

Отчёт по лабораторной работе №3

Дисциплина: Администрирование сетевых подсистем

Ибрахим Мохсейн Алькамаль

Содержание

| | |
|---|-----------|
| 1 Цель работы | 5 |
| 2 Выполнение лабораторной работы | 6 |
| 2.1 Установка DHCP-сервера | 6 |
| 2.2 Конфигурирование DHCP-сервера | 6 |
| 2.3 Анализ работы DHCP-сервера | 10 |
| 2.4 Настройка обновления DNS-зоны | 13 |
| 2.5 Анализ работы DHCP-сервера после настройки обновления DNS-зоны | 19 |
| 2.6 Внесение изменений в настройки внутреннего окружения виртуальной машины | 20 |
| 3 Выводы | 22 |
| 4 Контрольные вопросы: | 23 |
| 5 Список литературы | 25 |

Список иллюстраций

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Установка пакета kea через dnf | 6 |
| 2.2 | Конфигурация файла kea-dhcp4.conf | 7 |
| 2.3 | Проверка конфигурации kea-dhcp4 -t | 8 |
| 2.4 | Файл прямой DNS-зоны fz/alkamal.net | 8 |
| 2.5 | Файл обратной DNS-зоны rz/192.168.1 | 9 |
| 2.6 | Проверка разрешения имени dhcp.alkamal.net командой ping | 9 |
| 2.7 | Настройка firewalld и восстановление контекстов SELinux | 10 |
| 2.8 | Мониторинг журнала и запуск kea-dhcp4.service | 10 |
| 2.9 | Скрипт 01-routing.sh для настройки маршрутизации клиента | 11 |
| 2.10 | Подключение provisioning-скрипта в Vagrantfile | 11 |
| 2.11 | Файл kea-leases4.csv с выданными арендами | 12 |
| 2.12 | Вывод команды ifconfig на клиенте | 13 |
| 2.13 | Повторная проверка списка выданных адресов | 13 |
| 2.14 | Создание TSIG-ключа и настройка прав доступа | 13 |
| 2.15 | Содержимое файла dhcp_updater.key | 14 |
| 2.16 | Подключение TSIG-ключа в named.conf | 14 |
| 2.17 | Настройка update-policy для прямой и обратной зоны | 14 |
| 2.18 | Проверка конфигурации и перезапуск named | 15 |
| 2.19 | Создание и настройка файла tsig-keys.json для Kea | 15 |
| 2.20 | Содержимое файла tsig-keys.json | 15 |
| 2.21 | Конфигурация kea-dhcp-ddns.conf | 16 |
| 2.22 | Проверка конфигурации и запуск kea-dhcp-ddns | 17 |
| 2.23 | Включение динамических обновлений в kea-dhcp4.conf | 17 |
| 2.24 | Проверка и перезапуск kea-dhcp4 | 18 |
| 2.25 | Переполучение IP-адреса на клиенте | 18 |
| 2.26 | Появление файла зоны alkamal.net.jnl | 19 |
| 2.27 | Проверка DNS-записи клиента командой dig | 20 |
| 2.28 | Копирование конфигураций DHCP и DNS в каталог provisioning | 20 |
| 2.29 | Содержимое provisioning-скрипта dhcp.sh | 21 |
| 2.30 | Подключение dhcp.sh в Vagrantfile | 21 |

Список таблиц

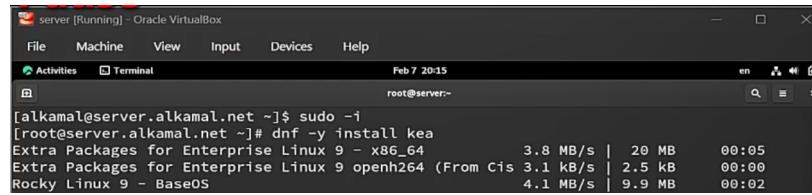
1 Цель работы

Приобретение практических навыков по установке и конфигурированию DHCP-сервера.

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Установка DHCP-сервера

На виртуальной машине server выполнен переход в режим суперпользователя и произведена установка DHCP-сервера Kea с использованием пакетного менеджера dnf (рис. 2.1).



```
[alkamal@server.alkamal.net ~]$ sudo -i
[root@server.alkamal.net ~]# dnf -y install kea
Extra Packages for Enterprise Linux 9 - x86_64           3.8 MB/s | 20 MB     00:05
Extra Packages for Enterprise Linux 9 openh264 (From Cis 3.1 kB/s | 2.5 kB    00:00
Rocky Linux 9 - BaseOS                                4.1 MB/s | 9.9 MB   00:02
```

Рисунок 2.1: Установка пакета kea через dnf

2.2 Конфигурирование DHCP-сервера

В конфигурационном файле `/etc/kea/kea-dhcp4.conf` выполнены следующие изменения: указан интерфейс `eth1`, настроен DNS-сервер `192.168.1.1`, домен `alkamal.net`, поисковый домен `alkamal.net`, задана подсеть `192.168.1.0/24`, диапазон выдаваемых адресов `192.168.1.30–192.168.1.199`, а также шлюз `192.168.1.1` (рис. 2.2).

```
[root@server.alkamal.net ~]# cat /etc/kea/kea-dhcp4.conf
{
    "Dhcp4": {
        "interfaces-config": {
            "interfaces": ["eth1"]
        },
        "option-data": [
            {
                "name": "domain-name-servers",
                "data": "192.168.1.1"
            },
            {
                "code": 15,
                "data": "alkamal.net"
            },
            {
                "name": "domain-search",
                "data": "alkamal.net"
            }
        ],
        "subnet4": [
            {
                "id": 1,
                "subnet": "192.168.1.0/24",
                "pools": [
                    { "pool": "192.168.1.30 - 192.168.1.199" }
                ],
                "option-data": [
                    {
                        "name": "routers",
                        "data": "192.168.1.1"
                    }
                ]
            }
        ]
    }
}
```

Рисунок 2.2: Конфигурация файла kea-dhcp4.conf

Проверка корректности конфигурационного файла выполнена командой `kea-dhcp4 -t /etc/kea/kea-dhcp4.conf`. Ошибки синтаксиса отсутствуют, подсеть успешно добавлена, прослушивание настроено на интерфейсе `eth1` (рис. 2.3).

```
[root@server.alkamal.net ~]# kea-dhcp4 -t /etc/kea/kea-dhcp4.conf
2026-02-07 20:57:15.247 INFO [kea-dhcp4.hosts/11135.139680581666944] HOSTS_BACKENDS_REGISTERED the following host backend types are available: mysql postgresql
2026-02-07 20:57:15.247 WARN [kea-dhcp4.dhcpsrv/11135.139680581666944] DHCPSRV_MT_DISABLED_QUEUE_CONTROL disabling dhcp queue control when multi-threading is enabled.
2026-02-07 20:57:15.247 WARN [kea-dhcp4.dhcp4/11135.139680581666944] DHCP4_RESERVATIONS_LOOKUP_FIRST_ENABLED Multi-threading is enabled and host reservations lookup is always performed first.
2026-02-07 20:57:15.247 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11135.139680581666944] DHCPSRV_CFGMGR_NEWSUBNET4 a new subnet has been added to configuration: 192.168.1.0/24 with params: valid-lifetime=7200
2026-02-07 20:57:15.247 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11135.139680581666944] DHCPSRV_CFGMGR_SOCKET_TYPE_SELECT using socket type raw
2026-02-07 20:57:15.247 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11135.139680581666944] DHCPSRV_CFGMGR_INTERFACE listening on interface eth1
2026-02-07 20:57:15.247 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11135.139680581666944] DHCPSRV_CFGMGR_SOCKET_TYPE_DEFAULT "dhcp-socket-type" not specified , using default socket type raw
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl --system daemon-reload
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl enable kea-dhcp4.service
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/kea-dhcp4.service → /usr/lib/systemd/system/kea-dhcp4.service.
```

Рисунок 2.3: Проверка конфигурации kea-dhcp4 -t

В файл прямой DNS-зоны `/var/named/master/fz/alkamal.net` добавлена запись типа A для узла `dhcp.alkamal.net` с адресом `192.168.1.1`. Серийный номер зоны обновлён (рис. 2.4).

```
server [Running] - Oracle VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal Feb 7 21:02
root@server:~
GNU nano 5.6.1 /var/named/master/fz/alkamal.net
$TTL 1D
@ IN SOA @ server.alkamal.net. (
    2026020801 ; serial
    1D ; refresh
    1H ; retry
    1W ; expire
    3H ) ; minimum
@ IN NS server.alkamal.net.
@ IN A 192.168.1.1

$ORIGIN alkamal.net.
server IN A 192.168.1.1
ns IN A 192.168.1.1
dhcp A 192.168.1.1
```

Рисунок 2.4: Файл прямой DNS-зоны fz/alkamal.net

В файл обратной зоны `/var/named/master/rz/192.168.1` добавлена запись PTR, связывающая IP-адрес `192.168.1.1` с именем `dhcp.alkamal.net`. Серийный номер зоны изменён (рис. 2.5).

```

server [Running] - Oracle VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal Feb 7 21:02
root@server:~
GNU nano 5.6.1 /var/named/master/rz/192.168.1
$TTL 1D
@ IN SOA @ server.alkamal.net. (
    2026020801 ; serial
    1D          ; refresh
    1H          ; retry
    1W          ; expire
    3H )        ; minimum

@ IN NS  server.alkamal.net.
@ IN A   192.168.1.1

$ORIGIN 1.168.192.in-addr.arpa.
1 IN PTR server.alkamal.net.
1 IN PTR ns.alkamal.net.
1 PTR dhcp.alkamal.net.

```

Рисунок 2.5: Файл обратной DNS-зоны rz/192.168.1

После перезапуска службы `named` выполнена проверка разрешения имени `dhcp.alkamal.net`. Имя корректно разрешается в IP-адрес `192.168.1.1`, потеря пакетов нет (рис. 2.6).

```

[root@server.alkamal.net ~]# systemctl restart named
[root@server.alkamal.net ~]# ping dhcp.alkamal.net
PING dhcp.alkamal.net (192.168.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from ns.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.017 ms
64 bytes from ns.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=2 ttl=64 time=0.061 ms
64 bytes from ns.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=3 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from dhcp.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=4 ttl=64 time=0.030 ms
64 bytes from server.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=5 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from dhcp.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=6 ttl=64 time=0.041 ms
64 bytes from ns.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=7 ttl=64 time=0.044 ms
64 bytes from dhcp.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=8 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from ns.alkamal.net (192.168.1.1): icmp_seq=9 ttl=64 time=0.072 ms
^C
--- dhcp.alkamal.net ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8191ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.017/0.044/0.072/0.015 ms

```

Рисунок 2.6: Проверка разрешения имени `dhcp.alkamal.net` командой `ping`

Выполнена настройка межсетевого экрана: добавлена служба `dhcp` в текущую и постоянную конфигурацию, произведена корректировка контекстов SELinux для каталогов `/etc`, `/var/named`, `/var/lib/kea/` (рис. 2.7).

```
[root@server.alkamal.net ~]# chown -R named:named /var/named
[root@server.alkamal.net ~]# firewall-cmd --list-services
cockpit dhcpcv6-client dns ssh
[root@server.alkamal.net ~]# firewall-cmd --get-services
RH-Satellite-6 RH-Satellite-6-capsule afp amanda-client amanda-k5-client amqp amqps apcup
sd audit ausweisapp2 bacula bacula-client bareos-director bareos-filedaemon bareos-storag
e bb bgp bitcoin bitcoin-rpc bitcoin-testnet-bitcoin-testnet-rpc bittorrent-lsd ceph ceph
-exporter ceph-mon cfengine checkmk-agent cockpit collectd condor-collector cratedb ctdb
dds dds-multicast dds-unicast dhcpc dhcpcv6 dhcpcv6-client distcc dns dns-over-tls docker-re
gistry docker-swarm dropbox-lansync elasticsearch etcd-client etcd-server finger foreman
foreman-proxy freeipa-4 freeipa-ldap freeipa-replication freeipa-trust ftp
galera ganglia ganglia-master git gpgsql grafana gre high-availability http http3 ht
tps ident imap imaps ipfs ipp ipp-client ipsec irc ircs iscsi-target jenkins jenkins
kadmin kdeconnect kerberos kibana klogin kpsswd kprop kshell kube-api kube-apiserver kube-contr
ol-plane kube-control-plane-secure kube-controller-manager kube-controller-manager-secure
kube-nodeport-services kube-scheduler kube-scheduler-secure kube-worker kubelet kubelet-
readonly-kubelet-worker ldap libvirt libvirt-tls lightning-network llmnr llmnr-clie
nt llmnr-tcp llmnr-udp managesieve matrix mdns memcache minidlna mongodb mosh mountd mqtt
mqtt-tls ms-wbt mssql murmur mysql nbd nebula netbios-ns netdata-dashboard nfs nfs3 nmea
-nmea-0183 nrpe ntp nut opentelemetry openvpn ovirt-imageio ovirt-storageconsole ovirt-vmconsol
e plex pmcd pmproxy pmwebapi pmwebapis pop3 pop3s postgresql privoxy prometheus promethe
us-node-exporter proxy-dhcp ps2link ps3netsrv ptcp pulseaudio puppetmaster quassel radius
rdp redis redis-sentinel roothd rpc-bind rquotad rsh rsysnd rtsp salt-master samba samba-c
lient samba-dc sane sip sips slp smpt smpt-submission smtsp snmp snmptls snmptls-trap smn
ptrap spideroak-lansync spotify-sync squid ssdp ssh steam-streaming svdrp svn syncthing s
yncthing-gui syncthing-relay synergy syslog syslog-tls telnet tentacle tftp tile38 tinc t
or-socks transmission-client upnp-client vdsim vnc-server warpinator wbem-httplib wbem-https
wireguard ws-discovery ws-discovery-client ws-discovery-tcp ws-discovery-udp wsmans
xdmcp xmpp-bosh xmpp-client xmpp-local xmpp-server zabbix-agent zabbix-server zerotier
[root@server.alkamal.net ~]# firewall-cmd --add-service=dhcp --permanent
success
[root@server.alkamal.net ~]# firewall-cmd --add-service=dhcp --permanent
success
[root@server.alkamal.net ~]# restorecon -vR /etc
Relabeled '/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth1' from unconfined_u:object_r:user_tmp_t
:s0 to unconfined_u:object_r:net_conf_t:s0
[root@server.alkamal.net ~]# restorecon -vR /var/named
[root@server.alkamal.net ~]# restorecon -vR /var/lib/kea/
```

Рисунок 2.7: Настройка firewalld и восстановление контекстов SELinux

Запущен мониторинг системного журнала `/var/log/messages`, после чего выполнен запуск службы `kea-dhcp4.service`. Система перешла в рабочее состояние без критических ошибок (рис. 2.8).

```
[root@server.alkamal.net ~]# tail -f /var/log/messages
Feb  7 21:11:15 server named[11274]: zone 1.168.192.in-addr.arpa/IN: sending notifies (se
rial 2026020801)
Feb  7 21:11:15 server named[11274]: all zones loaded
Feb  7 21:11:15 server named[11274]: Started Berkeley Internet Name Domain (DNS).
Feb  7 21:11:15 server named[11274]: running
Feb  7 21:11:16 server named[11274]: timed out resolving './DNSKEY/IN': 127.0.0.1#53
Feb  7 21:11:16 server named[11274]: timed out resolving './DNSKEY/IN': 127.0.0.1#53
Feb  7 21:11:25 server named[11274]: resolver priming query complete
Feb  7 21:11:25 server named[11274]: managed-keys-zone: Unable to fetch DNSKEY set '.': t
imed out
Feb  7 21:13:11 server systemd[1]: Starting PackageKit Daemon...
Feb  7 21:13:11 server systemd[1]: Started PackageKit Daemon.
Feb  7 21:18:16 server systemd[1]: packagekit.service: Deactivated successfully.
^C
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl start kea-dhcp4.service
[root@server.alkamal.net ~]#
```

Рисунок 2.8: Мониторинг журнала и запуск `kea-dhcp4.service`

2.3 Анализ работы DHCP-сервера

В каталоге `vagrant/provision/client` создан исполняемый файл `01-routing.sh`, содержащий команды `nmcli`, изменяющие шлюз по умолчанию для интерфейса `eth1` на `192.168.1.1`, а также отключающие

использование eth0 как маршрута по умолчанию (рис. 2.9).

```
C: > work > alkamal > vagrant > provision > client > $ 01-routing.sh
1  #!/bin/bash
2  echo "Provisioning script $0"
3  nmcli connection modify "eth1" ipv4.gateway "192.168.1.1"
4  nmcli connection up "eth1"
5  nmcli connection modify eth0 ipv4.never-default true
6  nmcli connection modify eth0 ipv6.never-default true
7  nmcli connection down eth0
8  nmcli connection up eth0
9  # systemctl restart NetworkManager
```

Рисунок 2.9: Скрипт 01-routing.sh для настройки маршрутизации клиента

В файле `Vagrantfile` скрипт `01-routing.sh` подключён в разделе конфигурации виртуальной машины `client` с параметром `run: "always"`, что обеспечивает его выполнение при каждом запуске с `provisioning` (рис. 2.10).

```
C: > work > alkamal > vagrant > Vagrantfile
99  ## Client configuration
100 config.vm.define "client", autostart: false do |client|
101   client.vm.box = "rocky9"
102   client.vm.hostname = 'client'
103   client.vm.boot_timeout = 1440
104   client.ssh.insert_key = false
105   client.ssh.username = 'vagrant'
106   client.ssh.password = 'vagrant'
107   client.vm.network :private_network,
108     type: "dhcp",
109     virtualbox__intnet: true
110   client.vm.provision "client dummy",
111     type: "shell",
112     preserve_order: true,
113     path: "provision/client/01-dummy.sh"
114   client.vm.provision "client routing",
115     type: "shell",
116     preserve_order: true,
117     run: "always",
118     path: "provision/client/01-routing.sh"
```

Рисунок 2.10: Подключение provisioning-скрипта в `Vagrantfile`

На сервере в файле `/var/lib/kea/kea-leases4.csv` зафиксирована выдача IP-адреса 192.168.1.30 клиенту. Структура строк файла:

- `address` – выданный IP-адрес (192.168.1.30);

- `hwaddr` – MAC-адрес клиента (`08:00:27:ef:c7:e6`);
- `client_id` – идентификатор клиента;
- `valid_lifetime` – время аренды (7200 секунд);
- `expire` – время окончания аренды (Unix-time);
- `subnet_id` – идентификатор подсети (1);
- `fqdn_fwd`, `fqdn_rev` – параметры обновления DNS;
- `hostname` – имя клиента (`client`);
- `state` – состояние аренды;
- `user_context`, `pool_id` – дополнительные параметры пула (рис. 2.11).

```
[root@server.alkamal.net ~]# cat /var/lib/kea/kea-leases4.csv
address,hwaddr,client_id,valid_lifetime,expire,subnet_id,fqdn_fwd,fqdn_rev,hostname,state
,user_context,pool_id
192.168.1.30,08:00:27:ef:c7:e6,01:08:00:27:ef:c7:e6,7200,1770507066,1,0,0,client,,0
192.168.1.30,08:00:27:ef:c7:e6,01:08:00:27:ef:c7:e6,7200,1770507098,1,0,0,client,,0
192.168.1.30,08:00:27:ef:c7:e6,01:08:00:27:ef:c7:e6,7200,1770507100,1,0,0,client,,0
[root@server.alkamal.net ~]#
```

Рисунок 2.11: Файл `kea-leases4.csv` с выданными арендами

На виртуальной машине `client` выполнена команда `ifconfig`. Интерфейс `eth0` получил адрес `10.0.2.15/24` (NAT VirtualBox). Интерфейс `eth1` получил адрес `192.168.1.30/24` из диапазона DHCP, broadcast-адрес `192.168.1.255`, MAC-адрес `08:00:27:ef:c7:e6`. Интерфейс `lo` – локальный интерфейс `127.0.0.1` (рис. 2.12).

```
[root@client.alkamal.net ~]# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.2.15 netmask 255.255.255.0 broadcast 10.0.2.255
        inet6 fe80::a00:27ff:fe7d:8de8 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    inet6 fd17:625c:f037:2:a00:27ff:fe7d:8de8 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
        ether 08:00:27:7d:8d:e8 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 1431 bytes 164746 (160.8 Kib)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 1181 bytes 192002 (187.5 Kib)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.1.30 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.1.255
        inet6 fe80::a00:27ff:feef:c7e6 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        ether 08:00:27:ef:c7:e6 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 197 bytes 18918 (18.4 Kib)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 605 bytes 57415 (56.0 Kib)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
        inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
            loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
            RX packets 16 bytes 1995 (1.9 Kib)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 16 bytes 1995 (1.9 Kib)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Рисунок 2.12: Вывод команды ifconfig на клиенте

Повторная проверка файла /var/lib/kea/kea-leases4.csv на сервере подтверждает активную аренду IP-адреса 192.168.1.30 клиентской машине, что свидетельствует о корректной работе DHCP-сервера Kea (рис. 2.13).

```
[root@server.alkamal.net ~]# cat /var/lib/kea/kea-leases4.csv
address,hwaddr,client_id,valid_lifetime,expire,subnet_id,fqdn_fwd,fqdn_rev,hostname,state
,user_context,pool_id
192.168.1.30,08:00:27:ef:c7:e6,01:08:00:27:ef:c7:e6,7200,1770507066,1,0,0,client,,0,,0
192.168.1.30,08:00:27:ef:c7:e6,01:08:00:27:ef:c7:e6,7200,1770507098,1,0,0,client,,0,,0
192.168.1.30,08:00:27:ef:c7:e6,01:08:00:27:ef:c7:e6,7200,1770507100,1,0,0,client,,0,,0
```

Рисунок 2.13: Повторная проверка списка выданных адресов

2.4 Настройка обновления DNS-зоны

На виртуальной машине server создан каталог /etc/named/keys, затем сгенерирован TSIG-ключ DHCP_UPDATER алгоритмом HMAC-SHA512 с сохранением в файл /etc/named/keys/dhcp_updater.key. После этого откорректированы права доступа владельца каталога (рис. 2.14).

```
[root@server.alkamal.net ~]# mkdir -p /etc/named/keys
[root@server.alkamal.net ~]# tsig-keygen -a HMAC-SHA512 DHCP_UPDATER > /etc/named/keys/dh
cp_updater.key
[root@server.alkamal.net ~]# nano /etc/named/keys/dhcp_updater.key
[root@server.alkamal.net ~]# chown -R named:named /etc/named/keys
[root@server.alkamal.net ~]#
```

Рисунок 2.14: Создание TSIG-ключа и настройка прав доступа

В файле `/etc/named/keys/dhcp_updater.key` содержится описание ключа: имя `DHCP_UPDATER`, алгоритм `hmac-sha512` и сгенерированное секретное значение, используемое для аутентификации динамических DNS-обновлений (рис. 2.15).

```
server [Running] - Oracle VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal Feb 7 21:44
root@server:~[1]
GNU nano 5.6.1 /etc/named/keys/dhcp_updater.key
key "DHCP_UPDATER" {
    algorithm hmac-sha512;
    secret "XtsfzPKHL0yNe0puhLETvExlBe8Qc0AkWaB0MQJzD6U8nWYmJIDQIEV0zhz9AiqNrKGgL8N";
};
```

Рисунок 2.15: Содержимое файла `dhcp_updater.key`

В конфигурационный файл `/etc/named.conf` добавена директива подключения ключа:

```
include "/etc/named/keys/dhcp_updater.key";
```

что позволяет службе `named` использовать созданный TSIG-ключ (рис. 2.16).

```
File Name to Write: /etc/named.conf
^G Help M-D DOS Format M-A Append M-B Backup File
^C Cancel M-M Mac Format M-P Prepend ^T Browse
```

Рисунок 2.16: Подключение TSIG-ключа в `named.conf`

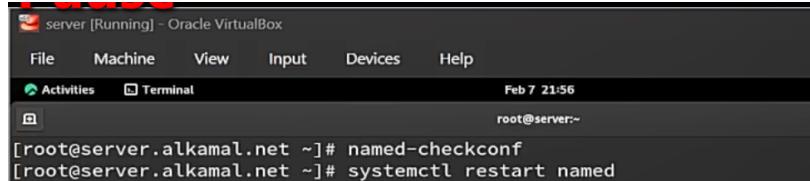
В конфигурации зон прямого и обратного разрешения добавлена политика `update-policy`, разрешающая ключу `DHCP_UPDATER` выполнять динамическое обновление записей типа A и PTR с использованием механизма DHCID (рис. 2.17).

```
zone "alkamal.net" IN {
    type master;
    file "master/fz/alkamal.net";
    update-policy {
        grant DHCP_UPDATER wildcard *.alkamal.net A DHCID;
    };
};

zone "1.168.192.in-addr.arpa" IN {
    type master;
    file "master/rz/192.168.1";
    update-policy {
        grant DHCP_UPDATER wildcard *.1.168.192.in-addr.arpa PTR DHCID;
    };
};
```

Рисунок 2.17: Настройка `update-policy` для прямой и обратной зоны

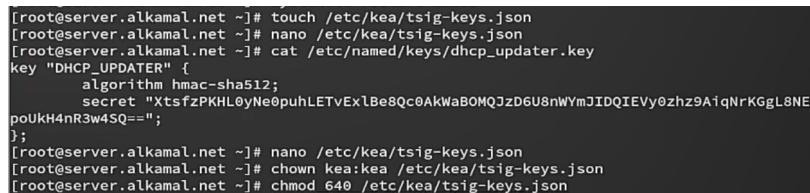
Выполнена проверка корректности конфигурационного файла командой named-checkconf, затем произведён перезапуск службы named. Ошибки конфигурации отсутствуют (рис. 2.18).



```
[root@server.alkamal.net ~]# named-checkconf
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl restart named
```

Рисунок 2.18: Проверка конфигурации и перезапуск named

Создан файл /etc/kea/tsig-keys.json, в который перенесён ранее сгенерированный секретный ключ в формате JSON для использования службой Kea DHCP. Затем установлен владелец kea:kea и права доступа 640, что ограничивает доступ к ключу (рис. 2.19).

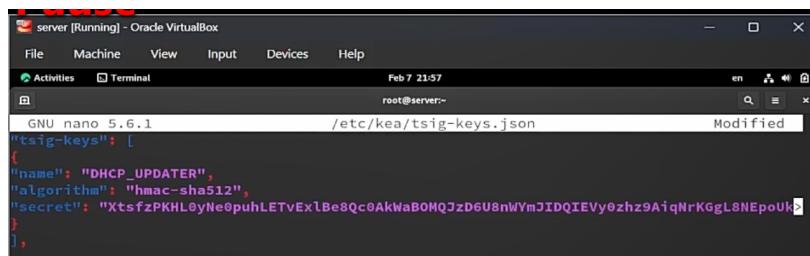


```
[root@server.alkamal.net ~]# touch /etc/kea/tsig-keys.json
[root@server.alkamal.net ~]# nano /etc/kea/tsig-keys.json
[root@server.alkamal.net ~]# cat /etc/named/keys/dhcp_updater.key
key "DHCP_UPDATER" {
    algorithm hmac-sha512;
    secret "XtsfzPKHL0yNe0puhLETvExlBe8Qc0AkWaBOMQJzD6U8nWYmJIDQIEVy0zhz9AiqNrKGgLSNE
poUh4nR3w4SQ==";
};

[root@server.alkamal.net ~]# nano /etc/kea/tsig-keys.json
[root@server.alkamal.net ~]# chown kea:kea /etc/kea/tsig-keys.json
[root@server.alkamal.net ~]# chmod 640 /etc/kea/tsig-keys.json
```

Рисунок 2.19: Создание и настройка файла tsig-keys.json для Kea

В файле /etc/kea/tsig-keys.json описан TSIG-ключ DHCP_UPDATER с алгоритмом hmac-sha512 и секретным значением, используемым Kea для аутентификации обновлений DNS (рис. 2.20).

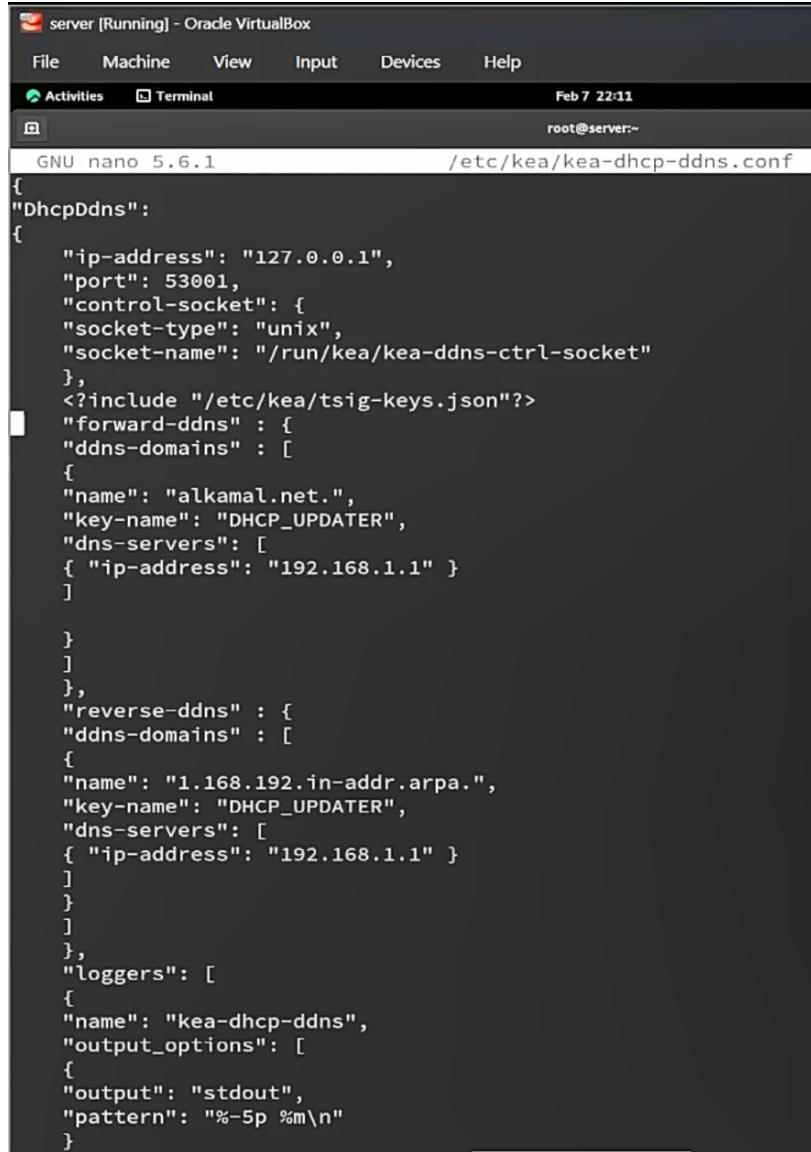


```
GNU nano 5.6.1          /etc/kea/tsig-keys.json      Modified
"tsig-keys": [
{
  "name": "DHCP_UPDATER",
  "algorithm": "hmac-sha512",
  "secret": "XtsfzPKHL0yNe0puhLETvExlBe8Qc0AkWaBOMQJzD6U8nWYmJIDQIEVy0zhz9AiqNrKGgLSNEpoUh4nR3w4SQ=="
}
```

Рисунок 2.20: Содержимое файла tsig-keys.json

В конфигурационном файле /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf настроен

сервис DHCP-DDNS: указаны адрес 127.0.0.1, порт 53001, подключён файл `tsig-keys.json`, определены зоны `alkamal.net.` и `1.168.192.in-addr.arpa.` с ключом `DHCP_UPDATER` и DNS-сервером 192.168.1.1 (рис. 2.21).



The screenshot shows a terminal window titled "server [Running] - Oracle VirtualBox". The window has a dark theme with white text. At the top, there's a menu bar with "File", "Machine", "View", "Input", "Devices", and "Help". Below the menu is a toolbar with "Activities" and "Terminal". The status bar at the bottom shows the date "Feb 7 22:11" and the user "root@server:~". The main area of the terminal is a text editor displaying the `etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf` file. The configuration file is written in JSON and defines a "DhcpDdns" section with various parameters like IP address, port, control socket, and DNS servers. It also includes sections for "forward-ddns" and "reverse-ddns" with their respective domains and key names.

```
GNU nano 5.6.1 /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf
{
  "DhcpDdns": {
    {
      "ip-address": "127.0.0.1",
      "port": 53001,
      "control-socket": {
        "socket-type": "unix",
        "socket-name": "/run/kea/kea-ddns-ctrl-socket"
      },
      "<?include \"/etc/kea/tsig-keys.json\"?>"
      "forward-ddns" : {
        "ddns-domains" : [
          {
            "name": "alkamal.net.",
            "key-name": "DHCP_UPDATER",
            "dns-servers": [
              { "ip-address": "192.168.1.1" }
            ]
          }
        ]
      },
      "reverse-ddns" : {
        "ddns-domains" : [
          {
            "name": "1.168.192.in-addr.arpa.",
            "key-name": "DHCP_UPDATER",
            "dns-servers": [
              { "ip-address": "192.168.1.1" }
            ]
          }
        ],
        "loggers": [
          {
            "name": "kea-dhcp-ddns",
            "output_options": [
              {
                "output": "stdout",
                "pattern": "%-5p %m\n"
              }
            ]
          }
        ]
      }
    }
  }
}
```

Рисунок 2.21: Конфигурация `kea-dhcp-ddns.conf`

После исправления синтаксической ошибки выполнена проверка конфигурации командой `kea-dhcp-ddns -t`. Проверка завершилась успешно. Затем служба `kea-dhcp-ddns.service` включена и запущена; статус – `active`

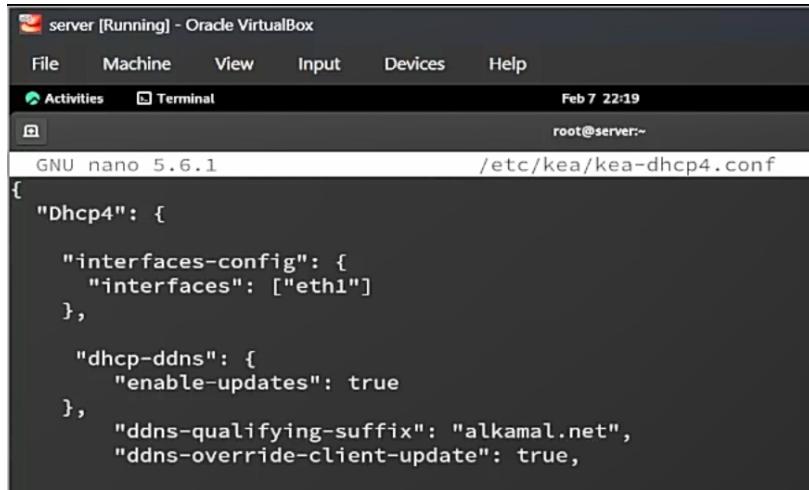
(running) (рис. 2.22).

```
[root@server.alkamal.net ~]# nano /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf
[root@server.alkamal.net ~]# chown kea:kea /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf
[root@server.alkamal.net ~]# kea-dhcp-ddns -t /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf
Syntax check failed with: /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf:11.5-18: syntax error, unexpected forward-ddns, expecting "," or }
[root@server.alkamal.net ~]# nano /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf
[root@server.alkamal.net ~]# kea-dhcp-ddns -t /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf
2026-02-07 22:13:48.682 INFO [kea-dhcp-ddns.dct1/11444.140134037352576] DCTL_CONFIG_CHECK_COMPLETE server has completed configuration check: listening on 127.0.0.1, port 53001, using UDP, result: success(0), text=Configuration check successful
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl enable --now kea-dhcp-ddns.service
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/kea-dhcp-ddns.service → /usr/lib/systemd/system/kea-dhcp-ddns.service.
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl status kea-dhcp-ddns.service
● kea-dhcp-ddns.service - Kea DHCP-DDNS Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/kea-dhcp-ddns.service; enabled; preset: disabled)
   Active: active (running) since Sat 2026-02-07 22:14:35 UTC; 9s ago
     Docs: man:kea-dhcp-ddns(8)
     Main PID: 11480 (kea-dhcp-ddns)
       Tasks: 5 (limit: 4493)
      Memory: 1.9M (peak: 2.1M)
        CPU: 6ms
       CGroup: /system.slice/kea-dhcp-ddns.service
               └─11480 /usr/sbin/kea-dhcp-ddns -c /etc/kea/kea-dhcp-ddns.conf

Feb 07 22:14:35 server.alkamal.net systemd[1]: Started Kea DHCP-DDNS Server.
Feb 07 22:14:35 server.alkamal.net kea-dhcp-ddns[11480]: 2026-02-07 22:14:35.839 INFO [D
Feb 07 22:14:35 server.alkamal.net kea-dhcp-ddns[11480]: INFO COMMAND_ACCEPTOR_START St
Feb 07 22:14:35 server.alkamal.net kea-dhcp-ddns[11480]: INFO DCTL_CONFIG_COMPLETE serv
Feb 07 22:14:35 server.alkamal.net kea-dhcp-ddns[11480]: INFO DHCP_DDNS_STARTED Kea DHC
lines 1-16/16 (END)
```

Рисунок 2.22: Проверка конфигурации и запуск kea-dhcp-ddns

В файл /etc/kea/kea-dhcp4.conf добавлены параметры, разрешающие динамическое обновление DNS: "enable-updates": true, "ddns-qualifying-suffix": "alkamal.net", "ddns-override-client-update": true (рис. 2.23).



```
server [Running] - Oracle VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal Feb 7 22:19
root@server:~
GNU nano 5.6.1 /etc/kea/kea-dhcp4.conf
{
  "Dhcp4": {
    "interfaces-config": {
      "interfaces": ["eth1"]
    },
    "dhcp-ddns": {
      "enable-updates": true
    },
    "ddns-qualifying-suffix": "alkamal.net",
    "ddns-override-client-update": true,
```

Рисунок 2.23: Включение динамических обновлений в kea-dhcp4.conf

Проверка конфигурации DHCP-сервера выполнена командой kea-dhcp4 -t, затем служба kea-dhcp4.service перезапущена. Статус — active

(running) (рис. 2.24).

```
[root@server.alkamal.net ~]# kea-dhcp4 -t /etc/kea/kea-dhcp4.conf
2026-02-07 22:20:14.999 INFO [kea-dhcp4.hosts/11497.139803674556544] HOSTS_BACKENDS_REGISTERED the following host backend types are available: mysql postgresql
2026-02-07 22:20:14.999 WARN [kea-dhcp4.dhcpsrv/11497.139803674556544] DHCPSRV_MT_DISABLED_QUEUE_CONTROL disabling dhcp queue control when multi-threading is enabled.
2026-02-07 22:20:14.999 WARN [kea-dhcp4.dhcp4/11497.139803674556544] DHCP4_RESERVATIONS_LOOKUP_FIRST_ENABLED Multi-threading is enabled and host reservations lookup is always performed first.
2026-02-07 22:20:14.999 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11497.139803674556544] DHCPSRV_CFGMGR_NEW_SUBNET4 a new subnet has been added to configuration: 192.168.1.0/24 with params: valid-lifetime=7200
2026-02-07 22:20:14.999 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11497.139803674556544] DHCPSRV_CFGMGR_SOCKET_TYPE_SELECT using socket type raw
2026-02-07 22:20:15.000 INFO [kea-dhcp4.dhcpsrv/11497.139803674556544] DHCPSRV_CFGMGR_ADD_IFACE listening on interface eth1
2026-02-07 22:20:15.000 INFO [kea-dhcp4.dhcp4/11497.139803674556544] DHCPSRV_CFGMGR_SOCKET_TYPE_DEFAULT "dhcp-socket-type" not specified , using default socket type raw
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl restart kea-dhcp4.service
[root@server.alkamal.net ~]# systemctl status kea-dhcp4.service
● kea-dhcp4.service - Kea DHCPv4 Server
    Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/kea-dhcp4.service; enabled; preset: disabled)
      Docs: man:kea-dhcp4(8)
   Main PID: 11506 (kea-dhcp4)
     Tasks: 6 (limit: 4493)
    Memory: 2.6M (peak: 2.8M)
       CPU: 10ms
      CGroup: /system.slice/kea-dhcp4.service
              └─11506 /usr/sbin/kea-dhcp4 -c /etc/kea/kea-dhcp4.conf

Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.175 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.176 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.178 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.178 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.178 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.178 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.178 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.183 INFO [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.183 WARN [kea->
Feb 07 22:21:47 server.alkamal.net kea-dhcp4[11506]: 2026-02-07 22:21:47.183 INFO [kea->
```

Рисунок 2.24: Проверка и перезапуск kea-dhcp4

На виртуальной машине client выполнено повторное получение IP-адреса через интерфейс eth1 с помощью команд nmcli connection down eth1 и nmcli connection up eth1, что инициировало процесс динамического обновления DNS-зоны (рис. 2.25).



Рисунок 2.25: Переполучение IP-адреса на клиенте

В каталоге прямой DNS-зоны /var/named/master/fz появился файл alkamal.net.jnl, что подтверждает выполнение динамического обновления зоны и автоматическое внесение изменений в записи DNS (рис. 2.26).

```
[root@server.alkamal.net ~]# cd /var/named/master/fz
[root@server.alkamal.net fz]# ls
alkamal.net  alkamal.net.jnl
[root@server.alkamal.net fz]#
```

Рисунок 2.26: Появление файла зоны alkamal.net.jnl

2.5 Анализ работы DHCP-сервера после настройки обновления DNS-зоны

На виртуальной машине client выполнен запрос:

```
dig @192.168.1.1 client.alkamal.net
```

В разделе HEADER указано:

- opcode: QUERY – стандартный DNS-запрос;
- status: NOERROR – ошибок разрешения нет;
- flags: qr aa rd ra – ответ получен (qr), сервер является авторитетным (aa), рекурсивный запрос разрешён (rd, ra);
- ANSWER: 1 – получена одна запись.

В разделе QUESTION SECTION запрошена запись типа A для client.alkamal.net.

В разделе ANSWER SECTION возвращена запись:

```
client.alkamal.net. 2400 IN A 192.168.1.30
```

где:

- 2400 – TTL записи;
- IN – класс Internet;
- A – тип записи;
- 192.168.1.30 – IP-адрес, выданный DHCP-сервером.

Это подтверждает корректное динамическое обновление прямой DNS-зоны (рис. 2.27).

```
[root@client.alkamal.net ~]# dig @192.168.1.1 client.alkamal.net
; <>> DiG 9.16.23-RH <>> @192.168.1.1 client.alkamal.net
; (1 server found)
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 27755
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1
;;
;; OPT PSEUDOSECTION:
;; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
;; COOKIE: 25aec0aaef4ae7fce010000006987c11dafe8d0958330c3b4 (good)
;; QUESTION SECTION:
;client.alkamal.net.      IN      A
;;
;; ANSWER SECTION:
client.alkamal.net.    2400    IN      A       192.168.1.30
;;
;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 192.168.1.1#53(192.168.1.1)
;; WHEN: Sat Feb 07 22:49:04 UTC 2026
;; MSG SIZE  rcvd: 91
[root@client.alkamal.net ~]#
```

Рисунок 2.27: Проверка DNS-записи клиента командой dig

2.6 Внесение изменений в настройки внутреннего окружения виртуальной машины

На виртуальной машине server выполнено копирование конфигурационных файлов DHCP в каталог provisioning:

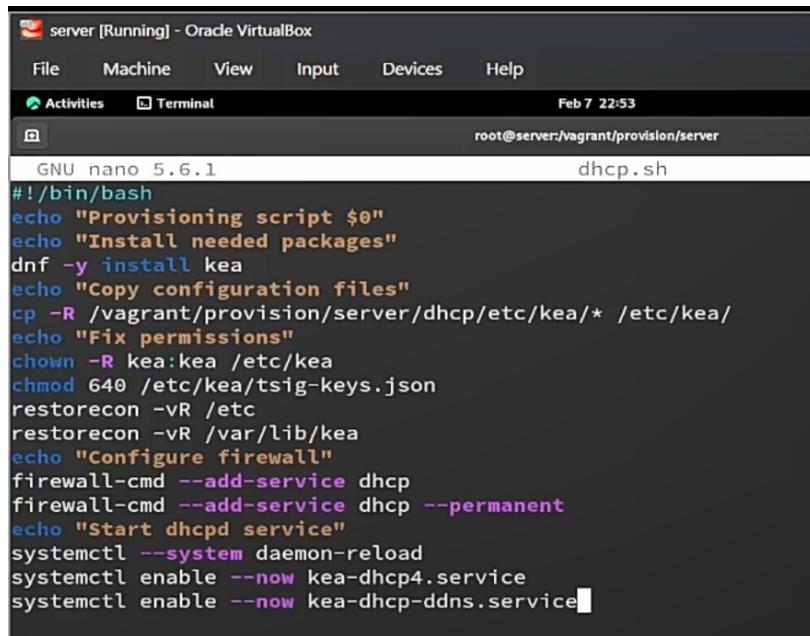
- создан каталог /vagrant/provision/server/dhcp/etc/kea;
- скопировано содержимое /etc/kea/;
- затем выполнено копирование файлов DNS из /var/named/ в каталог provisioning (рис. 2.28).

```
[root@server.alkamal.net fz]# cd /vagrant/provision/server
[root@server.alkamal.net server]# mkdir -p /vagrant/provision/server/dhcp/etc/kea
[root@server.alkamal.net server]# cp -R /etc/kea/* /vagrant/provision/server/dhcp/etc/kea/
[root@server.alkamal.net server]# cd /vagrant/provision/server/dns/
[root@server.alkamal.net dns]# cp -R /var/named/* /vagrant/provision/server/dns/var/named/
cp: overwrite '/vagrant/provision/server/dns/var/named/master/fz/alkamal.net'? y
cp: overwrite '/vagrant/provision/server/dns/var/named/master/rz/192.168.1'? y
[root@server.alkamal.net dns]# cd /vagrant/provision/server
[root@server.alkamal.net server]# touch dhcp.sh
[root@server.alkamal.net server]# chmod +x dhcp.sh
[root@server.alkamal.net server]#
```

Рисунок 2.28: Копирование конфигураций DHCP и DNS в каталог provisioning

В каталоге /vagrant/provision/server создан исполняемый файл dhcp.sh, содержащий команды установки пакета kea, копирования конфигураций,

настройки прав доступа, восстановления SELinux-контекста, настройки firewalld и запуска служб kea-dhcp4 и kea-dhcp-ddns (рис. 2.29).



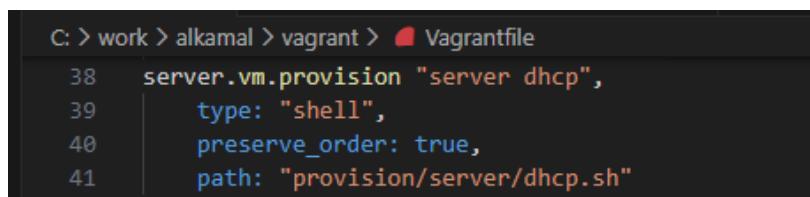
```
server [Running] - Oracle VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal Feb 7 22:53
root@server:vagrant/provision/server
GNU nano 5.6.1 dhcp.sh
#!/bin/bash
echo "Provisioning script $0"
echo "Install needed packages"
dnf -y install kea
echo "Copy configuration files"
cp -R /vagrant/provision/server/dhcp/etc/kea/* /etc/kea/
echo "Fix permissions"
chown -R kea:kea /etc/kea
chmod 640 /etc/kea/tsig-keys.json
restorecon -vR /etc
restorecon -vR /var/lib/kea
echo "Configure firewall"
firewall-cmd --add-service dhcp
firewall-cmd --add-service dhcp --permanent
echo "Start dhcpcd service"
systemctl --system daemon-reload
systemctl enable --now kea-dhcp4.service
systemctl enable --now kea-dhcp-ddns.service
```

Рисунок 2.29: Содержимое provisioning-скрипта dhcp.sh

В файле Vagrantfile в разделе конфигурации виртуальной машины server добавлена директива:

```
server.vm.provision "server dhcp",
  type: "shell",
  preserve_order: true,
  path: "provision/server/dhcp.sh"
```

что обеспечивает автоматическое выполнение скрипта при загрузке виртуальной машины (рис. 2.30).



```
C: > work > alkamal > vagrant > Vagrantfile
38   server.vm.provision "server dhcp",
39     type: "shell",
40     preserve_order: true,
41     path: "provision/server/dhcp.sh"
```

Рисунок 2.30: Подключение dhcp.sh в Vagrantfile

3 Выводы

В ходе выполнения работы был установлен и настроен DHCP-сервер Kea на виртуальной машине `server`, выполнена конфигурация выдачи IP-адресов в подсети `192.168.1.0/24` и проверена корректность распределения адресов клиенту.

Настроено динамическое обновление прямой и обратной DNS-зон с использованием механизма TSIG и службы `kea-dhcp-ddns`. После переполучения адреса клиентом автоматически создана DNS-запись `client.alkamal.net`, что подтверждено запросом `dig`.

Проверка журналов, статуса служб и содержимого файла аренды `/var/lib/kea/kea-lease` показала корректную работу DHCP- и DDNS-служб. В каталоге зоны появился файл журнала `.jnl`, что свидетельствует о выполнении динамических обновлений.

Дополнительно реализована автоматизация настройки через `provisioning`-скрипт `dhcp.sh`, подключённый в `Vagrantfile`, что обеспечивает воспроизводимость конфигурации при повторном развёртывании виртуальной машины.

4 Контрольные вопросы:

1. В каких файлах хранятся настройки сетевых подключений?
 - В Linux настройки сети обычно хранятся в текстовых файлах в директории /etc/network/ или /etc/sysconfig/network-scripts/.
2. За что отвечает протокол DHCP?
 - Протокол DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) отвечает за автоматическое присвоение сетевых настроек устройствам в сети, таких как IP-адресов, маски подсети, шлюза, DNS-серверов и других параметров.
3. Поясните принцип работы протокола DHCP. Какими сообщениями обмениваются клиент и сервер, используя протокол DHCP?
 - Принцип работы протокола DHCP:
 - Discover (Обнаружение): Клиент отправляет в сеть запрос на обнаружение DHCP-сервера.
 - Offer (Предложение): DHCP-сервер отвечает клиенту, предлагая ему конфигурацию сети.
 - Request (Запрос): Клиент принимает предложение и отправляет запрос на использование предложенной конфигурации.
 - Acknowledgment (Подтверждение): DHCP-сервер подтверждает клиенту, что предложенная конфигурация принята и может быть использована.

4. В каких файлах обычно находятся настройки DHCP-сервера? За что отвечает каждый из файлов?

- Настройки DHCP-сервера обычно хранятся в файлах конфигурации, таких как /etc/dhcp/dhcpd.conf. Они содержат информацию о диапазонах IP-адресов, параметрах сети и других опциях DHCP.

5. Что такое DDNS? Для чего применяется DDNS?

- DDNS (Dynamic Domain Name System) - это система динамического доменного имени. Она используется для автоматического обновления записей DNS, когда IP-адрес узла изменяется. DDNS применяется, например, в домашних сетях, где IP-адреса часто изменяются посредством DHCP.

6. Какую информацию можно получить, используя утилиту ifconfig? Приведите примеры с использованием различных опций.

- Утилита ifconfig используется для получения информации о сетевых интерфейсах.

Примеры:

ifconfig: Показывает информацию обо всех активных сетевых интерфейсах.

ifconfig eth0: Показывает информацию о конкретном интерфейсе (в данном случае, eth0).

7. Какую информацию можно получить, используя утилиту ping? Приведите примеры с использованием различных опций. - Утилита ping используется для проверки доступности узла в сети.

Примеры:

ping google.com: Пингует домен google.com.

ping -c 4 192.168.1.1: Пингует IP-адрес 192.168.1.1 и отправляет 4 эхо-запроса.

5 Список литературы

1. Barr D. **Common DNS Operational and Configuration Errors**: RFC / RFC Editor.
— 02/1996. — DOI: <https://doi.org/10.17487/rfc1912>
2. Droms R. **Dynamic Host Configuration Protocol**: RFC / RFC Editor. — 03/1997.
— P. 1–45. — DOI: <https://doi.org/10.17487/rfc2131>
3. Vixie P., Thomson S., Rekhter Y., Bound J. **Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE), RFC 2136**: RFC / RFC Editor. — 04/1997. — DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC2136>