

# MikroTik

IPv6 и туннельный брокер.  
Популяризация IPv6.

# Обо Мне

- Практикующий администратор сетей и решений с 1996г.
- Учился в TSI Рига и МТИ Москва.
- Работал в компаниях NURON DC, SIA Datagrupa 777, СП Buzton, Novatel, Sonet.
- Сертификатов много, зачем они вам? :)
- Работаю с Микротиком с 2012 года.
- Контакты: [timur.hp@gmail.com](mailto:timur.hp@gmail.com)

# Mikrotik

- Латвийский производитель сетевого оборудования. Компания разрабатывает и продает сетевое оборудование (маршрутизаторы, сетевые коммутаторы, точки доступа и программное обеспечение).
- Компания основана в 1996 года.
- Основные достоинства:
  - Стоимость - в своей ценовой категории просто нет.
  - Функциональность просто огромная. Можно реализовать любую хотелку.
  - Надежность и стабильность.
  - Документация и обновления.
  - Единая OS и система конфигурирования.
  - Масштабируемость.

# Переход на IPv6 неизбежен.

- IPv6 призванная решить проблемы, с которыми столкнулась предыдущая версия (IPv4) при её использовании в Интернете, за счёт использования длины адреса 128 бит вместо 32.
- IPv4 адресное пространство давно закончилось.
- Маршрутизаторы больше не должны фрагментировать пакет, вместо этого пакет отбрасывается с ICMP-уведомлением о превышении MTU и указанием величины MTU следующего канала, в который этому пакету не удалось войти.
- Из IP-заголовка исключена контрольная сумма. С учётом того, что канальные (Ethernet) и транспортные (TCP и UDP) протоколы имеют свои контрольные суммы

# ОСНОВНЫЕ факты.

- IPv4 адрес = 32 бита. Всего маршрутизируемых адресов: 4.294.967.296
- IPv6 адрес = 128 бита. Всего маршрутизируемых адресов  $3,4 \times 10^{38}$  (на 1 кв. метр Земли:  $6,65 \times 10^{23}$  адресов).
- 340 ундециллионов адресов. (Это число 340, за которым следует 36 нулей.)

# ОСНОВНЫЕ факты.

- IPv6 адрес: 128 бит, отображаются как восемь четырёхзначных шестнадцатеричных чисел, разделённых двоеточием.
- Пример адреса: 2001:0db8:11a3:09d7:1f34:8a2e:07a0:765d
- Если две и более групп подряд равны 0000, то они опускаются и заменяются на двойное двоеточие (::). Незначащие старшие нули в группах опускаются.
- Пример: 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:ae21:ad12 = 2001:db8::ae21:ad12
- В течении недели работы с ipv6, возвращаться на ipv4 уже нет желания. :)

# Основные факты.

- IPv6. Стандартная длина префикса для локальной сети: /64.
- Адресов = 18.446.744.073.709.551.614.

# ОСНОВНЫЕ факты.

- Существует три типа IPv6-адресов:
- **Unicast (индивидуальный)** – Служит для определения интерфейса на устройстве под управлением протокола IPv6.
- **Multicast (Групповой)** – Используется для отправки пакетов по нескольким адресам назначения (Заменяет собой Broadcast адрес, имеется IPv6-адрес для всех узлов, который дает аналогичный результат.). Маршрутизаторы не должны передавать любой multicast пакет за границы, указанные в поле *scope* в multicast адресе получателя.
- **Anycast (Произвольный)** – IPv6 определяет новый тип адреса, называемых anycast. Anycast адрес определяет список узлов или устройств. Пакет, посланный к такому адресу, доставляется на ближайший интерфейс. Anycast адреса синтаксически неотличимы от адресов Global unicast, потому что Anycast адреса выделяются из адресного пространства Global unicast. В сети могут существовать несколько хостов с абсолютно идентичными IPv6-адресами. Вариант использования я выявил один, в случае, когда находятся три балансировщика около сервера.



# Методы присвоения адреса IPv6 в MikroTik.

- Автоконфигурация (Stateless Address Autoconfiguration — SLAAC).
- DHCPv6 - в роли дополнения к SLAAC, для распространения options23 - DNS (пример) или как делегирования части сети.
- В ручную.

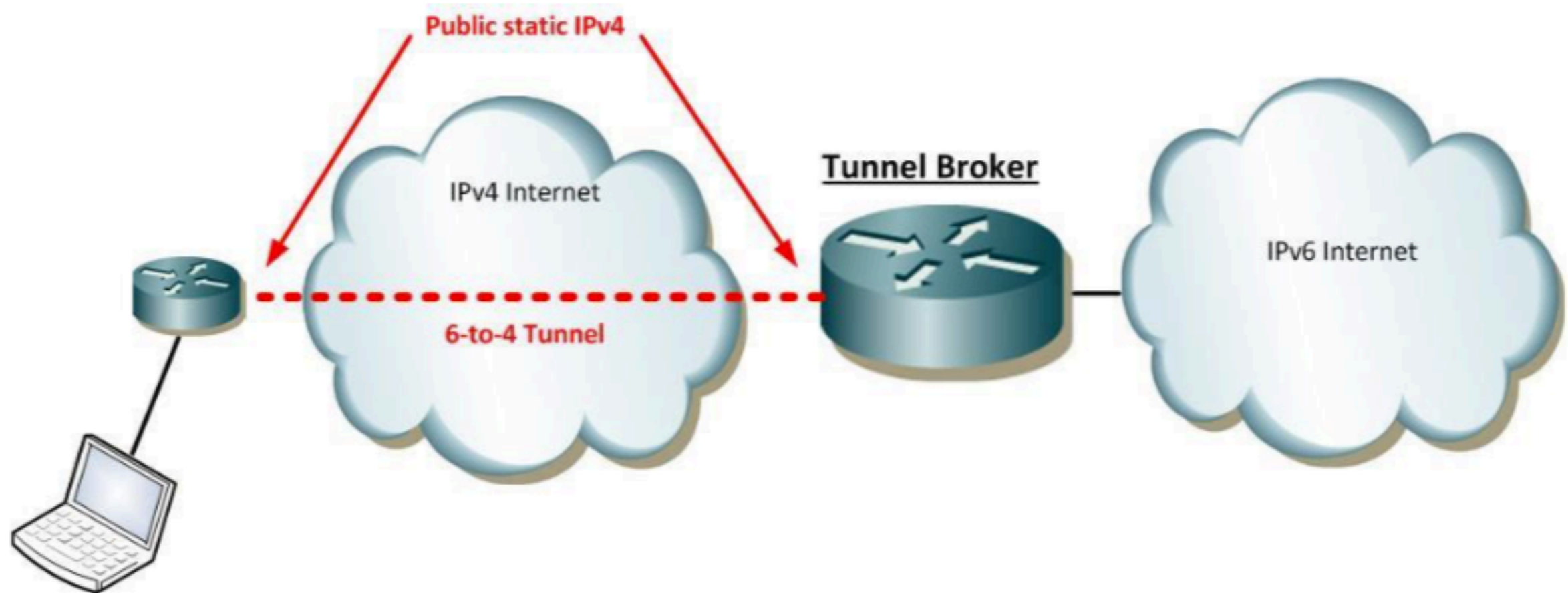
# Методы присвоения адреса IPv6.

- Важно! Делегировать сеть можно только не ниже префикса /64. SOHO устройства клиента, ниже /64 не понимают.
- DNSv6 работает на портах udp, 546 (клиент), 547 (сервер).
- Флаг M (Managed Address Configuration).
- Флаг O (Other Configuration).

# Провайдер не дает IPv6.

- У нас один путь, туннельные брокеры.
- Aarnet, Hurricane Electric, Indonesian IPv6, IP4Market, NetAssist и так далее.
- Практически все дают сеть /48 = ffff:ffff:ffff:: - это 65545 сетей /64.

# Провайдер не дает IPv6.



# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Активировать IPv6 пакет:

The screenshot shows the MikroTik WinBox interface. The left sidebar contains a menu with the following items: Quick Set, CAPSMAN, Interfaces, Wireless, Bridge, PPP, Switch, Mesh, IP, IPv6, MPLS, Routing, System, Queues, Files, Log, Radius, Tools, New Terminal, LCD, Ferretion, Make Supout, Manual, New WinBox, and Exit. The 'System' menu item is expanded, showing a list of system components: Auto Upgrade, Certificates, Clock, Console, Databases, Drivers, Health, History, Identity, LEDs, License, Logging, NTP Client, NTP Server, Packages, and Password. The 'Packages' item is highlighted. The main window displays the 'Package List' table with columns for Name, Version, and Build Time.

Name	Version	Build Time
arp	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
arm	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
advanced tools	6.43.1	Oct/17/2018 06:37:48
dhcp	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
hotspot	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
ipv6	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
mpk	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
ppp	6.43.1	Oct/17/2018 06:37:48
routing	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
security	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
system	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48
wireless	6.43.4	Oct/17/2018 06:37:48

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Создать туннель 6to4:

The screenshot shows the 'Interface <ipv6-tunnel>' configuration window in MikroTik WinBox. The 'General' tab is active, showing the following settings:

- Name: ipv6-tunnel
- Type: 6to4 Tunnel
- MTU: 1280
- Actual MTU: 1280
- L2 MTU: 65535
- Local Address: 101.20.45.12
- Remote Address: 144.0.1.2
- IPsec Secret: (empty)
- Keepalive: (empty)
- DSCP: 10
- Dont Fragment: no
- Clamp TCP MSS

At the bottom of the window, the status is shown as 'enabled', 'running', and 'slave'. On the right side, there are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Apply', 'Disable', 'Comment', 'Copy', 'Remove', and 'Torch'.

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Прописать выданный туннельный адрес для маршрутизации:

The screenshot displays the MikroTik WinBox interface. On the left, a sidebar menu shows 'IPv6' selected. The main panel is divided into two sections: a left sidebar with 'Addresses' selected, and a right pane titled 'IPv6 Address <2a0d:8340:8aa::2/64>'. The configuration fields are as follows:

- Address:** 3f0c:1340:f11::2/64
- From Pool:** (empty dropdown)
- Interface:** ipv6-tunnel
- EUI64
- Advertise
- No DAD

At the bottom, there are two tabs: 'enabled' (selected) and 'Global'. On the right side of the configuration pane, there are several buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, and Remove.

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Прописать адрес из выданной подсети:

IPv6 Address <2a0d:8340:8aa:5555::1/64>

Address: 3f0c:1340:f11:1111::1/64

From Pool: [empty]

Interface: bridge-home-lan

EUI64

Advertise

No DAD

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Copy

Remove

enabled | Global



# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Маршрутизация до брокера:

The screenshot shows the 'IPv6 Route <2000::/3>' configuration window in WinBox. The 'General' tab is active, showing the following settings:

- Dst. Address:** 2000::/3
- Gateway:** 3f0c:1340:f11::1 (with a dropdown menu showing 'reachable ipv6-tunnel')
- Check Gateway:** (empty field)
- Type:** unicast
- Distance:** 1
- Scope:** 30
- Target Scope:** 10
- Received From:** (empty field)

At the bottom of the window, the status is shown as 'enabled', 'active', and 'static'. On the right side, there are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Apply', 'Disable', 'Comment', 'Copy', and 'Remove'.

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Настройка ND (Neighbor Discovery)

The screenshot displays the MikroTik WinBox interface for configuring IPv6 Neighbor Discovery (ND) on the 'bridge-home-lan' interface. The left pane shows the 'Neighbor Discovery' configuration table, and the right pane shows the detailed configuration for the selected interface.

**Neighbor Discovery Configuration Table:**

Interface	RA Interval (s)	RA Dela...	MTU	Re
all	200-600	3		
bridge-home-lan	200-600	3		

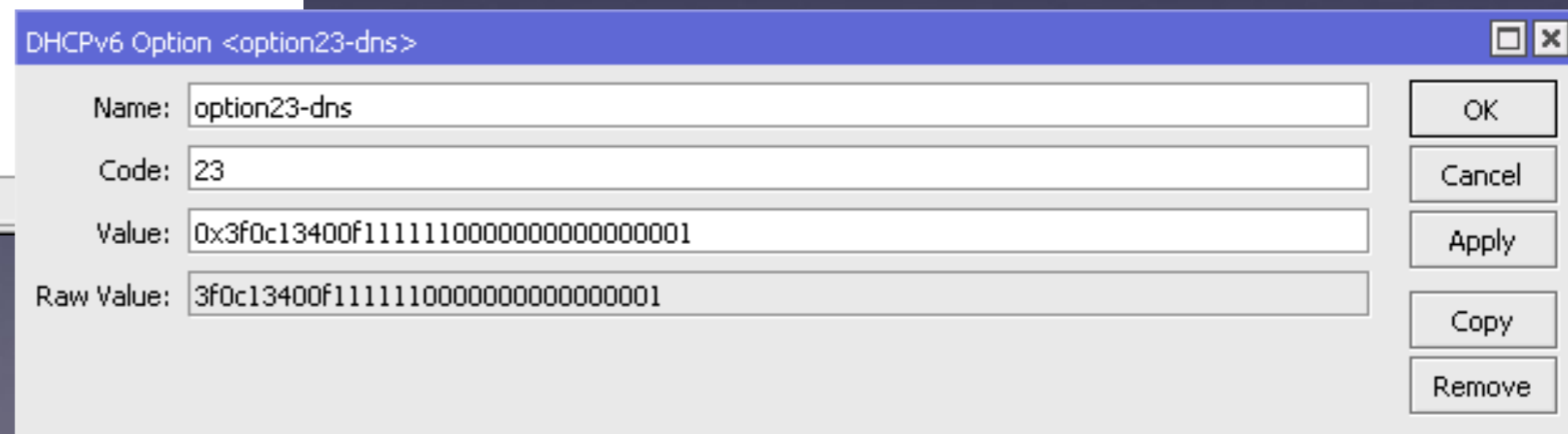
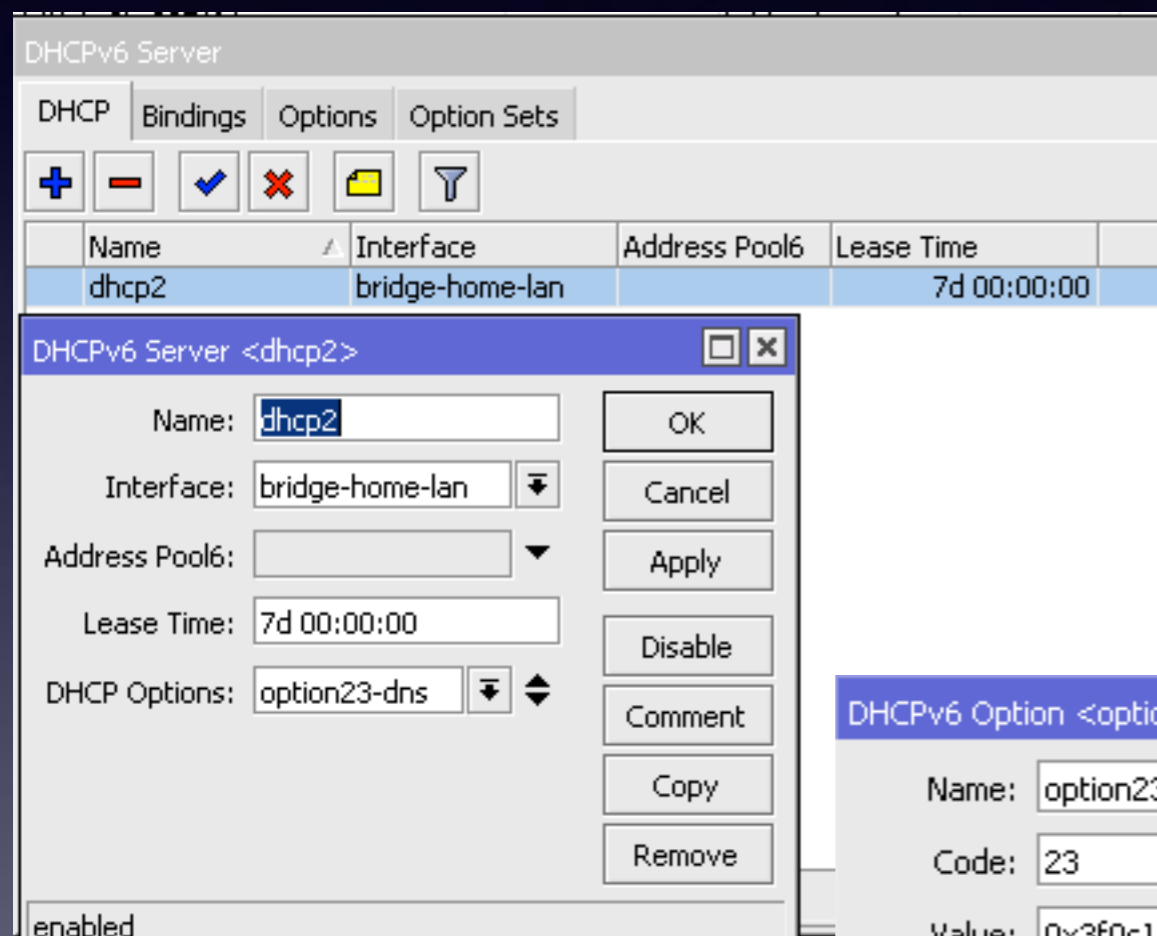
**ND <bridge-home-lan> Configuration:**

- Interface: bridge-home-lan
- RA Interval: 200-600 s
- RA Delay: 3 s
- MTU: [empty]
- Reachable Time: [empty] s
- Retransmit Interval: [empty] s
- RA Lifetime: 1800 s
- Hop Limit: 64
- Advertise MAC Address
- Advertise DNS
- Managed Address Configuration
- Other Configuration

Buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Copy, Remove. Status: enabled.

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- настройка DHCPv6 для выдачи DNS.



# Настройка IPv6 на MikroTik.

- DNS на MikroTik:

DNS Settings

Servers: 2001:4860:4860::8888  
8.8.8.8  
2001:4860:4860::8844  
2001:470:20::2  
8.8.4.4

Dynamic Servers:

Allow Remote Requests

Max UDP Packet Size: 4096

Query Server Timeout: 4.000 s

Query Total Timeout: 10.000 s

Max. Concurrent Queries: 100

Max. Concurrent TCP Sessions: 20

Cache Size: 2048 KIB

Cache Max TTL: 1d 00:00:00

Cache Used: 446 KIB

OK  
Cancel  
Apply  
Static  
Cache

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Базовые правила ipv6 firewall:

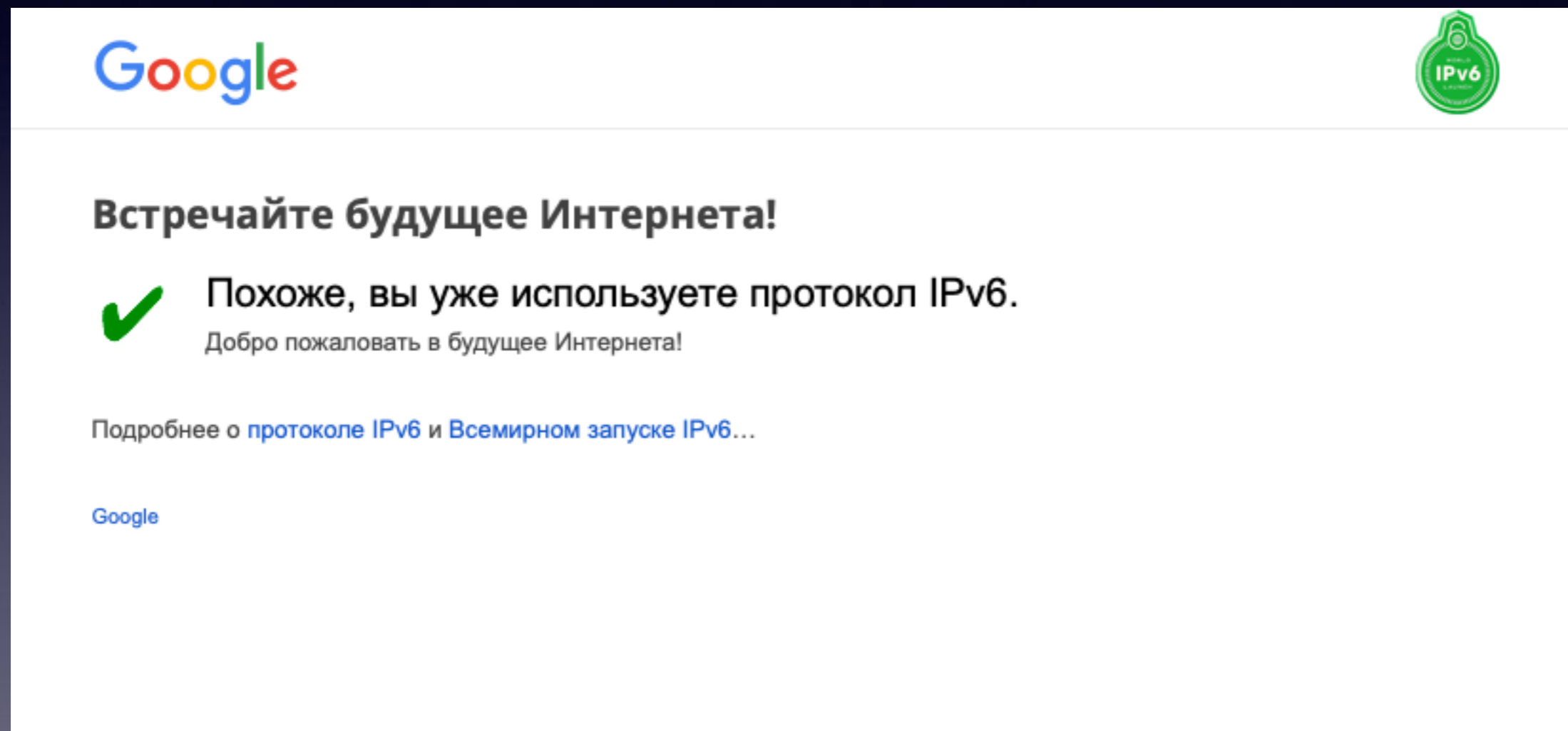
```
/ipv6 firewall filter
```

```
add action=drop chain=input comment="drop invalid connections" connection-state=invalid
add action=accept chain=input comment="Allow established,related connections" connection-
state=established,related,untracked in-interface=ipv6-tunnel
add action=accept chain=input comment="Accept ICMP (50/sec)" in-interface=ipv6-tunnel limit=50,5:packet
protocol=icmpv6
add action=accept chain=input in-interface=bridge-home-lan protocol=icmpv6
add action=accept chain=input dst-port=53 in-interface=bridge-home-lan protocol=udp
add action=accept chain=input dst-port=53 in-interface=bridge-home-lan protocol=tcp
add action=accept chain=input dst-port=547 in-interface=bridge-home-lan protocol=udp
add action=log chain=input disabled=yes log-prefix=ipv6
add action=drop chain=input comment="Block All "

add action=drop chain=forward comment="drop invalid connections" connection-state=invalid
add action=accept chain=forward disabled=yes in-interface=ipv6-tunnel limit=50,5:packet out-interface=bridge-home-lan
protocol=icmpv6
add action=accept chain=forward comment="Allow established,related connections" connection-
state=established,related,untracked in-interface=ipv6-tunnel out-interface=bridge-home-lan
add action=accept chain=forward in-interface=bridge-home-lan out-interface=ipv6-tunnel
add action=log chain=forward disabled=yes log-prefix=ipv6-fw
add action=drop chain=forward comment="Block All"
```

# Настройка IPv6 на MikroTik.

- Выполняем тест: (<https://ipv6test.google.com>, <http://test-ipv6.com>)



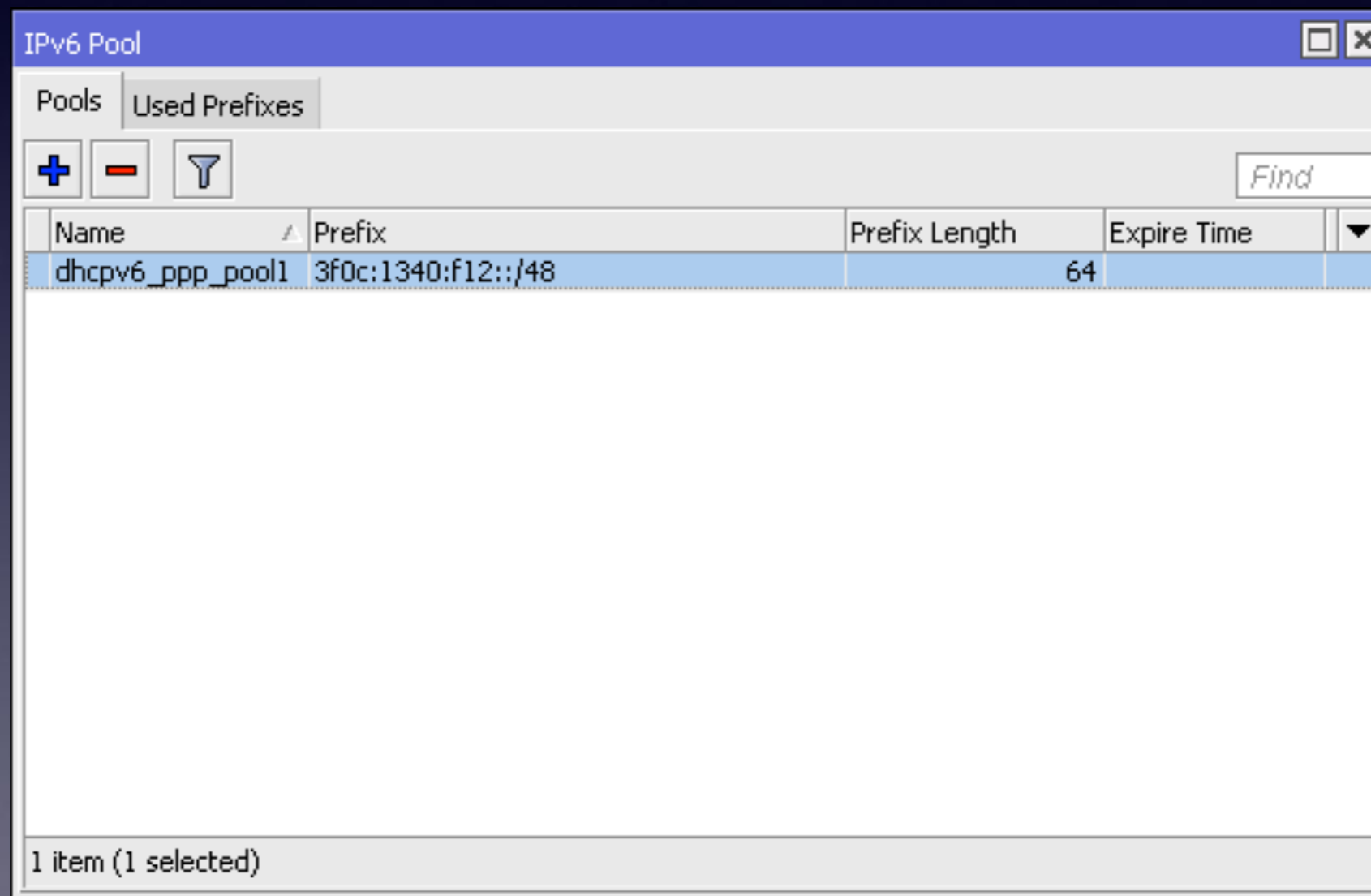
# Раздача pool IPv6.



MikroTik MUM Tashkent

# Раздача pool IPv6.

- Выделить подсеть в pool IPv6.





# Раздача pool IPv6.

- Создание профиля для ppp.

The screenshot shows the 'PPP Profile' configuration window for 'profile-sstp-ipv6'. The window has a blue title bar and several tabs: 'General', 'Protocols', 'Limits', 'Queue', and 'Scripts'. The 'General' tab is active. The configuration fields are as follows:

- Name: profile-sstp-ipv6
- Local Address: 192.168.0.1 (with a dropdown arrow and an up arrow)
- Remote Address: vpn\_pool (with a dropdown arrow and an up arrow)
- Remote IPv6 Prefix Pool: (empty field with a down arrow)
- DHCPv6 PD Pool: dhcpv6\_ppp\_pool1 (with a dropdown arrow and an up arrow)
- Bridge: (empty field with a down arrow)

On the right side of the window, there are several buttons: OK, Cancel, Apply, Comment, Copy, and Remove.

# Раздача pool IPv6.

- Настройка mAP Lite в качестве абонента:

DHCPv6 Client <sstp-home>

DHCP Advanced Status

Interface: sstp-home

Request:  info  address  prefix

Pool Name: ipv6\_pool

Pool Prefix Length: 64

Prefix Hint:

Use Peer DNS  
 Add Default Route

OK  
Cancel  
Apply  
Disable  
Comment  
Copy  
Remove  
Release  
Renew

enabled Status: bound

# Раздача pool IPv6.

- Настройка mAP Lite в качестве абонента:

New IPv6 Address

Address:

From Pool:

Interface:

EUI64

Advertise

No DAD

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

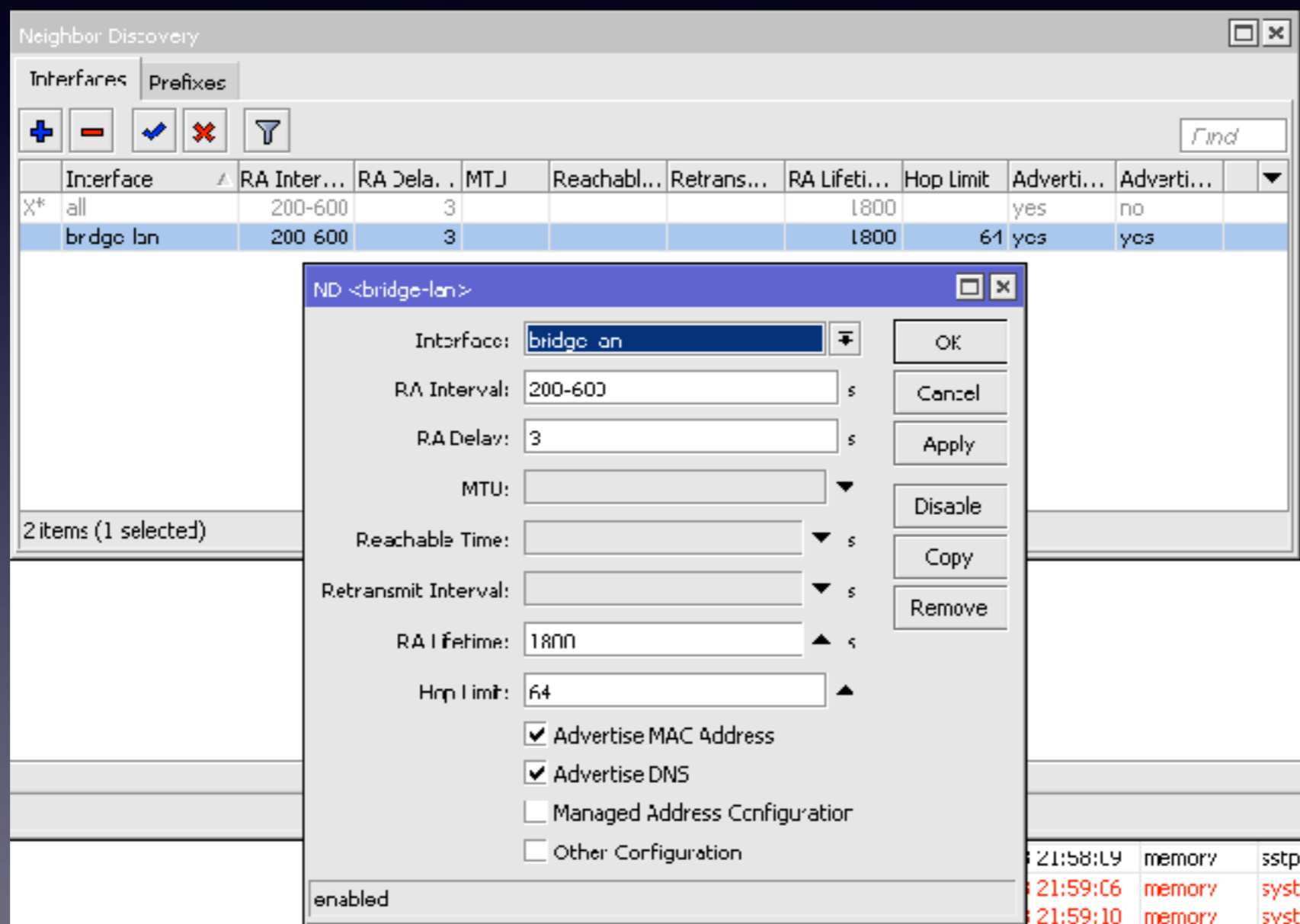
Copy

Remove

enabled | Global

# Раздача pool IPv6.

- Настройка mAP Lite в качестве абонента:



# Раздача pool IPv6.

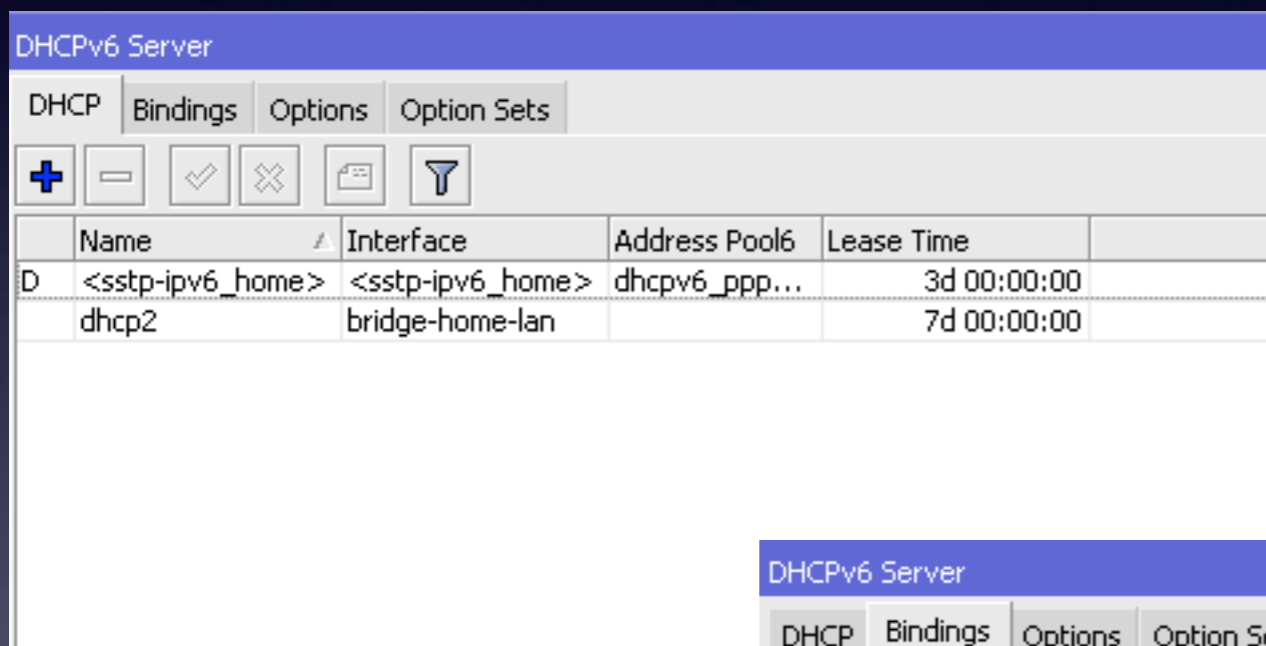
- Настройка mAP Lite в качестве абонента:

The screenshot displays three windows from the Mikrotik WinBox interface:

- DHCPv6 Client:** Shows a table with one entry for the 'sstp-home' interface. The 'Request' is 'prefix', the 'Pool Name' is 'ipv6\_pool', and the 'Status' is 'bound'.
- IPv6 Pool:** Shows a table with one entry for the 'ipv6\_pool' with a prefix of '3f0c:1340:f12::/64' and an expiration time of '2d 23:58:10'.
- IPv6 Address List:** Shows a table with four entries: a global address (G) '3f0c:1340:f12::/64' from the 'ipv6\_pool' on the 'bridge-lan' interface with 'Advertise' set to 'yes'; and three link-local addresses (DL) on 'sstp-home', 'bridge-lan', and 'bridge-wan' interfaces, all with 'Advertise' set to 'no'.

# Раздача pool IPv6.

- DHCPv6 на стороне раздающего:

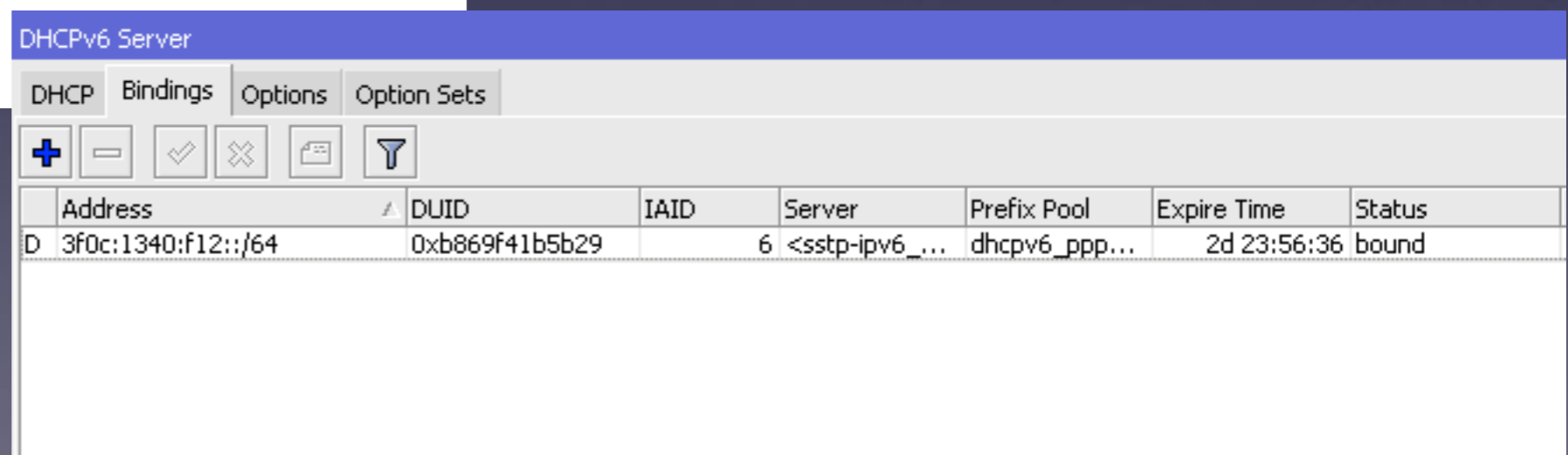


DHCPv6 Server

DHCP Bindings Options Option Sets

+ - ✓ ✗ [icon] [icon]

	Name	Interface	Address Pool6	Lease Time
D	<sstp-ipv6_home>	<sstp-ipv6_home>	dhcpv6_ppp...	3d 00:00:00
	dhcp2	bridge-home-lan		7d 00:00:00



DHCPv6 Server

DHCP Bindings Options Option Sets

+ - ✓ ✗ [icon] [icon]

	Address	DUID	IAID	Server	Prefix Pool	Expire Time	Status
D	3f0c:1340:f12::/64	0xb869f41b5b29		6 <sstp-ipv6_...	dhcpv6_ppp...	2d 23:56:36	bound

# Раздача рооl IPv6.

- Настройка mAP Lite в качестве абонента:

DAS	▶ 3f0c:1340:f12::/64	fe80::6% <sstp-ipv6_home> reachable	1
-----	----------------------	-------------------------------------	---

**Вопросы?**

**Спасибо за внимание!**