

Администрирование сетевых подсистем

Лабораторная работа №2

Тойчубекова Асель Нурлановна

2025-09-13

Содержание I

1. Информация

2. Выполнение лабораторной работы

Раздел 1

1. Информация

1.1 Докладчик

► Тойчубекова Асель Нурлановна

1.1 Докладчик

- ▶ Тойчубекова Асель Нурлановна
- ▶ Студент 3 курса

1.1 Докладчик

- ▶ Тойчубекова Асель Нурлановна
- ▶ Студент 3 курса
- ▶ факультет физико-математических и естественных наук

1.1 Докладчик

- ▶ Тойчубекова Асель Нурлановна
- ▶ Студент 3 курса
- ▶ факультет физико-математических и естественных наук
- ▶ Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы

1.1 Докладчик

- ▶ Тойчубекова Асель Нурлановна
- ▶ Студент 3 курса
- ▶ факультет физико-математических и естественных наук
- ▶ Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы
- ▶ 1032235033@rudn.ru

1.2 Цель работы

Целью данной лабораторной работы является приобретение практических навыков по установке и конфигурированию DNS-сервера, усвоение принципов работы системы доменных имён.

1.3 Задание

1. Установите на виртуальной машине server DNS-сервер bind и bind-utils.

1.3 Задание

1. Установите на виртуальной машине server DNS-сервер bind и bind-utils.
2. Сконфигурируйте на виртуальной машине server кэширующий DNS-сервер.

1.3 Задание

1. Установите на виртуальной машине server DNS-сервер bind и bind-utils.
2. Сконфигурируйте на виртуальной машине server кэширующий DNS-сервер.
3. Сконфигурируйте на виртуальной машине server первичный DNS-сервер.

1.3 Задание

1. Установите на виртуальной машине server DNS-сервер bind и bind-utils.
2. Сконфигурируйте на виртуальной машине server кэширующий DNS-сервер.
3. Сконфигурируйте на виртуальной машине server первичный DNS-сервер.
4. При помощи утилит dig и host проанализируйте работу DNS-сервера.

1.3 Задание

1. Установите на виртуальной машине server DNS-сервер bind и bind-utils.
2. Сконфигурируйте на виртуальной машине server кэширующий DNS-сервер.
3. Сконфигурируйте на виртуальной машине server первичный DNS-сервер.
4. При помощи утилит dig и host проанализируйте работу DNS-сервера.
5. Напишите скрипт для Vagrant, фиксирующий действия по установке и конфигурированию DNS-сервера во внутреннем окружении виртуальной машины server. Соответствующим образом внесите изменения в Vagrantfile.

1.4 Теоретическое введение

Система доменных имён (Domain Name System, DNS) — распределённая система (распределённая база данных), ставящая в соответствие доменному имени хоста (компьютера или другого сетевого устройства) IP-адрес, и наоборот.

Компоненты:

- ▶ DNS-сервер – программа для обслуживания DNS-запросов (чаще BIND).

1.4 Теоретическое введение

Система доменных имён (Domain Name System, DNS) — распределённая система (распределённая база данных), ставящая в соответствие доменному имени хоста (компьютера или другого сетевого устройства) IP-адрес, и наоборот.

Компоненты:

- ▶ DNS-сервер – программа для обслуживания DNS-запросов (чаще BIND).
- ▶ DNS-клиент – библиотека или программа для работы с DNS.

1.4 Теоретическое введение

Система доменных имён (Domain Name System, DNS) — распределённая система (распределённая база данных), ставящая в соответствие доменному имени хоста (компьютера или другого сетевого устройства) IP-адрес, и наоборот.

Компоненты:

- ▶ DNS-сервер – программа для обслуживания DNS-запросов (чаще BIND).
- ▶ DNS-клиент – библиотека или программа для работы с DNS.
- ▶ Зона – логический узел в дереве доменов.

1.4 Теоретическое введение

Система доменных имён (Domain Name System, DNS) — распределённая система (распределённая база данных), ставящая в соответствие доменному имени хоста (компьютера или другого сетевого устройства) IP-адрес, и наоборот.

Компоненты:

- ▶ DNS-сервер – программа для обслуживания DNS-запросов (чаще BIND).
- ▶ DNS-клиент – библиотека или программа для работы с DNS.
- ▶ Зона – логический узел в дереве доменов.
- ▶ Домен – название зоны.

1.4 Теоретическое введение

Система доменных имён (Domain Name System, DNS) — распределённая система (распределённая база данных), ставящая в соответствие доменному имени хоста (компьютера или другого сетевого устройства) IP-адрес, и наоборот.

Компоненты:

- ▶ DNS-сервер – программа для обслуживания DNS-запросов (чаще BIND).
- ▶ DNS-клиент – библиотека или программа для работы с DNS.
- ▶ Зона – логический узел в дереве доменов.
- ▶ Домен – название зоны.
- ▶ Поддомен – подчинённая зона.

1.5 Теоретическое введение

Типы DNS-серверов:

- ▶ Primary master – основной сервер зоны, читает данные из файла.

1.5 Теоретическое введение

Типы DNS-серверов:

- ▶ Primary master – основной сервер зоны, читает данные из файла.
- ▶ Secondary master – получает данные зоны от primary.

1.5 Теоретическое введение

Типы DNS-серверов:

- ▶ Primary master – основной сервер зоны, читает данные из файла.
- ▶ Secondary master – получает данные зоны от primary.
- ▶ Кэширующий – обрабатывает рекурсивные запросы клиентов.

1.6 Теоретическое введение

Файлы зоны и директивы:

- ▶ \$ORIGIN – задаёт текущий домен.

1.6 Теоретическое введение

Файлы зоны и директивы:

- ▶ `$ORIGIN` – задаёт текущий домен.
- ▶ `$INCLUDE` – включает другой файл в описание зоны.

1.7 Теоретическое введение

Записи ресурсов (RR):

- ▶ SOA – авторитетная запись зоны, содержит origin, contact, serial, refresh, retry, expire, minimum.

1.7 Теоретическое введение

Записи ресурсов (RR):

- ▶ SOA – авторитетная запись зоны, содержит origin, contact, serial, refresh, retry, expire, minimum.
- ▶ NS – DNS-серверы зоны.

1.7 Теоретическое введение

Записи ресурсов (RR):

- ▶ SOA – авторитетная запись зоны, содержит origin, contact, serial, refresh, retry, expire, minimum.
- ▶ NS – DNS-серверы зоны.
- ▶ A – имя хоста → IP-адрес.

1.7 Теоретическое введение

Записи ресурсов (RR):

- ▶ SOA – авторитетная запись зоны, содержит origin, contact, serial, refresh, retry, expire, minimum.
- ▶ NS – DNS-серверы зоны.
- ▶ A – имя хоста → IP-адрес.
- ▶ PTR – IP-адрес → имя хоста.

1.7 Теоретическое введение

Записи ресурсов (RR):

- ▶ SOA – авторитетная запись зоны, содержит origin, contact, serial, refresh, retry, expire, minimum.
- ▶ NS – DNS-серверы зоны.
- ▶ A – имя хоста → IP-адрес.
- ▶ PTR – IP-адрес → имя хоста.
- ▶ CNAME – каноническое имя для псевдонимов.

1.7 Теоретическое введение

Записи ресурсов (RR):

- ▶ SOA – авторитетная запись зоны, содержит origin, contact, serial, refresh, retry, expire, minimum.
- ▶ NS – DNS-серверы зоны.
- ▶ A – имя хоста → IP-адрес.
- ▶ PTR – IP-адрес → имя хоста.
- ▶ CNAME – каноническое имя для псевдонимов.
- ▶ MX – почтовые серверы с приоритетом.

1.8 Теоретическое введение

Примеры форматов:

- ▶ SOA: [zone] [ttl] IN SOA origin contact (serial refresh retry expire minimum)

1.8 Теоретическое введение

Примеры форматов:

- ▶ SOA: [zone] [ttl] IN SOA origin contact (serial refresh retry expire minimum)
- ▶ NS: [domain] [ttl] IN NS [server]

1.8 Теоретическое введение

Примеры форматов:

- ▶ SOA: [zone] [ttl] IN SOA origin contact (serial refresh retry expire minimum)
- ▶ NS: [domain] [ttl] IN NS [server]
- ▶ A: [host] [ttl] IN A [address]

1.8 Теоретическое введение

Примеры форматов:

- ▶ SOA: [zone] [ttl] IN SOA origin contact (serial refresh retry expire minimum)
- ▶ NS: [domain] [ttl] IN NS [server]
- ▶ A: [host] [ttl] IN A [address]
- ▶ PTR: [name] [ttl] IN PTR [host]

1.8 Теоретическое введение

Примеры форматов:

- ▶ SOA: [zone] [ttl] IN SOA origin contact (serial refresh retry expire minimum)
- ▶ NS: [domain] [ttl] IN NS [server]
- ▶ A: [host] [ttl] IN A [address]
- ▶ PTR: [name] [ttl] IN PTR [host]
- ▶ MX: [name] [ttl] IN MX [preference] [host]

1.8 Теоретическое введение

Примеры форматов:

- ▶ SOA: [zone] [ttl] IN SOA origin contact (serial refresh retry expire minimum)
- ▶ NS: [domain] [ttl] IN NS [server]
- ▶ A: [host] [ttl] IN A [address]
- ▶ PTR: [name] [ttl] IN PTR [host]
- ▶ MX: [name] [ttl] IN MX [preference] [host]
- ▶ CNAME: [nickname] [ttl] IN CNAME [host]

1.9 Теоретическое введение

Утилита `dig` (`domain information groper`) предоставляет пользователю интерфейс командной строки для обращения к системе DNS, позволяет формировать запросы о доменах DNS-серверам. Утилита `dig` входит в стандартный комплект DNS сервера BIND.

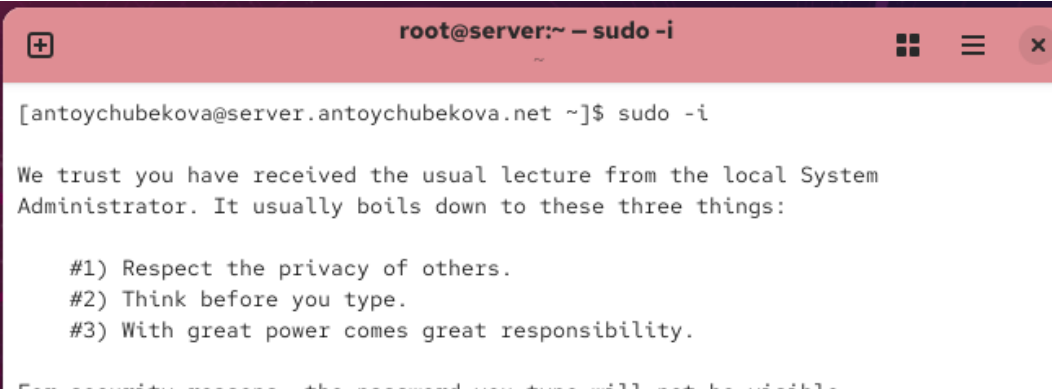
Утилита `host` предназначена для выполнения запросов к DNS-серверам.

Раздел 2

2. Выполнение лабораторной работы

2.1 Выполнение лабораторной работы

Для начала выполнения второй лабораторной работы запустить виртуальную машину server. На виртуальной машине server вхожу под созданным предыдущей работе пользователем, antoychubekova и открываю терминал и перехожу в режим суперпользователя



```
root@server:~ – sudo -i

[antoychubekova@server.antoychubekova.net ~]$ sudo -i

We trust you have received the usual lecture from the local System
Administrator. It usually boils down to these three things:

#1) Respect the privacy of others.
#2) Think before you type.
#3) With great power comes great responsibility.

For security reasons, the password you type will not be visible.
```

2.2 Выполнение лабораторной работы

В качестве упражнения с помощью утилиты `dig` делаю запрос, к DNS-адресу `www.yandex.ru`.

В первой строке указывается версия утилиты `DiG 9.18.33` и сам домен, к которому выполняется запрос. Далее сообщается, что ответ получен, в заголовке видно, что это был обычный запрос (`QUERY`) со статусом `NOERROR` (ошибок нет), и указан идентификатор запроса. Флаги показывают, что это ответ (`qr`), была запрошена рекурсия (`rd`), и сервер её поддерживает (`ra`). Также указано, что в ответе одна секция запроса, три записи-ответа и одна дополнительная.

В блоке `OPT PSEUDOSECTION` видно, что используется расширение `EDNS(0)` версии 0, без дополнительных флагов, а максимальный размер `UDP`-пакета — 1232 байта. В секции `QUESTION` повторяется сам запрос: домен `www.yandex.ru` и тип записи `A` (`IPv4`-адрес).

2.3 Выполнение лабораторной работы

В ANSWER SECTION приходят три результата: `www.yandex.ru` сопоставлен с IP-адресами `77.88.55.88`, `77.88.44.55` и `5.255.255.77`, каждая запись имеет TTL 600 секунд (10 минут), то есть столько времени она может храниться в кэше.

В дополнительной информации указывается, что запрос занял 329 мс, ответ пришёл от DNS-сервера `213.186.33.99` (порт 53, UDP). Также зафиксировано точное время выполнения запроса — 11 сентября 2025 года, 11:10:30 (UTC). Размер полученного сообщения составил 90 байт.

2.4 Выполнение лабораторной работы

```
[root@server.antoychubekova.net ~]# dig www.yandex.ru

; <<>> DiG 9.18.33 <<>> www.yandex.ru
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 48216
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 3, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
;; QUESTION SECTION:
;www.yandex.ru.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.yandex.ru.                600     IN      A      77.88.55.88
www.yandex.ru.                600     IN      A      77.88.44.55
www.yandex.ru.                600     IN      A      5.255.255.77

;; Query time: 329 msec
;; SERVER: 213.186.33.99#53(213.186.33.99) (UDP)
;; WHEN: Thu Sep 11 11:10:30 UTC 2025
;; MSG SIZE  rcvd: 90
```

2.5 Выполнение лабораторной работы

Открываю файл `/etc/resolv.conf`.

Файл `/etc/resolv.conf` задаёт настройки DNS для системы: в нём указываются адреса DNS-серверов (`nameserver`), к которым компьютер обращается для преобразования доменных имён в IP-адреса (по порядку, пока один не ответит), и домен поиска (`search antoychubekova.net`), который автоматически добавляется к коротким именам хостов.

2.6 Выполнение лабораторной работы

A screenshot of a terminal window showing the contents of the /etc/resolv.conf file. The terminal has a dark background with a light-colored border. The text is as follows:

```
GNU nano 8.1 resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search antoychubekova.net
nameserver 213.186.33.99
nameserver 91.239.100.100
nameserver 192.168.150.36
```

Рисунок 3: Файл /etc/resolv.conf

2.7 Выполнение лабораторной работы

Открываю файл `named.conf`.

Этот файл `named.conf` — конфигурация DNS-сервера BIND. В нём указано, что сервер слушает запросы только на локальных адресах `127.0.0.1` (IPv4) и `::1` (IPv6), то есть работает как локальный кэширующий резолвер. Заданы служебные файлы: директория для работы `/var/named`, файлы для дампов кэша, статистики, памяти и ключей, а также файл для рекурсивных запросов. В настройке `allow-query { localhost; }` указано, что отвечать на DNS-запросы сервер будет только самому себе (локальной машине). Включена опция `recursion yes`, что делает сервер рекурсивным кэширующим DNS, пригодным для локального разрешения имён, и включена проверка DNSSEC (`dnssec-validation yes`) для дополнительной безопасности.

2.8 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1                                named.conf
//
// named.conf
//
// Provided by Red Hat bind package to configure the ISC BIND named(8) DNS
// server as a caching only nameserver (as a localhost DNS resolver only).
//
// See /usr/share/doc/bind*/sample/ for example named configuration files.
//

options {
    listen-on port 53 { 127.0.0.1; };
    listen-on-v6 port 53 { ::1; };
    directory "/var/named";
    dump-file "/var/named/data/cache_dump.db";
    statistics-file "/var/named/data/named_stats.txt";
    memstatistics-file "/var/named/data/named_mem_stats.txt";
    secroots-file "/var/named/data/named.secrets";
    recursing-file "/var/named/data/named.recursing";
    allow-query { localhost; };

/*
- If you are building an AUTHORITATIVE DNS server, do NOT enable recursion.
- If you are building a RECURSIVE (caching) DNS server, you need to enable
  recursion.
- If your recursive DNS server has a public IP address, you MUST enable access
  control to limit queries to your legitimate users. Failing to do so will
  cause your server to become part of large scale DNS amplification
  attacks. Implementing BCP38 within your network would greatly
  reduce such attack surface
*/
```

2.9 Выполнение лабораторной работы

Открываю файл `named.ca`.

Этот файл `named.ca` содержит список корневых DNS-серверов Интернета (root servers), необходимых для инициализации работы DNS-сервера BIND: он задаёт, какие серверы считаются корневыми и по каким IP-адресам (IPv4 и IPv6) их можно достичь. Благодаря этому DNS-сервер знает, с чего начинать поиск доменов в глобальной сети.

2.10 Выполнение лабораторной работы

```

GNU nano 8.1                                named.ca
;      This file holds the information on root name servers needed to
;      initialize cache of Internet domain name servers
;      (e.g. reference this file in the "cache . <file>"
;      configuration file of BIND domain name servers).
;
;      This file is made available by InterNIC
;      under anonymous FTP as
;          file           /domain/named.cache
;          on server      FTP.INTERNIC.NET
;      -OR-              RS.INTERNIC.NET
;
;      last update:      December 20, 2023
;      related version of root zone:  2023122001
;
;  FORMERLY NS.INTERNIC.NET
;
;
A.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      NS      A.ROOT-SERVERS.NET.
A.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      A       198.41.0.4
A.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      AAAA    2001:503:ba3e::2:30
;
;  FORMERLY NS1.ISI.EDU
;
;
B.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      NS      B.ROOT-SERVERS.NET.
B.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      A       170.247.170.2
B.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      AAAA    2801:1b8:10::b
;
;  FORMERLY C.PSI.NET
;
;
C.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      NS      C.ROOT-SERVERS.NET.
C.ROOT-SERVERS.NET.      3600000      A       192.33.4.12

```


2.11 Выполнение лабораторной работы

Открываю файл `named.localhost`.

Этот файл `named.localhost` описывает зону DNS для домена `localhost`. В нём задаётся основная запись SOA (Start of Authority) с параметрами обновления зоны и фиктивным адресом администратора (`rname.invalid.`), а также указываются записи: NS (сервер имён — сам `localhost`), A (IPv4-адрес `127.0.0.1`) и AAAA (IPv6-адрес `::1`). Таким образом, он нужен для того, чтобы DNS-сервер BIND правильно обрабатывал запросы к имени `localhost` и всегда резолвил его в локальный адрес.

2.12 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1                                named.localhost
$TTL 1D
@      IN SOA  @ rname.invalid. (
                                0      ; serial
                                1D     ; refresh
                                1H     ; retry
                                1W     ; expire
                                3H )   ; minimum

NS     @
A      127.0.0.1
AAAA   ::1
```

Рисунок 6: Файл named.localhost

2.13 Выполнение лабораторной работы

Открываю файл `named.loopback`.

Этот файл `named.loopback` описывает обратную (reverse) DNS-зону для интерфейса `loopback`. В нём задаётся запись SOA (Start of Authority) с параметрами зоны, указывается, что сервер имён (NS) — это сам `localhost`, и определяются адреса: A (127.0.0.1 для IPv4) и AAAA (::1 для IPv6). Дополнительно здесь есть запись PTR, которая обеспечивает обратное преобразование IP-адреса 127.0.0.1 в имя `localhost`. То есть этот файл нужен, чтобы при обратных DNS-запросах (по IP) адрес `loopback` корректно резолвился в `localhost`.

2.14 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1                                named.loopback
$TTL 1D
@          IN SOA  @ rname.invalid. (
                                0          ; serial
                                1D         ; refresh
                                1H         ; retry
                                1W         ; expire
                                3H )       ; minimum

NS         @
A          127.0.0.1
AAAA       ::1
PTR        localhost.
```

2.15 Выполнение лабораторной работы

Запускаю DNS-сервер. Включаю запуск днс-сервера в автозапуск при загрузке системы.

```
[root@server.antoychubekova.net named]# systemctl start named  
[root@server.antoychubekova.net named]# systemctl enable named  
Created symlink '/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/named.service' → '/usr/lib/systemd/system/named.service'.  
[root@server.antoychubekova.net named]# █
```

Рисунок 8: Запуск DNS-сервера

2.16 Выполнение лабораторной работы

Ввожу в команду `dig @127.0.0.1 www.yandex.ru`. `dig www.yandex.ru` показывает работу с внешним DNS (сразу из `resolv.conf`), а `dig @127.0.0.1 www.yandex.ru` — проверку твоего локального BIND как резолвера. В твоём случае оба возвращают одинаковые IP-адреса Яндекса, но второй запрос идёт через твой сервер, а не напрямую к провайдерскому DNS.

2.17 Выполнение лабораторной работы

```
[root@server.antoychubekova.net named]# dig @127.0.0.1 www.yandex.ru
;; communications error to 127.0.0.1#53: timed out

; <<>> DiG 9.18.33 <<>> @127.0.0.1 www.yandex.ru
; (1 server found)
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 12025
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 3, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
; COOKIE: ead5cdf1d7fe44f90100000068c2b2bbf3d09cecb03c8e2c (good)
;; QUESTION SECTION:
;www.yandex.ru.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.yandex.ru.                600     IN      A      5.255.255.77
www.yandex.ru.                600     IN      A      77.88.44.55
www.yandex.ru.                600     IN      A      77.88.55.88

;; Query time: 3928 msec
;; SERVER: 127.0.0.1#53(127.0.0.1) (UDP)
;; WHEN: Thu Sep 11 11:30:03 UTC 2025
;; MSG SIZE rcvd: 118
```

2.18 Выполнение лабораторной работы

Делаю DNS-сервер сервером по умолчанию для хоста `server` и внутренней виртуальной сети. Для этого изменяю настройки сетевого соединения `eth0` в `NetworkManager`, переключив его на работу с внутренней сетью и указав для него в качестве DNS-сервера по умолчанию адрес `127.0.0.1`.

2.19 Выполнение лабораторной работы

```
[root@server.antoychubekova.net named]# nmcli connection edit eth0

==| nmcli interactive connection editor |==

Editing existing '802-3-ethernet' connection: 'eth0'

Type 'help' or '?' for available commands.
Type 'print' to show all the connection properties.
Type 'describe [<setting>.<prop>]' for detailed property description.

You may edit the following settings: connection, 802-3-ethernet (ethernet), 802-1x, dcb, sriov, ethtool, match, ipv4,
  ipv6, hostname, link, tc, proxy
nmcli> remove ipv4.dns
nmcli> set ipv4.ignore-auto-dns yes
nmcli> set ipv4.dns 127.0.0.1
nmcli> save
Connection 'eth0' (621f064b-e62f-4ddf-bfe7-fb21098ed01c) successfully updated.
nmcli> quit
[root@server.antoychubekova.net named]#
```

Рисунок 10: DNS-сервер сервером по умолчанию для хоста server и внутренней виртуальной сети

2.20 Выполнение лабораторной работы

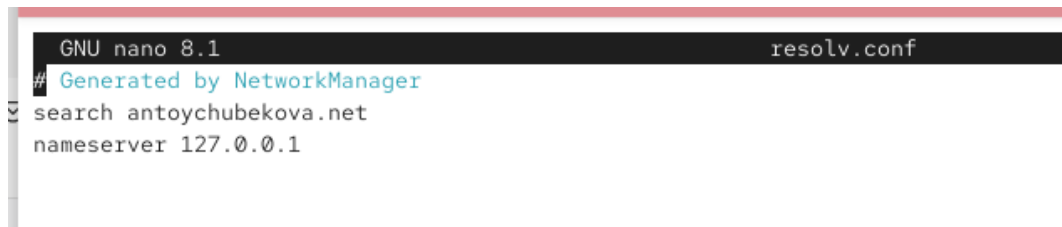
Делаю тоже самое для соединения System eth0. Оно у нас не активно.

```
[root@server.antoychubekova.net named]# nmcli connection edit System\ eth0  
Error: Unknown connection 'System eth0'.  
[root@server.antoychubekova.net named]#
```

Рисунок 11: DNS-сервер сервером по умолчанию для хоста server и внутренней виртуальной сети

2.21 Выполнение лабораторной работы

Перезапускаю NetworkManager. Проверяю наличие изменений в файле /etc/resolv.conf.

A screenshot of a terminal window with a dark background. The title bar at the top shows 'GNU nano 8.1' on the left and 'resolv.conf' on the right. The terminal content shows a comment line '# Generated by NetworkManager' in cyan, followed by two configuration lines: 'search antoychubekova.net' and 'nameserver 127.0.0.1'. A vertical scrollbar is visible on the left side of the terminal window.

```
GNU nano 8.1                                resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search antoychubekova.net
nameserver 127.0.0.1
```

Рисунок 12: Перезапуск NetworkManager

2.22 Выполнение лабораторной работы

Настраиваю направление DNS-запросов от всех узлов внутренней сети, включая запросы от узла `server`. Для этого вношу изменения в файл `/etc/named.conf`, заменив строку:

```
listen-on port 53 { 127.0.0.1; };
```

на

```
listen-on port 53 { 127.0.0.1; any; };
```

и строку

```
allow-query { localhost; };
```

на

```
allow-query { localhost; 192.168.0.0/16; };
```

2.23 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1                                named.conf
//
// named.conf
//
// Provided by Red Hat bind package to configure the ISC BIND named(8) DNS
// server as a caching only nameserver (as a localhost DNS resolver only).
//
// See /usr/share/doc/bind*/sample/ for example named configuration files.
//

options {
    listen-on port 53 { 127.0.0.1; any; };
    listen-on-v6 port 53 { ::1; };
    directory      "/var/named";
    dump-file      "/var/named/data/cache_dump.db";
    statistics-file "/var/named/data/named_stats.txt";
    memstatistics-file "/var/named/data/named_mem_stats.txt";
    secroots-file  "/var/named/data/named.secroots";
```

2.24 Выполнение лабораторной работы

Вношу изменение в настройки межсетевого экрана узла server, разрешив работу с DNS.

```
[root@server.antoychubekova.net etc]# firewall-cmd --add-service=dns  
success  
[root@server.antoychubekova.net etc]# firewall-cmd --add-service=dns --permanent  
success  
[root@server.antoychubekova.net etc]#
```

Рисунок 14: Внесение изменений

2.25 Выполнение лабораторной работы

Введя команду `lsof | grep UDP` мы убедились что DNS-запросы идут через узел `server`, который прослушивает порт 53.

```

n
named      15616 15621 isc-timer      named    32u      IPv6      85714      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15682 isc-net-0      named    25u      IPv4      86199      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15682 isc-net-0      named    26u      IPv4      86200      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15682 isc-net-0      named    31u      IPv6      85713      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15682 isc-net-0      named    32u      IPv6      85714      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15683 isc-net-0      named    25u      IPv4      86199      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15683 isc-net-0      named    26u      IPv4      86200      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15683 isc-net-0      named    31u      IPv6      85713      0t0      UDP localhost:domai
n
named      15616 15683 isc-net-0      named    32u      IPv6      85714      0t0      UDP localhost:domai
n
NetworkMa  19387      root     31u      IPv4      139905     0t0      UDP server.antoychu
bekova.net:bootpc->_gateway:bootps
NetworkMa  19387 19389 gmain      root     31u      IPv4      139905     0t0      UDP server.antoychu

```

2.26 Выполнение лабораторной работы

В случае возникновения в сети ситуаций, когда DNS-запросы от сервера фильтруются сетевым оборудованием, следует добавить перенаправление DNS-запросов на конкретный вышестоящий DNS-сервер. Для этого в конфигурационном файле `named.conf` в секции `option` следует добавить:

```
forwarders { список DNS-серверов };
```

```
forward first;
```

Возможно вышестоящий DNS-сервер может не поддерживать технологию `dnssec`, из-за этого в конфигурационном файлике указываем следующие настройки:

```
dnssec-enable no;
```

```
dnssec-validation no;
```


2.27 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1                                named.conf
//

options {
    forwarders { 127.0.0.1 }
    forward first;
    listen-on port 53 { 127.0.0.1; any; };
    listen-on-v6 port 53 { ::1; };
    directory      "/var/named";
    dump-file      "/var/named/data/cache_dump.db";
    statistics-file "/var/named/data/named_stats.txt";
    memstatistics-file "/var/named/data/named_mem_stats.txt";
    secroots-file  "/var/named/data/named.secrets";
    recursing-file  "/var/named/data/named.recursing";
    allow-query     { localhost; 192.168.0.0/16; };

/*
- If you are building an AUTHORITATIVE DNS server, do NOT enable recursion.
- If you are building a RECURSIVE (caching) DNS server, you need to enable
  recursion.
- If your recursive DNS server has a public IP address, you MUST enable access
  control to limit queries to your legitimate users. Failing to do so will
  cause your server to become part of large scale DNS amplification
  attacks. Implementing BCP38 within your network would greatly
  reduce such attack surface

*/
```

2.28 Выполнение лабораторной работы

Копирую шаблон описания DNS-зон `named.rfc1912.zone` из каталога `/etc` в каталог `/etc/named` и переименовываю его в `antoychubekova.net`.

```
[root@server.antoychubekova.net etc]# cp /etc/named.rfc1912.zones /etc/named/  
[root@server.antoychubekova.net etc]# cd /etc/named  
[root@server.antoychubekova.net named]# mv /etc/named/named.rfc1912.zones /etc/named/antoychubekova.net  
[root@server.antoychubekova.net named]# █
```

Рисунок 17: Редактирование файлов

2.29 Выполнение лабораторной работы

Включаю файл описания зоны `/etc/named/antoychubekova.net` в конфигурационном файле DNS `/etc/named.conf`, добавив в нём в конце строку:

```
include «/etc/named/antoychubekova.net»;
```

```
zone "." IN {
    type hint;
    file "named.ca";
};
```

```
include "/etc/named.rfc1912.zones";
include "/etc/named.root.key";
include "/etc/named/antoychubekova.net";
```

2.30 Выполнение лабораторной работы

Открываю файл `/etc/named/antoychubekova.net` на редактирование и записываю:

```
zone «antoychubekova.net» IN {  
type master;  
file «master/fz/antoychubekova.net»;  
allow-update { none; };  
};  
zone «1.168.192.in-addr.arpa» IN {  
type master;  
file «master/rz/192.168.1»;  
allow-update { none; };  
};
```

2.31 Выполнение лабораторной работы

GNU nano 8.1

antoychubekova.net

```
zone "antoychubekova.net" IN {  
    type master;  
    file "master/fz/antoychubekova.net";  
    allow-update { none; };  
};  
  
zone "1.168.192.in-addr.arpa" IN {  
    type master;  
    file "master/rz/192.168.1";  
    allow-update { none; };  
};
```

2.32 Выполнение лабораторной работы

В каталоге `/var/named` создаю подкаталоги `master/fz` и `master/rz`, в которых будут располагаться файлы прямой и обратной зоны соответственно.

```
[root@server.antoychubekova.net named]# cd /var/named
[root@server.antoychubekova.net named]# mkdir -p /var/named/master/fz
[root@server.antoychubekova.net named]# mkdir -p /var/named/master/rz
[root@server.antoychubekova.net named]#
```

Рисунок 20: Редактирование `/var/named`

2.33 Выполнение лабораторной работы

Копирую шаблон прямой DNS-зоны `named.localhost` из каталога `/var/named` в каталог `/var/named/master/fz` и переименовываю его в `antoychubekova.net`.

```
[root@server.antoychubekova.net named]# cp /var/named/named.localhost /var/named/master/fz/  
[root@server.antoychubekova.net named]# cd /var/named/master/fz/  
[root@server.antoychubekova.net fz]# mv named.localhost antoychubekova.net  
[root@server.antoychubekova.net fz]# █
```

Рисунок 21: Копирование шаблон прямой DNS-зоны

2.34 Выполнение лабораторной работы

Изменяю файл `/var/named/master/fz/antoychubekova.net`, указав необходимые DNS-записи для прямой зоны. В этом файле DNS-имя сервера `@ rname.invalid.` заменяю на `@ server.antoychubekova.net.`; формат серийного номера ГГГГММДДВВ (2025091100); адрес в A-записи заменяю с 127.0.0.1 на 192.168.1.1; в директиве `$ORIGIN` задаю текущее имя домена `antoychubekova.net.`, а затем указываю имена и адреса серверов в этом домене в виде A-записей DNS.

2.35 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1 antoychubekova.net
$TTL 1D
@      IN SOA  @ server.antoychubekova.net (
                                2025091100      ; serial
                                1D                ; refresh
                                1H                ; retry
                                1W                ; expire
                                3H )              ; minimum

NS     @
A      192.168.1.1
$ORIGIN antoychubekova.net.
server      A      192.168.1.1
ns          A      192.168.1.1
```

2.36 Выполнение лабораторной работы

Копирую шаблон обратной DNS-зоны `named.loopback` из каталога `/var/named` в каталог `/var/named/master/rz` и переименовываю его в `192.168.1`

```
[root@server.antoychubekova.net fz]# cp /var/named/named.loopback /var/named/master/rz/  
[root@server.antoychubekova.net fz]# cd /var/named/master/rz  
[root@server.antoychubekova.net rz]# mv named.loopback 192.168.1  
[root@server.antoychubekova.net rz]#
```

Рисунок 23: Копирование шаблон обратной DNS-зоны `named.loopback`

2.37 Выполнение лабораторной работы

Изменяю файл `/var/named/master/rz/192.168.1`, указав необходимые DNS-записи для обратной зоны. В этом файле DNS-имя сервера `@ rname.invalid.` заменяю на `@ server.user.net.`; формат серийного номера ГГГММДДВВ (2025091100); адрес в А-записи заменяю с 127.0.0.1 на 192.168.1.1; в директиве `$ORIGIN` задаю название обратной зоны в виде `1.168.192.in-addr.arpa.`, затем задаю PTR-записи.

```
GNU nano 8.1 192.168.1
$TTL 1D
@      IN SOA  @ server.antoychubekova.net. (
                                           2025091100      ; serial
                                           1D              ; refresh
                                           1H              ; retry
                                           1W              ; expire
                                           3H )            ; minimum
```

2.38 Выполнение лабораторной работы

Далее исправляю права доступа к файлам в каталогах `/etc/named` и `/var/named`, чтобы демон `named` мог с ними работать.

```
[root@server.antoychubekova.net rz]# chown -R named:named /etc/named  
[root@server.antoychubekova.net rz]# chown -R named:named /var/named  
[root@server.antoychubekova.net rz]#
```

Рисунок 25: Изменение прав доступа к `/etc/named` и `/var/named`

2.39 Выполнение лабораторной работы

В системах с запущенным SELinux все процессы и файлы имеют специальные метки безопасности (так называемый «контекст безопасности»), используемые системой для принятия решений по доступу к этим процессам и файлам. После изменения доступа к конфигурационным файлам `named` корректно восстанавливаю их метки в SELinux.

```
[root@server.antoychubekova.net rz]# restorecon -vR /etc
Relabeled /etc/lvm/devices/system.devices from system_u:object_r:lvm_metadata_t:s0 to system_u:object_r:lvm_etc_t:s0
Relabeled /etc/lvm/devices/backup/system.devices-20250911.072347.0005 from system_u:object_r:lvm_metadata_t:s0 to system_u:object_r:lvm_etc_t:s0
Relabeled /etc/NetworkManager/system-connections/eth1.nmconnection from unconfined_u:object_r:user_tmp_t:s0 to unconfined_u:object_r:NetworkManager_etc_rw_t:s0
[root@server.antoychubekova.net rz]# restorecon -vR /var/named
[root@server.antoychubekova.net rz]# █
```

Рисунок 26: Корректное восстановление меток в SELinux

2.40 Выполнение лабораторной работы

Для проверки состояния переключателей SELinux, относящихся к `named`, ввожу:
`getsebool -a | grep named`.

```
[root@server.antoychubekova.net rz]# getsebool -a | grep named  
named_tcp_bind_http_port --> off  
named_write_master_zones --> on  
[root@server.antoychubekova.net rz]#
```

Рисунок 27: Состояния переключателей SELinux

2.41 Выполнение лабораторной работы

Даю named разрешение на запись в файлы DNS-зоны.

```
[root@server.antoychubekova.net rz]# setsebool named_write_master_zones 1  
[root@server.antoychubekova.net rz]# setsebool -P named_write_master_zones 1  
[root@server.antoychubekova.net rz]# █
```

Рисунок 28: Предоставление разрешения на запись в файлы DNS-зоны

2.42 Выполнение лабораторной работы

В дополнительном терминале запускаю в режиме реального времени расширенный лог системных сообщений, чтобы проверить корректность работы системы. Мы видим, что корректно обрабатывается.

```
Subject: Process 16643 (VBoxClient) dumped core
Defined-By: systemd
Support: https://wiki.rockylinux.org/rocky/support
Documentation: man:core(5)
```

```
Process 16643 (VBoxClient) crashed and dumped core.
```

```
This usually indicates a programming error in the crashing program and
should be reported to its vendor as a bug.
```

```
Sep 12 04:39:44 server.antoychubekova.net systemd[1]: systemd-coredump@785-16647-0.service: Deactivated successfully.
```

```
Subject: Unit succeeded
Defined-By: systemd
Support: https://wiki.rockylinux.org/rocky/support
```


2.43 Выполнение лабораторной работы

В первом терминале перезапускаю DNS-сервер. При помощи утилиты `dig` получаю описание DNS-зоны с сервера `ns.antoychubekova.net`. В выводе видно, что запрос успешно обработан (`status: NOERROR`) и возвращён авторитетный ответ (`aa` — `authoritative answer`) от вашего локального DNS-сервера на `127.0.0.1`. В разделе ответа указано, что `ns.antoychubekova.net` имеет A-запись с адресом `192.168.1.1`, TTL установлен на 86400 секунд (1 день). Время обработки запроса составило 2 мс, что подтверждает, что локальный сервер функционирует корректно и возвращает IP для указанного имени.

2.44 Выполнение лабораторной работы

```
[root@server.antoychubekova.net ~]# systemctl restart named
[root@server.antoychubekova.net ~]# dig ns.antoychubekova.net

; <<>> DiG 9.18.33 <<>> ns.antoychubekova.net
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 24621
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
; COOKIE: 72ebbb984546434c0100000068c39604535d2a9db155c30d (good)
;; QUESTION SECTION:
;ns.antoychubekova.net.      IN      A

;; ANSWER SECTION:
ns.antoychubekova.net.  86400   IN      A      192.168.1.1

;; Query time: 2 msec
;; SERVER: 127.0.0.1#53(127.0.0.1) (UDP)
```

2.45 Выполнение лабораторной работы

При помощи утилиты `host` проанализирую корректность работы DNS-сервера. В выводе команды `host -l antoychubekova.net` видно, что указаны следующие записи: основной сервер имени `antoychubekova.net` и его IP `192.168.1.1`, а также дополнительные записи `ns.antoychubekova.net` и `server.antoychubekova.net`, все с тем же IP `192.168.1.1`. Это говорит о том, что локальный DNS-сервер правильно отвечает на запросы и возвращает все настроенные записи зоны.

2.46 Выполнение лабораторной работы

```
[root@server.antoychubekova.net ~]# host -l antoychubekova.net
antoychubekova.net name server antoychubekova.net.
antoychubekova.net has address 192.168.1.1
ns.antoychubekova.net has address 192.168.1.1
server.antoychubekova.net has address 192.168.1.1
[root@server.antoychubekova.net ~]#
```

Рисунок 31: Корректность работы DNS-сервера

2.47 Выполнение лабораторной работы

Команда `host a antoychubekova.net`, которая по сути запрашивает все записи (ANY) для домена `antoychubekova.net`. В выводе видно, что сервер вернул статус `NOERROR`, что означает успешное выполнение запроса. В разделе ответа содержатся три записи: `SOA (Start of Authority)` с корректными параметрами зоны, `NS-запись`, указывающая на сам домен как сервер имён, и `A запись` с IP `192.168.1.1`. Время ответа составило 8 мс, и ответ получен от локального сервера `127.0.0.1`. Это говорит о том, что локальный DNS-сервер `BIND` работает корректно.

2.48 Выполнение лабораторной работы

```
[root@server.antoychubekova.net ~]# host -a antoychubekova.net
Trying "antoychubekova.net"
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 50421
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 3, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 0

;; QUESTION SECTION:
;antoychubekova.net.                IN      ANY

;; ANSWER SECTION:
antoychubekova.net.      86400   IN      SOA      antoychubekova.net. server.an
toyhubekova.net. 2025091100 86400 3600 604800 10800
antoychubekova.net.      86400   IN      NS       antoychubekova.net.
antoychubekova.net.      86400   IN      A        192.168.1.1

Received 109 bytes from 127.0.0.1#53 in 8 ms
```

2.49 Выполнение лабораторной работы

Команда `host -t A antoychubekova.net` возвращает, что `antoychubekova.net` имеет адрес `192.168.1.1`. Значит все корректно отрабатывается.

```
Received 109 bytes from 127.0.0.1#53 in 8 ms
[root@server.antoychubekova.net ~]# host -t A antoychubekova.net
antoychubekova.net has address 192.168.1.1
[root@server.antoychubekova.net ~]# █
```

Рисунок 33: Корректность работы DNS-сервера

2.50 Выполнение лабораторной работы

В ответе сервер возвращает две PTR-записи: ns.antoychubekova.net и server.antoychubekova.net. Технически это означает, что обратное разрешение работает — IP связан с доменными именами.

```
[root@server.antoychubekova.net ~]# host -t PTR 192.168.1.1
1.1.168.192.in-addr.arpa domain name pointer ns.antoychubekova.net.
1.1.168.192.in-addr.arpa domain name pointer server.antoychubekova.net.
[root@server.antoychubekova.net ~]# █
```

Рисунок 34: Корректность работы DNS-сервера

2.51 Выполнение лабораторной работы

На виртуальной машине server перехожу в каталог для внесения изменений в настройки внутреннего окружения /vagrant/provision/server/, и создаю в нём каталог dns, в который помещаю в соответствующие каталоги конфигурационные файлы DNS.

```
[root@server.antoychubekova.net ~]# cd /vagrant
[root@server.antoychubekova.net vagrant]# mkdir -p /vagrant/provision/server/dns/etc/named
[root@server.antoychubekova.net vagrant]# mkdir -p /vagrant/provision/server/dns/var/named/master/

[root@server.antoychubekova.net vagrant]# cp -R /etc/named.conf /vagrant/provision/server/dns/etc/
[root@server.antoychubekova.net vagrant]# cp -R /etc/named/* /vagrant/provision/server/dns/etc/named/

[root@server.antoychubekova.net vagrant]# cp -R /var/named/master/* /vagrant/provision//server/dns/var/
/named/master/
[root@server.antoychubekova.net vagrant]# █
```

Рисунок 35: Редактирование конфигурационных файлов DNS

2.52 Выполнение лабораторной работы

В каталоге `/vagrant/provision/server` создаю исполняемый файл `dns.sh`.

```
[root@server.antoychubekova.net vagrant]# cd provision
[root@server.antoychubekova.net provision]# cd server
[root@server.antoychubekova.net server]# touch dns.sh
[root@server.antoychubekova.net server]# chmod +x dns.sh
[root@server.antoychubekova.net server]#
```

Рисунок 36: Создание исполняемого файла `dns.sh`

2.53 Выполнение лабораторной работы

Открыв его на редактирование, пропишите в нём скрипт, по сути, повторяющий произведённые выше действия по установке и настройке DNS-сервера: подставляет в нужные каталоги подготовленные конфигурационные файлы; меняет соответствующим образом права доступа, метки безопасности SELinux и правила межсетевого экрана; настраивает сетевое соединение так, чтобы сервер выступал DNS-сервером по умолчанию для узлов внутренней виртуальной сети; запускает DNS-сервер.

2.54 Выполнение лабораторной работы

```
GNU nano 8.1                                dns.sh
#!/bin/bash

echo "Provisioning script $0"

echo "Install needed packages"
dnf -y install bind bind-utils

echo "Copy configuration files"
cp -R /vagrant/provision/server/dns/etc/* /etc
cp -R /vagrant/provision/server/dns/var/named/* /var/named

chown -R named:named /etc/named
chown -R named:named /var/named

restorecon -vR /etc
restorecon -vR /var/named

echo "Configure firewall"
firewall-cmd --add-service=dns
firewall-cmd --add-service=dns --permanent

echo "Tuning SELinux"
setsebool named_write_master_zones 1
setsebool -P named_write_master_zones 1

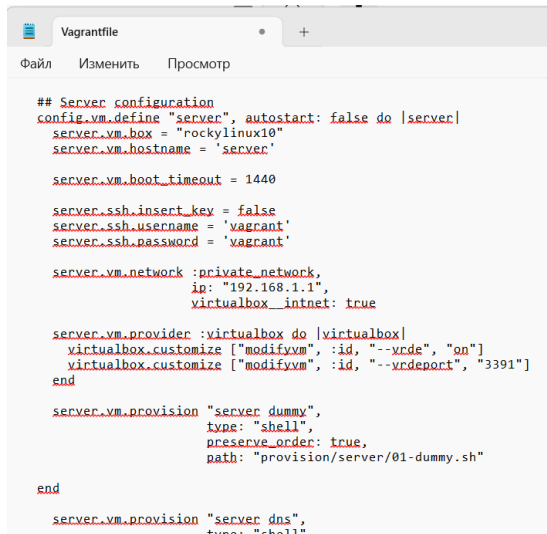
echo "Change dns server address"
nmcli connection edit "System eth0" <<EOF
remove ipv4.dns
set ipv4.ignore-auto-dns yes
```

2.55 Выполнение лабораторной работы

Для отработки созданного скрипта во время загрузки виртуальной машины server в конфигурационном файле Vagrantfile добавляю в разделе конфигурации для сервера:

```
server.vm.provision «server dns»,  
type: «shell»,  
preserve_order: true,  
path: «provision/server/dns.sh»
```

2.56 Выполнение лабораторной работы



```
## Server configuration
config.vm.define "server", autostart: false do |server|
  server.vm.box = "rockylinux10"
  server.vm.hostname = 'server'

  server.vm.boot_timeout = 1440

  server.ssh.insert_key = false
  server.ssh.username = 'vagrant'
  server.ssh.password = 'vagrant'

  server.vm.network :private_network,
    ip: "192.168.1.1",
    virtualbox____intnet: true

  server.vm.provider :virtualbox do |virtualbox|
    virtualbox.customize ["modifyvm", :id, "--vrdm", "on"]
    virtualbox.customize ["modifyvm", :id, "--vrdmport", "3391"]
  end

  server.vm.provision "server dummy",
    type: "shell",
    preserve_order: true,
    path: "provision/server/01-dummy.sh"
end

server.vm.provision "server dns",
  type: "shell"
```

2.57 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы №2 я приобрела практические навыки по установке и конфигурированию DNS-сервера, усвоила принцип работы системы доменных имён.

2.58 Список литературы

1. Barr D. Common DNS Operational and Configuration Errors: RFC / RFC Editor. —02/1996. — DOI: 10.17487/rfc1912.

2.58 Список литературы

1. Barr D. Common DNS Operational and Configuration Errors: RFC / RFC Editor. — 02/1996. — DOI: 10.17487/rfc1912.
2. Security-Enhanced Linux. Linux с улучшенной безопасностью: руководство пользователя / M. McAllister, S. Radvan, D. Walsh, D. Grift, E. Paris, J. Morris. — URL: https://docs-old.fedoraproject.org/ru-RU/Fedora/13/html/Security-Enhanced_Linux/index.html (дата обр. 13.09.2021).

2.58 Список литературы

1. Barr D. Common DNS Operational and Configuration Errors: RFC / RFC Editor. — 02/1996. — DOI: 10.17487/rfc1912.
2. Security-Enhanced Linux. Linux с улучшенной безопасностью: руководство пользователя / M. McAllister, S. Radvan, D. Walsh, D. Grift, E. Paris, J. Morris. — URL: https://docs-old.fedoraproject.org/ru-RU/Fedora/13/html/Security-Enhanced_Linux/index.html (дата обр. 13.09.2021).
3. Systemd. — 2015. — URL: <https://wiki.archlinux.org/index.php/Systemd> (visited on 09/13/2021).

2.58 Список литературы

1. Barr D. Common DNS Operational and Configuration Errors: RFC / RFC Editor. — 02/1996. — DOI: 10.17487/rfc1912.
2. Security-Enhanced Linux. Linux с улучшенной безопасностью: руководство пользователя / M. McAllister, S. Radvan, D. Walsh, D. Grift, E. Paris, J. Morris. — URL: https://docs-old.fedoraproject.org/ru-RU/Fedora/13/html/Security-Enhanced_Linux/index.html (дата обр. 13.09.2021).
3. Systemd. — 2015. — URL: <https://wiki.archlinux.org/index.php/Systemd> (visited on 09/13/2021).
4. Костромин В. А. Утилита lsof — инструмент администратора. — URL: <http://ruslinux.net/kos.php?name=/papers/lsof/lsof.html> (дата обр. 13.09.2021).

2.58 Список литературы

1. Barr D. Common DNS Operational and Configuration Errors: RFC / RFC Editor. — 02/1996. — DOI: 10.17487/rfc1912.
2. Security-Enhanced Linux. Linux с улучшенной безопасностью: руководство пользователя / M. McAllister, S. Radvan, D. Walsh, D. Grift, E. Paris, J. Morris. — URL: https://docs-old.fedoraproject.org/ru-RU/Fedora/13/html/Security-Enhanced_Linux/index.html (дата обр. 13.09.2021).
3. Systemd. — 2015. — URL: <https://wiki.archlinux.org/index.php/Systemd> (visited on 09/13/2021).
4. Костромин В. А. Утилита lsof — инструмент администратора. — URL: <http://ruslinux.net/kos.php?name=/papers/lsof/lsof.html> (дата обр. 13.09.2021).
5. Поттеринг Л. Systemd для администраторов: цикл статей. — 2010. — URL: <http://wiki.opennet.ru/Systemd> (дата обр. 13.09.2021).