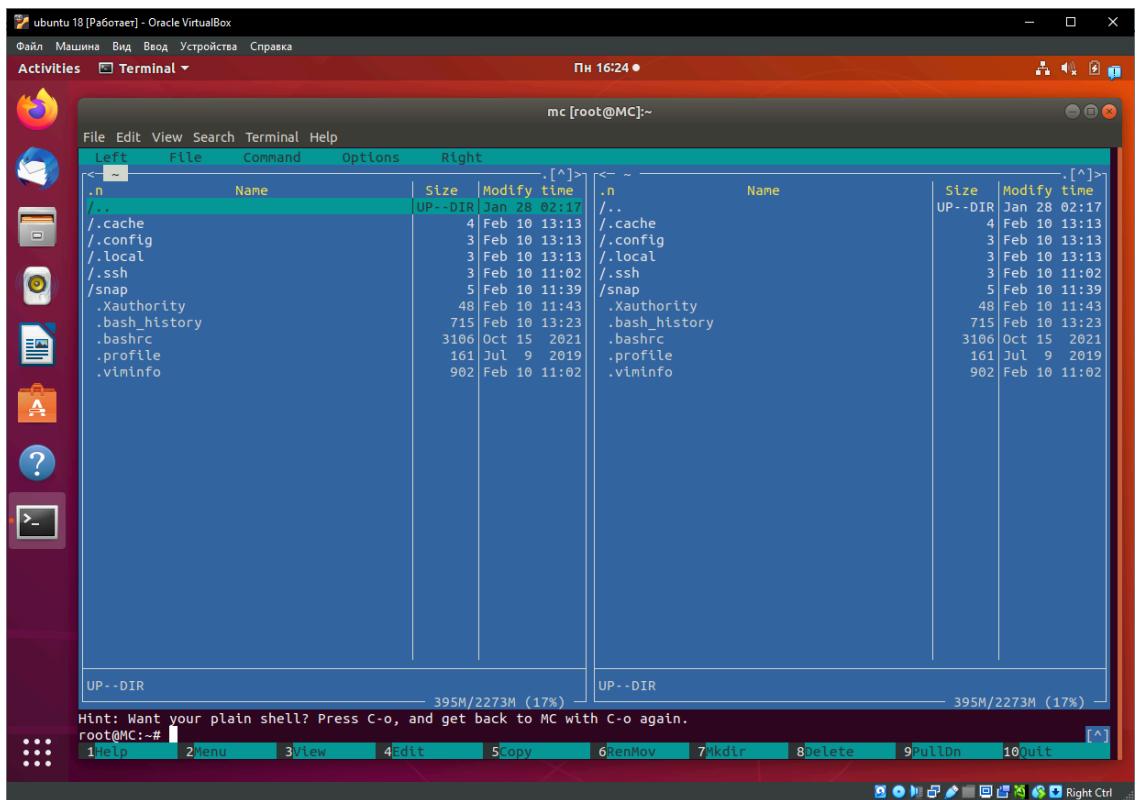


Рисунок 25 – Запуск MidnightCommander в контейнере в «графическом» режиме.

## Заключение

В ходе работы были изучены основы по работе с системой контейнеризации LXD. Использованы ее возможности для управления ресурсами процессов, изоляции процессов и взаимодействия с хостовой системой.