



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55
www.spw.ru info@spw.ru

IPv6 это просто

АВТОР ДОКЛАДА: ИЛЬЯ КНЯЗЕВ

О себе

- Илья Николаевич Князев
- г. Санкт-Петербург, Россия
- Технический директор компании spw.ru
- Сертифицированный тренер Mikrotik
- Сертификаты МТСНА, МТСТСЕ, МТСВЕ, МТСУМЕ, МТСРЕ, МТСИНЕ, МТСIPv6Е, МТССЕ
- Мой E-Mail ikn@spw.ru



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

О нашей компании

- Более 350 обученных специалистов
- Более 3000 довольных нами клиентов
- Поставлено более 5000 единиц оборудования
- 5 - наш рейтинг на Яндекс-Маркет



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Зачем нужен IPv6

- Предоставляет намного большее адресное пространство по сравнению с IPv4
- Быстрее работает
- Облегчает настройку сети
- Дешевле стоит
- Избавлен от множества проблем IPv4



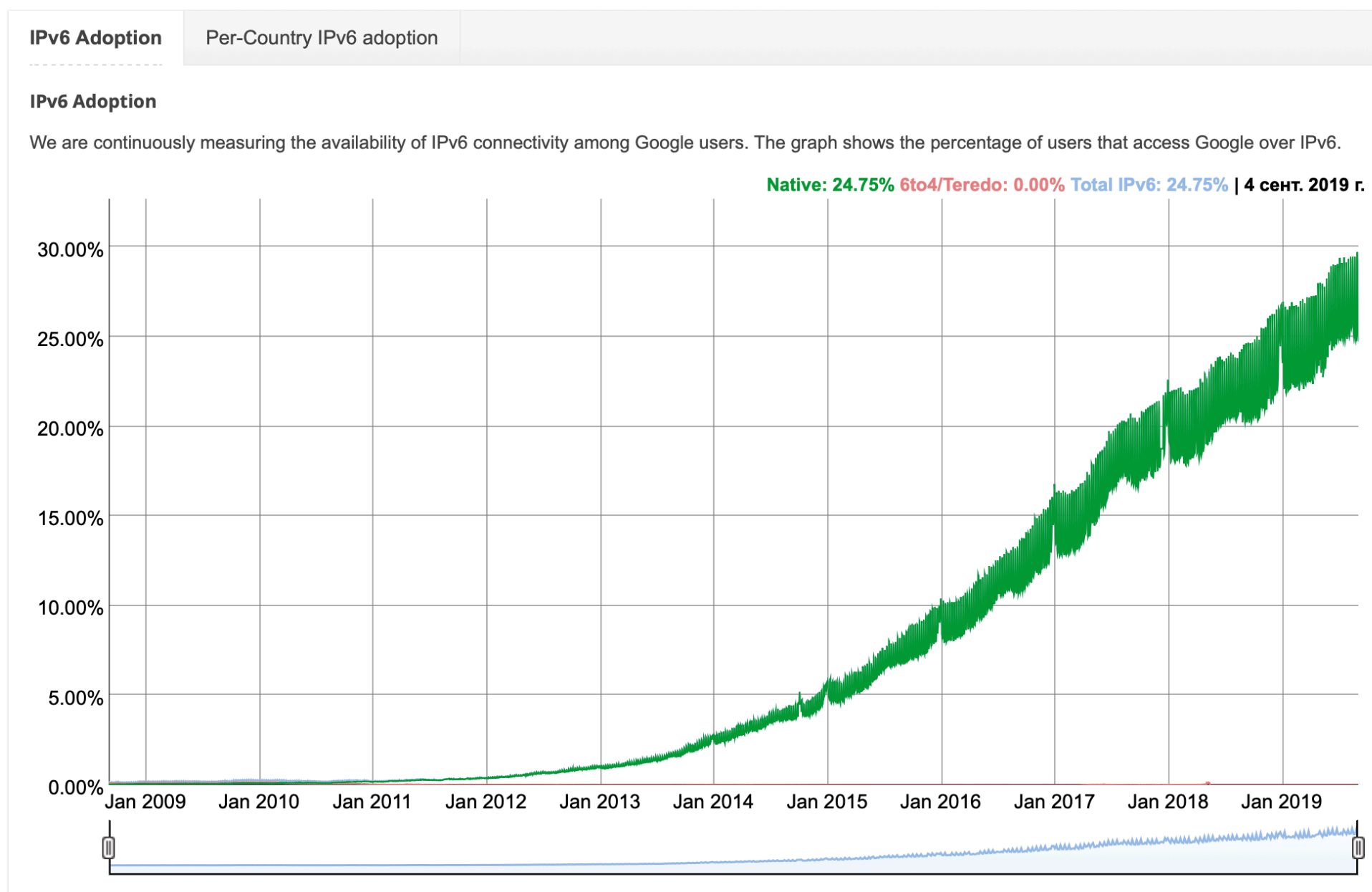
Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Немного статистики



Количество обращений на серверы компании Google по IPv6



Solution.
Production.
Warranty.

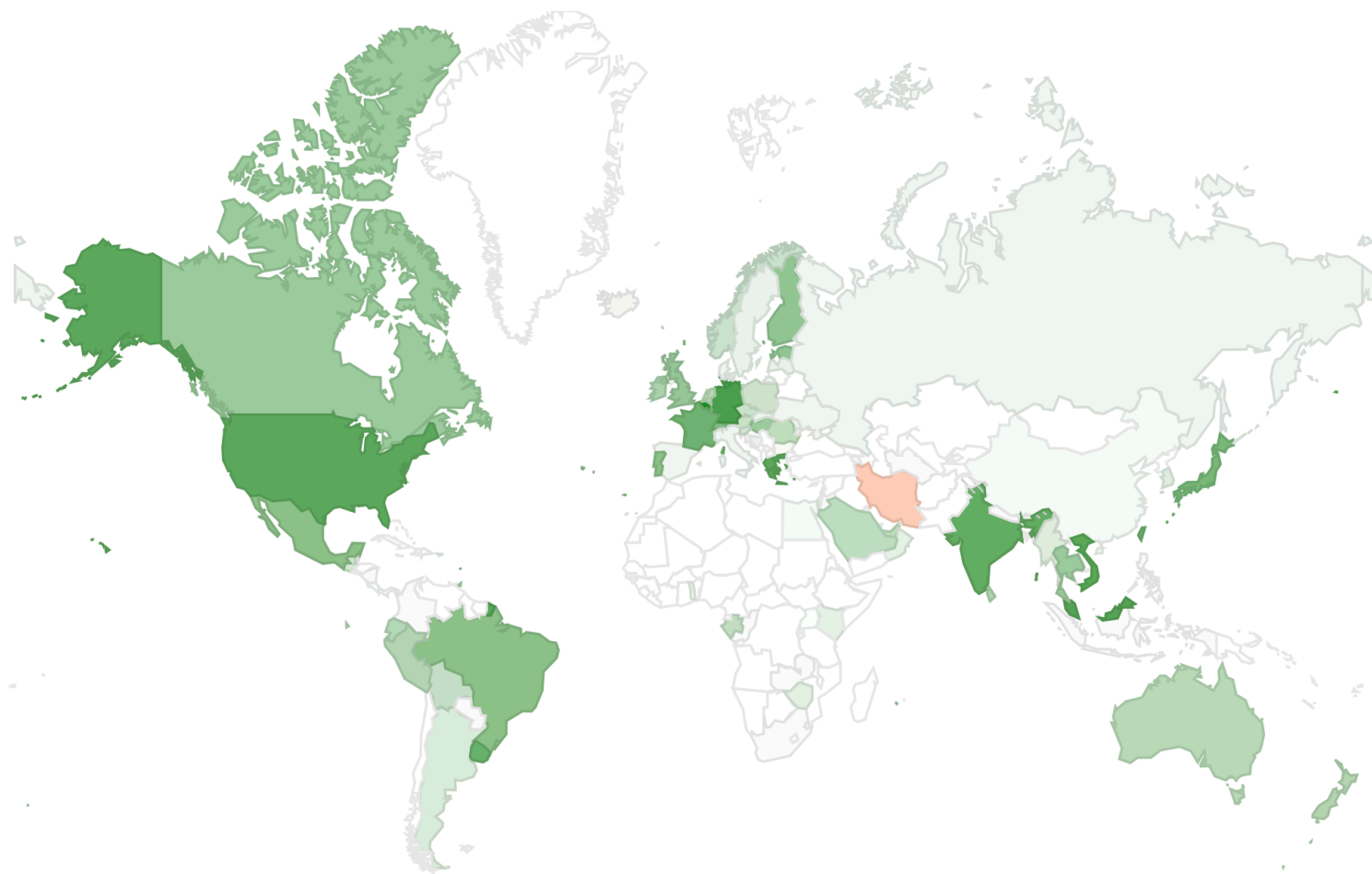
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Немного статистики

- Бельгия 52,4%
- Германия 42,6%
- США 37,6%
- Зимбабве 6,4%
- Россия 3,8%



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Немного статистики

- В настоящее время BGP Full View для IPv4 составляет около 750 000 маршрутов. Минимальная длина сети для анонса /24
- Для IPv6 Full View составляет всего около 70 000 маршрутов. Минимальная длина сети для анонса /48



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

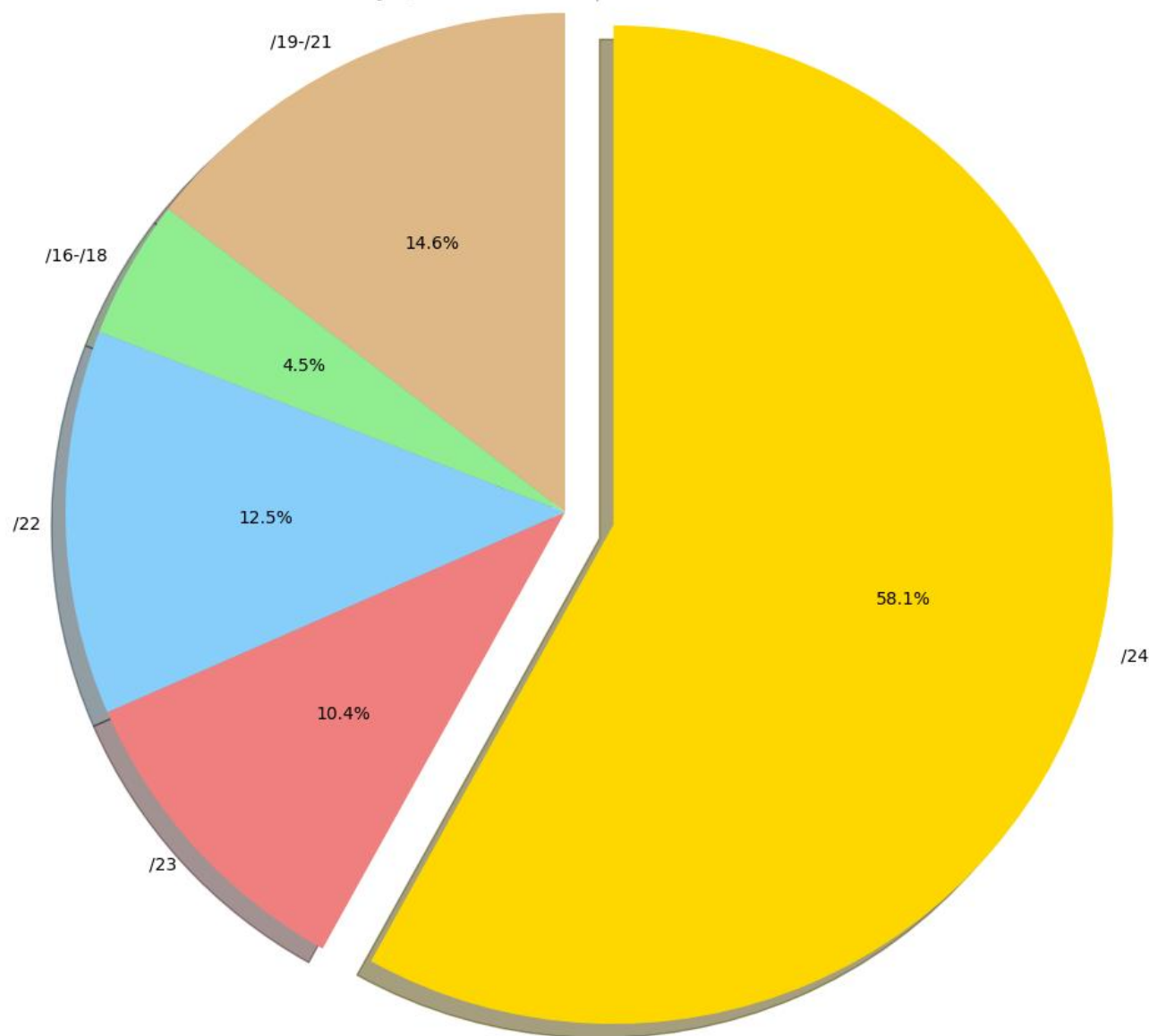
www.spw.ru info@spw.ru

Немного статистики

Распределение префиксов IPv4

Current prefix range distribution for IPv4 (04-Sep-2019)

data by @mellowdrifter | www.mellowd.dev



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

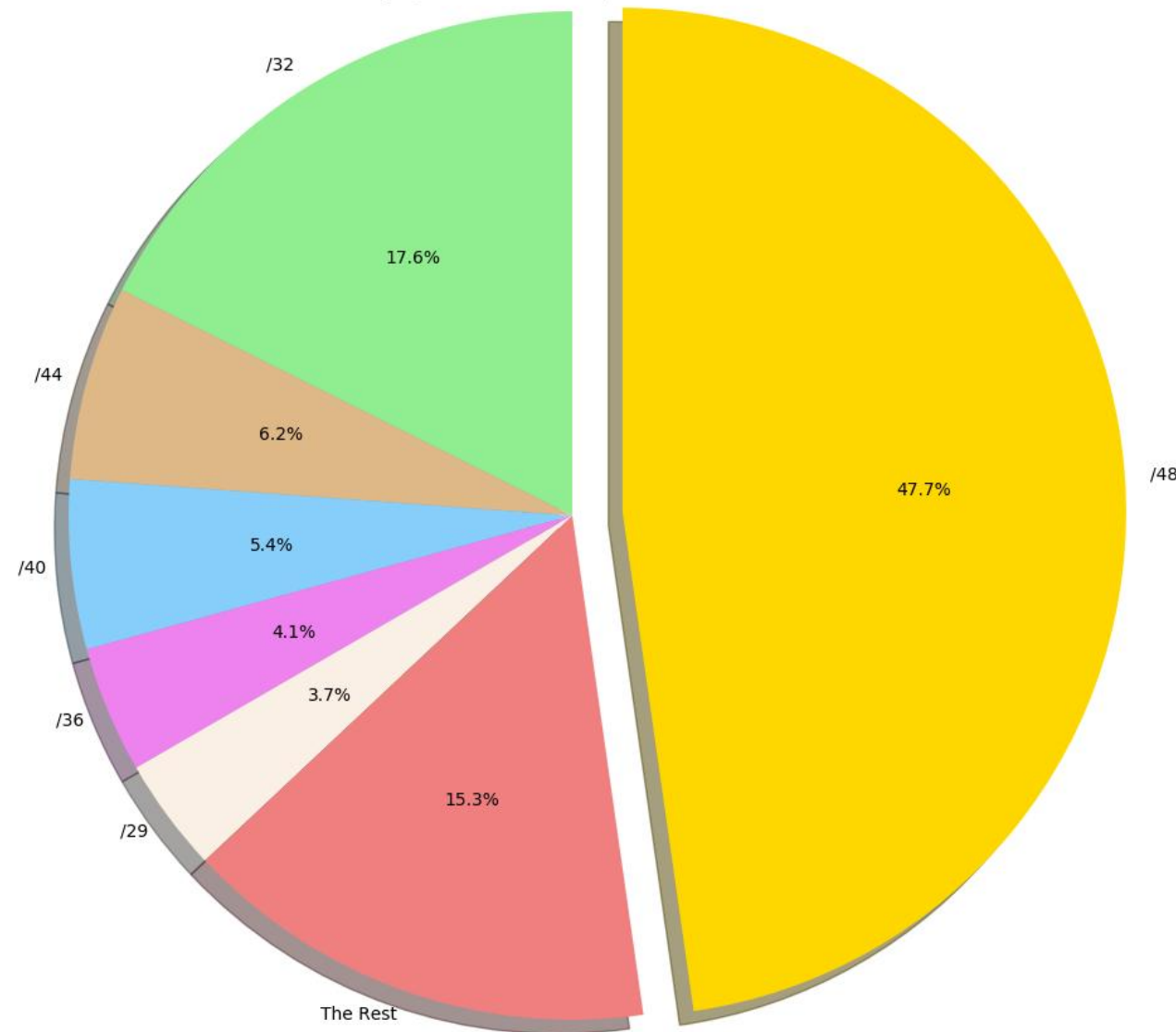
www.spw.ru info@spw.ru

Немного статистики

Распределение префиксов IPv6

Current prefix range distribution for IPv6 (04-Sep-2019)

data by @mellowdrifter | www.mellowd.dev



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Адресное пространство

- Адресное пространство протокола IPv4 содержит 2^{32} адресов или 4 294 967 296 адресов.
- Адресное пространство протокола IPv6 содержит 2^{128} адресов или их больше чем в IPv4 в 10^{28} степени раз (в 79 228 162 514 264 337 593 543 950 336) раз)
- В IPv4 есть немаршрутизируемые «серые» адреса диапазоны 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16
- В IPv4 есть специальный диапазон адресов 169.254.0.0/16 (APIPA)
- В IPv6 есть специальные немаршрутизируемые адреса FE80::/10 (Link-Local) которые назначаются автоматически на интерфейсе и чем-то похожи на APIPA. Но их можно использовать для маршрутизации



Solution.
Production.
Warranty.

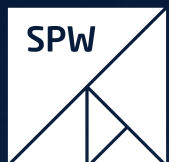
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Адресное пространство

- Формат записи IPv4 адреса двоично-десятичный. Например 192.168.0.15 «Лишние» нули перед числом можно не писать.
- Формат записи IPv6 шестнадцатеричный блоками по 2 байта. Например 2000:0001:0002:0000:0000:0000:0000:0001 но он может быть записан в сокращенном виде 2000:1:2::1



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Протокол ARP

- В IPv4 для связывания MAC-адреса Ethernet-интерфейса с IP-адресом используется протокол ARP
- Соответственно в свойствах ethernet-интерфейсов можно задавать режимы работы ARP (Enabled, Disabled, Proxy-ARP, Local-Proxy-ARP)
- В IPv6 вместо ARP используется протокол ND (Neighbor Discovery)
- В отличие от ARP, ND использует Multicast



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Маршруты

- Создание маршрутов фактически такое же как и в IPv4, только адреса немного другие
- В отличии от IPv4 на интерфейсах всегда есть Link-Local адреса, которые можно использовать в маршрутизации не задавая дополнительных подсетей между хостами.
- IPv6 поддерживается всеми основными динамическими протоколами маршрутизации RIPvng, OSPFv3 и, безусловно, BGP



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

DHCP

- В отличии от IPv4 DHCP может работать не только через Ethernet-интерфейсы.
- 2 типа DHCP-серверов:
 1. DHCP-PD (Prefix Delegation), когда клиент получает префикс подсети
 2. Классический DHCP-сервер, когда клиент получает адрес (не поддерживается в RouterOS).
- В большинстве случаев DHCP вообще можно не настраивать. Клиент сам находит роутер(ы) и DNS-серверы в сети используя протокол ND (SLAAC)
- * Android и IOS в настоящее время не имеют DHCPv6 клиента



Solution.
Production.
Warranty.

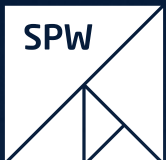
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

NAT

- В IPv4 NAT одна из наиболее часто используемых технологий.
- В IPv6 NAT не используется, так как глобальных маршрутизируемых IPv6 адресов хватит на всех.
- Как следствие не возникает проблем с работой сложных протоколов через NAT. (Прощай односторонняя слышимость на VoIP). Так же теперь нет необходимости поднимать VPN-туннель между офисами.



Solution.
Production.
Warranty.

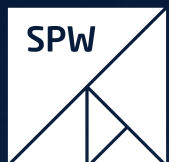
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Безопасность

- Обеспечивается правильной настройкой Firewall, так как трафик все равно идет через маршрутизатор
- Сканирование подсети для поиска уязвимых узлов затруднено, так как адресное пространство /64 не позволяет произвести сканирование сети за разумное время.



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Безопасность

- При автоматической конфигурации операционная система назначает себе временный адрес с которого выходит в Интернет. Адрес периодически меняется на новый. Это называется Privacy Extension

Конфигурация IPv6:

Маршрутизатор: fe80::e68d:8cff:fe50:bda6

IPv6-адрес	Длина префикса
2a0e:██████:1:45b:2b9f:61f6:882a	64
2a0e:██████:1:8987:17e8:7bff:3e28	64



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Безотказность работы

- Автоматическое конфигурирование позволяет иметь в сети более одного маршрутизатора. Клиент найдет их сам по протоколу ND.
- Наличие Anycast-адресов позволяет иметь в сети более одного узла с одним и тем же адресом
- При изменении настроек сети в случае SLAAC клиенты изменяют свои настройки «на лету»



Solution.
Production.
Warranty.

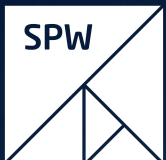
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность

- IPv6 имеет заголовок пакета фиксированной длины размером в 40 байт, независимо от протокола из которых 32 байта - это адреса отправителя и получателя пакета. В то время как в IPv4 длина заголовка варьируется от 20 до 60 байт в зависимости от количества дополнительных параметров
- Отсутствием контрольной суммы, что не требует от маршрутизатора ее перерасчета при изменении TTL
- Запретом фрагментации/дефрагментации пакета на промежуточных маршрутизаторах



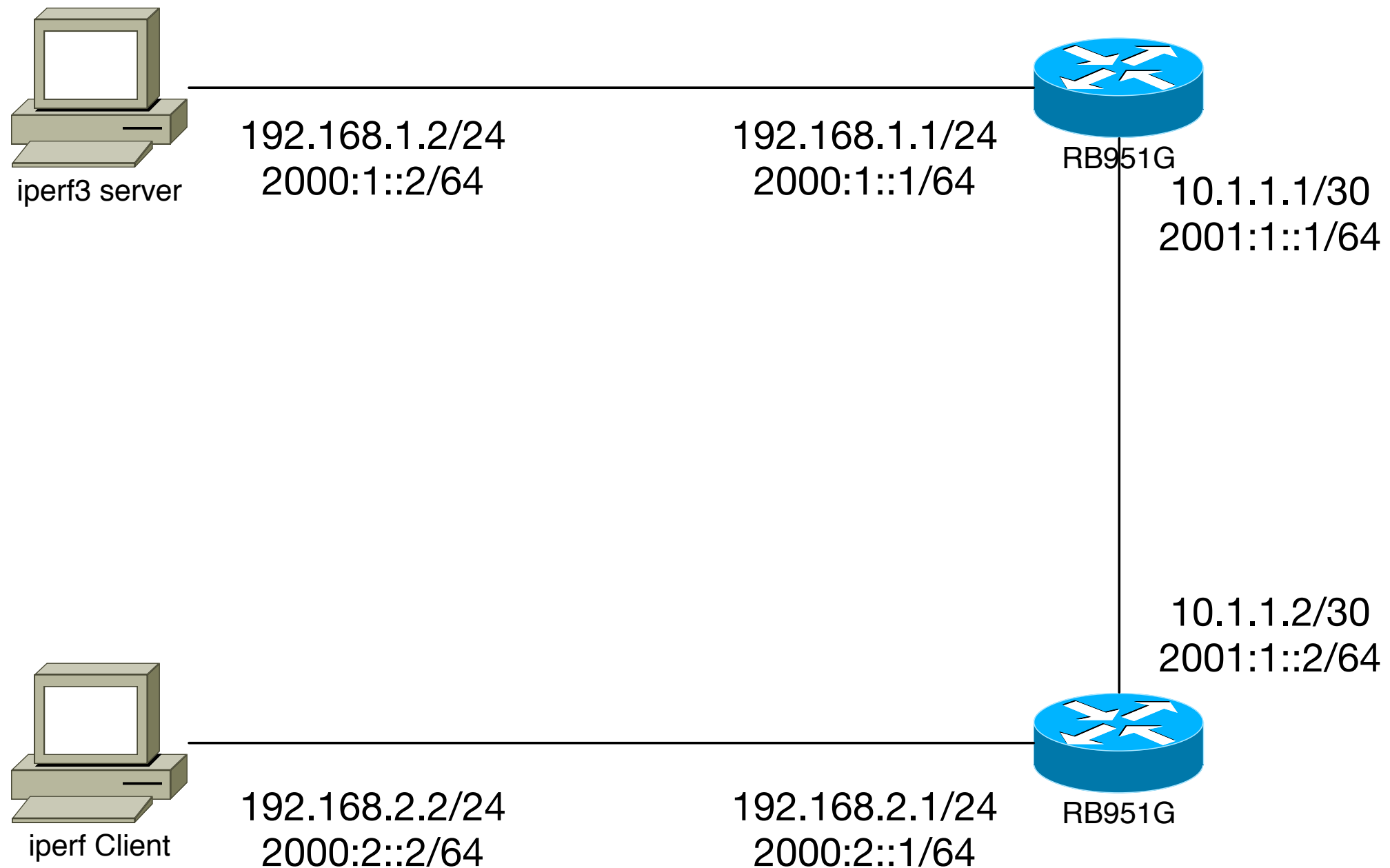
Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность IPv4

```
$ iperf3 -c 192.168.1.2
Connecting to host 192.168.1.2, port 5201
[ 5] local 192.168.2.2 port 60180 connected to 192.168.1.2 port 5201
[ ID] Interval                Transfer          Bitrate
[ 5]  0.00-1.00      sec  35.4 MBytes     297 Mbits/sec
[ 5]  1.00-2.00      sec  36.2 MBytes     304 Mbits/sec
[ 5]  2.00-3.00      sec  36.8 MBytes     308 Mbits/sec
[ 5]  3.00-4.00      sec  36.3 MBytes     305 Mbits/sec
[ 5]  4.00-5.00      sec  35.9 MBytes     301 Mbits/sec
[ 5]  5.00-6.00      sec  36.7 MBytes     308 Mbits/sec
[ 5]  6.00-7.00      sec  37.1 MBytes     311 Mbits/sec
[ 5]  7.00-8.00      sec  36.2 MBytes     304 Mbits/sec
[ 5]  8.00-9.00      sec  37.3 MBytes     313 Mbits/sec
[ 5]  9.00-10.00     sec  29.6 MBytes     248 Mbits/sec
- - - - -
[ ID] Interval                Transfer          Bitrate
[ 5]  0.00-10.00     sec  358 MBytes     300 Mbits/sec      sender
[ 5]  0.00-10.00     sec  357 MBytes     300 Mbits/sec      receiver
```



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность IPv6

```
$ iperf3 -c 2000:1::2
Connecting to host 2000:1::2, port 5201
[ 5] local 2000:2::2 port 60364 connected to 2000:1::2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer             Bitrate
[ 5]  0.00-1.00        sec   73.1 MBytes        613 Mbits/sec
[ 5]  1.00-2.00        sec   98.3 MBytes        825 Mbits/sec
[ 5]  2.00-3.00        sec   93.5 MBytes        785 Mbits/sec
[ 5]  3.00-4.00        sec   99.9 MBytes        838 Mbits/sec
[ 5]  4.00-5.00        sec   95.2 MBytes        799 Mbits/sec
[ 5]  5.00-6.00        sec   97.8 MBytes        820 Mbits/sec
[ 5]  6.00-7.00        sec   74.7 MBytes        627 Mbits/sec
[ 5]  7.00-8.00        sec   96.6 MBytes        811 Mbits/sec
[ 5]  8.00-9.00        sec   91.8 MBytes        770 Mbits/sec
[ 5]  9.00-10.00       sec   99.3 MBytes        833 Mbits/sec
- - - - -
[ ID] Interval           Transfer             Bitrate
[ 5]  0.00-10.00       sec   920 MBytes        772 Mbits/sec
[ 5]  0.00-10.00       sec   920 MBytes        772 Mbits/sec
```

sender
receiver



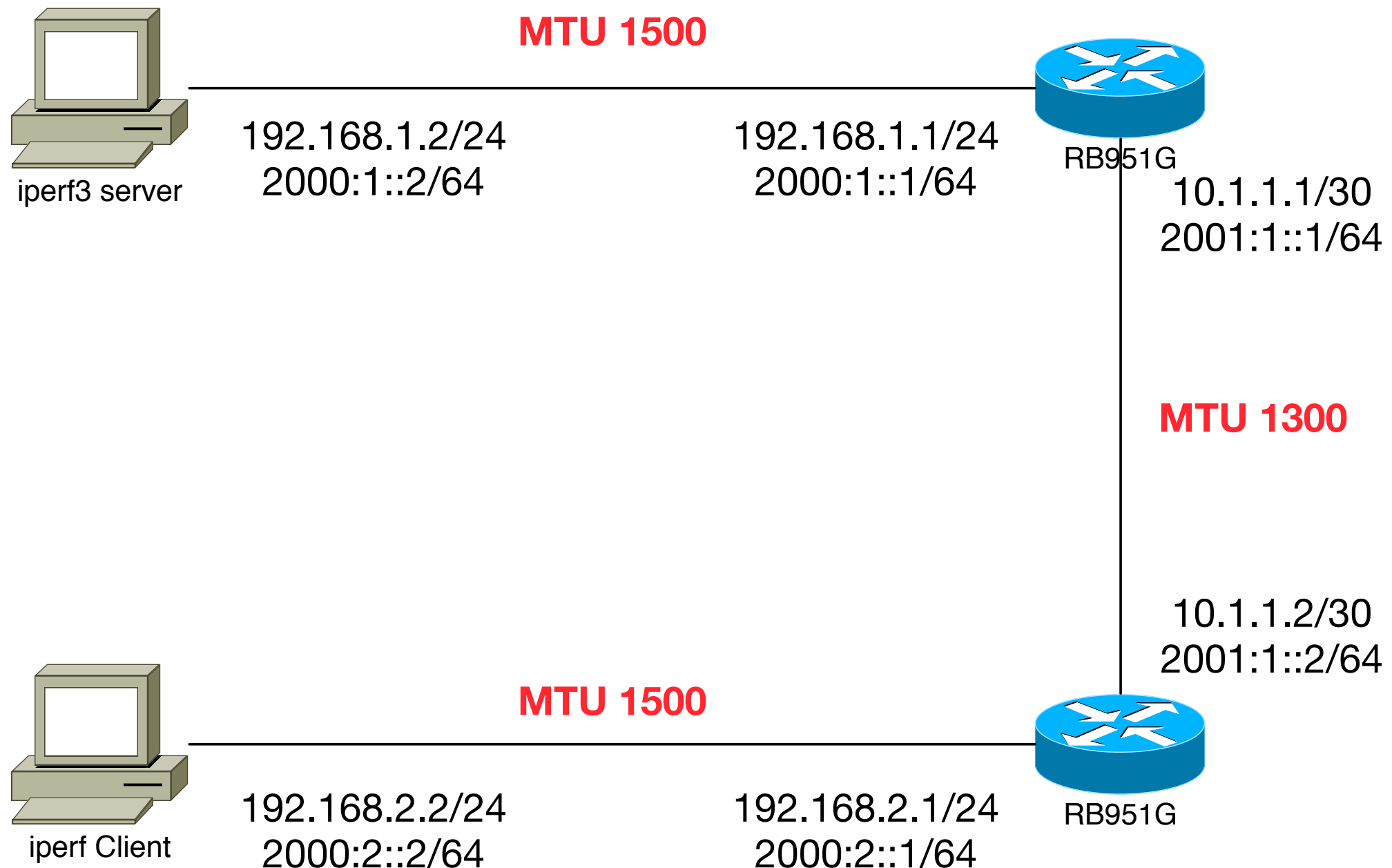
Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность IPv4

```
$ iperf3 -c 192.168.1.2
```

```
Connecting to host 192.168.1.2, port 5201
```

```
[ 5] local 192.168.2.2 port 60479 connected to 192.168.1.2 port 5201
```

[ID]	Interval		Transfer	Bitrate
[5]	0.00-1.00	sec	16.3 MBytes	136 Mbites/sec
[5]	1.00-2.00	sec	19.0 MBytes	159 Mbites/sec
[5]	2.00-3.00	sec	12.1 MBytes	101 Mbites/sec
[5]	3.00-4.00	sec	20.5 MBytes	172 Mbites/sec
[5]	4.00-5.00	sec	20.2 MBytes	169 Mbites/sec
[5]	5.00-6.00	sec	20.4 MBytes	172 Mbites/sec
[5]	6.00-7.00	sec	20.4 MBytes	171 Mbites/sec
[5]	7.00-8.00	sec	20.4 MBytes	171 Mbites/sec
[5]	8.00-9.00	sec	21.3 MBytes	179 Mbites/sec
[5]	9.00-10.00	sec	20.1 MBytes	168 Mbites/sec

[ID]	Interval		Transfer	Bitrate
[5]	0.00-10.00	sec	191 MBytes	160 Mbites/sec
[5]	0.00-10.00	sec	190 MBytes	160 Mbites/sec

sender
receiver



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Производительность IPv6

```
$ iperf3 -c 2000:1::2
Connecting to host 2000:1::2, port 5201
[ 5] local 2000:2::2 port 60429 connected to 2000:1::2 port 5201
[ ID] Interval                Transfer          Bitrate
[ 5]  0.00-1.00      sec   92.7 MBytes     778 Mbits/sec
[ 5]  1.00-2.00      sec   87.6 MBytes     735 Mbits/sec
[ 5]  2.00-3.00      sec   94.5 MBytes     793 Mbits/sec
[ 5]  3.00-4.00      sec   87.9 MBytes     738 Mbits/sec
[ 5]  4.00-5.00      sec   93.6 MBytes     785 Mbits/sec
[ 5]  5.00-6.00      sec   89.7 MBytes     752 Mbits/sec
[ 5]  6.00-7.00      sec   88.1 MBytes     739 Mbits/sec
[ 5]  7.00-8.00      sec   86.6 MBytes     727 Mbits/sec
[ 5]  8.00-9.00      sec   89.6 MBytes     751 Mbits/sec
[ 5]  9.00-10.00     sec   84.4 MBytes     709 Mbits/sec
- - - - -
[ ID] Interval                Transfer          Bitrate
[ 5]  0.00-10.00     sec   895 MBytes     751 Mbits/sec      sender
[ 5]  0.00-10.00     sec   894 MBytes     751 Mbits/sec      receiver
```



Solution.
Production.
Warranty.

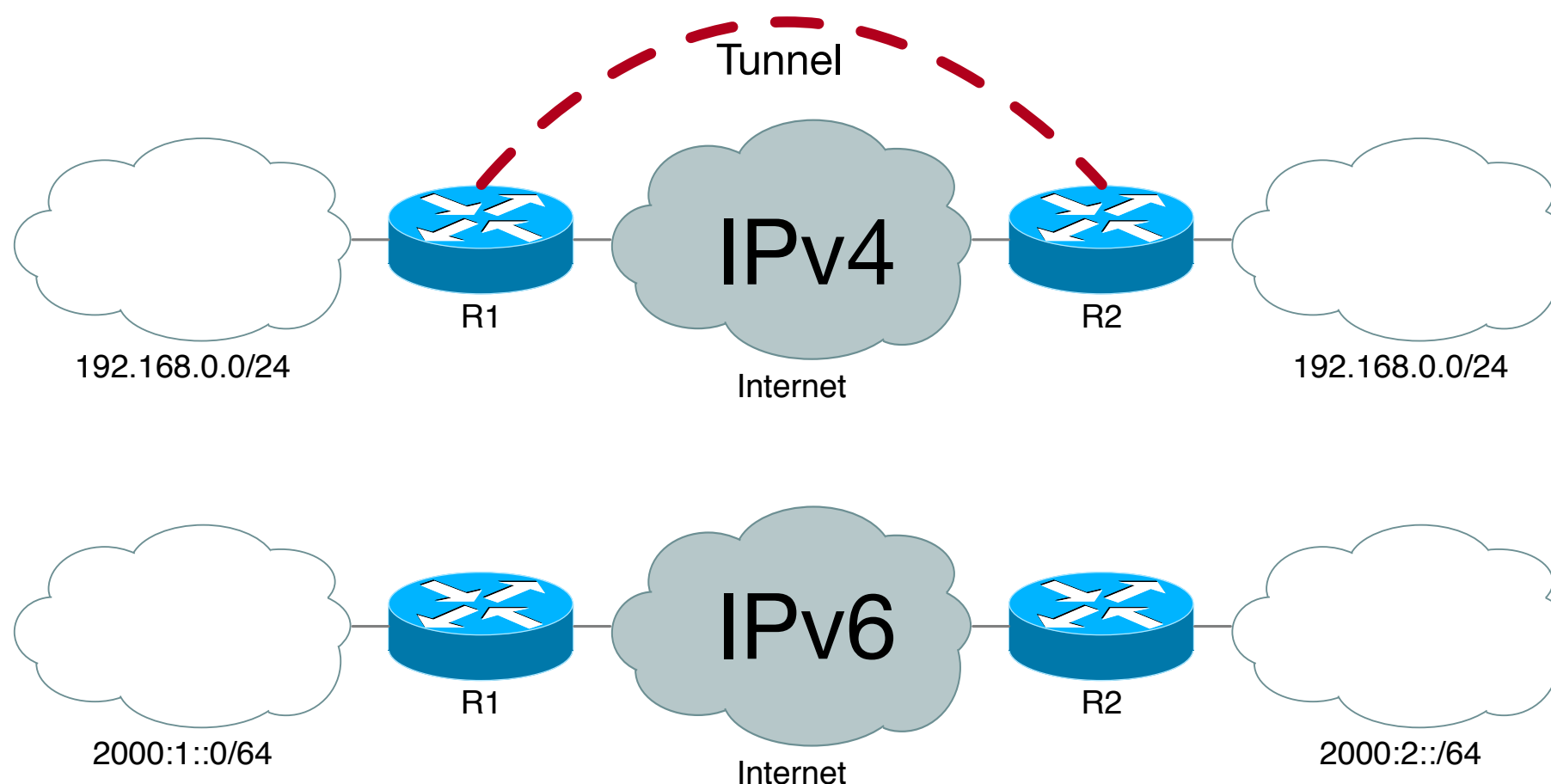
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Объединение офисов

- Упрощается маршрутизация между офисами. В простых случаях можно вообще не использовать туннелирование трафика и не настраивать внутренние маршруты. Безопасность данных обеспечит IPSec



Solution.
Production.
Warranty.

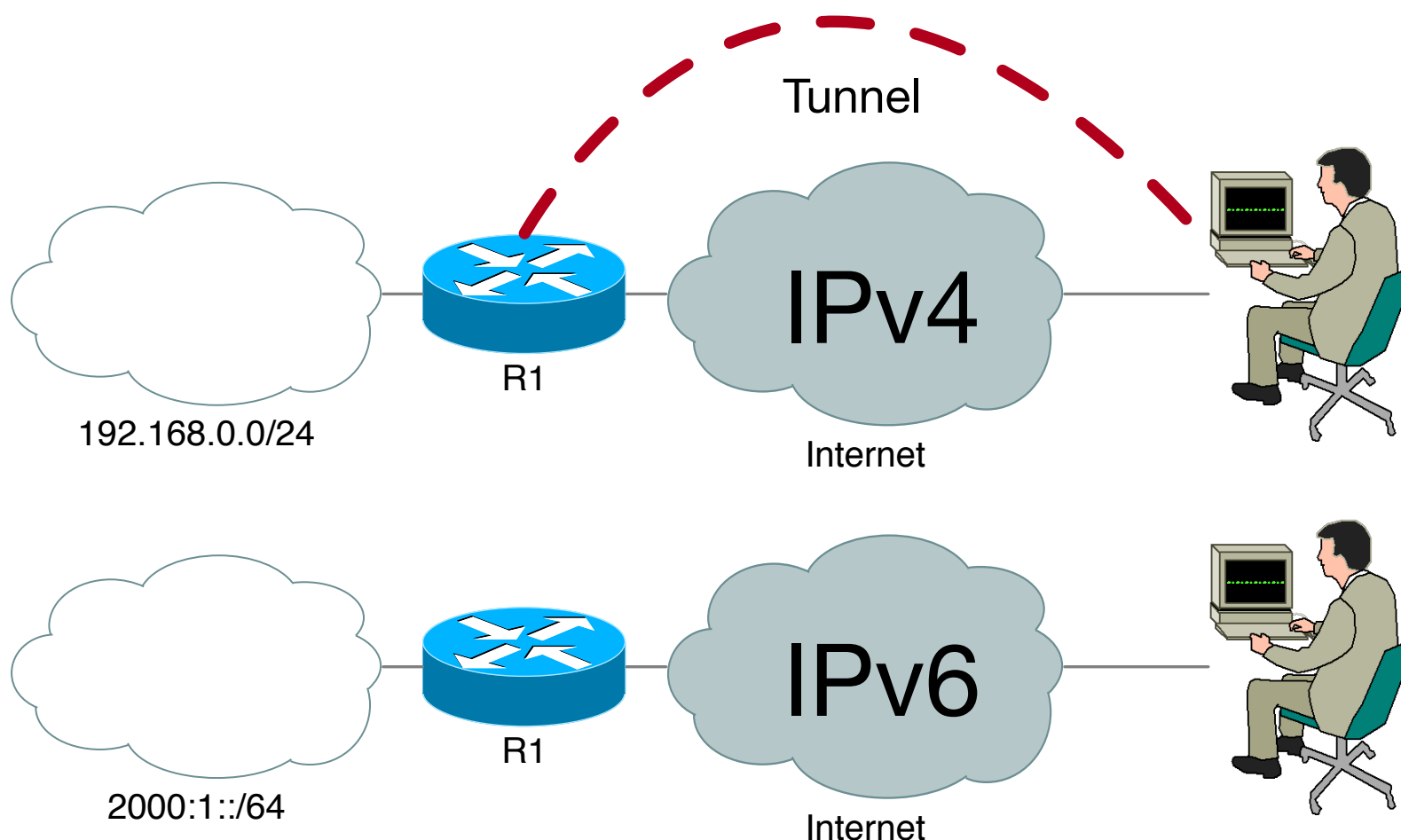
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Удаленный сотрудник

- Упрощается работа удаленных сотрудников. В простейших случаях не требуется какой либо дополнительной настройки



Solution.
Production.
Warranty.

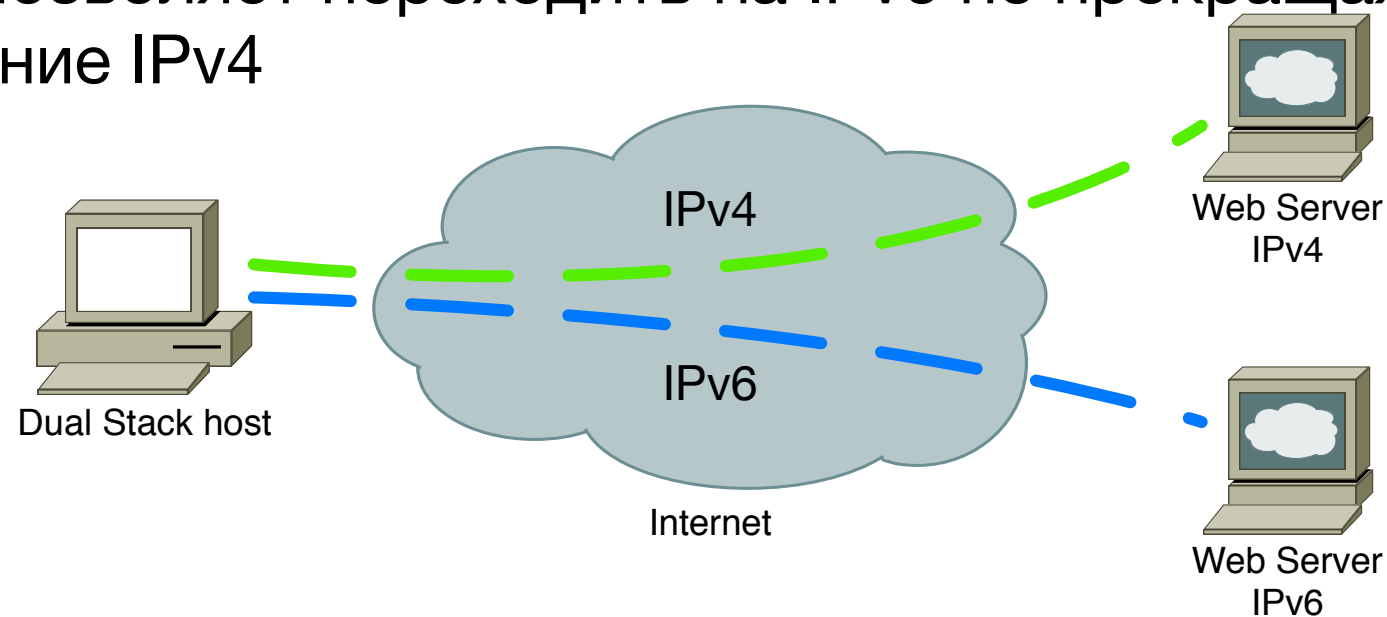
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Совместное использование

- Основной вариант использования это Dual Stack
- При этом на устройстве настраиваются одновременно оба протокола. Если пакет можно отправить по IPv6, то он отправляется по IPv6, иначе отправляется по IPv4
- Эта схема позволяет переходить на IPv6 не прекращая использование IPv4



Solution.
Production.
Warranty.

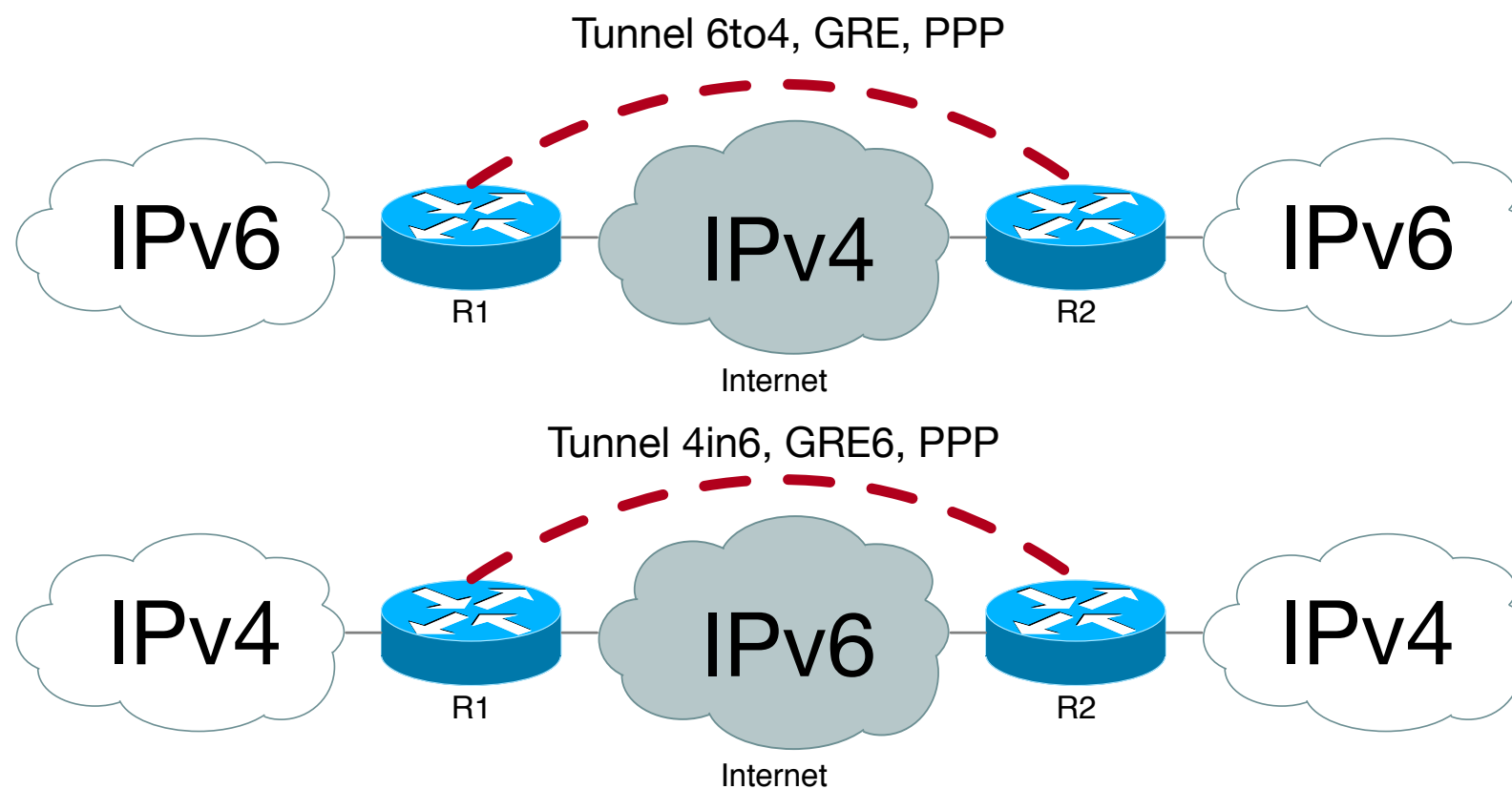
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Совместное использование

- Различные виды туннелей, как стандартных (PPP, GRE, GRE6) так и специфических (6to4, 4in6), что позволяет передавать IPv4 через сеть IPv6 или наоборот



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

СТОИМОСТЬ

- В связи с дефицитом IPv4 адресов стоимость их достаточно высока. Как правило для клиента она находится в диапазоне 100-150 рублей за один IPv4 адрес.
- Стоимость IPv6 адресов существенно ниже. /64, а в ряде случаев и /48 как правило отдается провайдером бесплатно или за очень незначительную плату



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где взять IPv6

- Зарегистрировать свою AS (годовая стоимость 4500-9000 рублей).
- У провайдера. К сожалению до сих пор не все провайдеры России готовы предоставить IPv6 клиенту. Как правило для юридических лиц получить IPv6 проще чем для физических. Из сотовых операторов «большой четверки» IPv6 в большинстве регионов предоставляется только МТС (бесплатно)



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где Взять

- IPv6 можно получить у туннельного брокера. Например на сайте <https://www.tunnelbroker.net>
- При регистрации вам выдадут 2 подсети /64 (транзитная и для раздачи клиентам), так же вы можете через меню в личном кабинете запросить /48 (Это бесплатно)
- Кроме того вам предоставят скрипт для настройки RouterOS
- Минусом решения является требование внешнего IPv4 адреса



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где Взять



Tunnel Details

IPv6 Tunnel | Example Configurations | Advanced

IPv6 Tunnel

Tunnel ID: 393792 Delete Tunnel
Creation Date: Mar 19, 2017
Description:

IPv6 Tunnel Endpoints

Server IPv4 Address: 216.66.80.90
Server IPv6 Address: 2001:470:27:5::1/64
Client IPv4 Address: 89.179.179.179
Client IPv6 Address: 2001:470:27:5::2/64

Routed IPv6 Prefixes

Routed /64: 2001:470:28:5::/64
Routed /48: 2001:470:6::/48 [X]

DNS Resolvers

Anycast IPv6 Caching Nameserver: 2001:470:20::2
Anycast IPv4 Caching Nameserver: 74.82.42.42



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где взять

- 6to4 туннель на anycast-адрес 192.88.99.1
- Необходим внешний статический IPv4.
- Каждому дается /48 сеть.
- Ваш IPv4 адрес станет частью IPv6 адреса
- Если ваш адрес 192.168.1.15 то вы получите сеть 2002:C0A8:10F::/48 (192=C0, 168=A8, 1=01, 15=0F)



Solution.
Production.
Warranty.

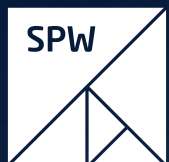
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где Взять

- Плюсы - прост в настройке
- Можно написать скрипт, который позволит работать в случае наличия динамического IPv4 адреса
- Минусы
- Самый нестабильный вариант. Вы не управляете к какому серверу подключиться
- Требует внешнего IP



Solution.
Production.
Warranty.

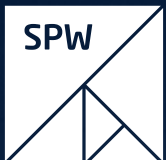
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где взять

- Teredo-туннель
- Teredo это сетевой протокол, который позволяет получить IPv6 через IPv4, в том числе из-за NAT.
- В MS Windows называется Teredo. Реализации для Unix-систем (Linux, FreeBSD, MacOS), называется Miredo.
- Адреса IPv6 при этом выдаются динамически. Для этого протокола зарезервирована сеть 2001::/32



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где Взять

- Плюсы Teredo
- Не требует настройки маршрутизатора
- Может работать из-за NAT
- Полученные сетевые адреса являются глобальными что позволяет, например, обеспечить передачу данных между двумя узлами, оба из которых находятся за NAT (возможно придется настроить DDNS)



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Где Взять

- Минусы Teredo
- Работает не очень быстро
- Не работает на RouterOS
- Может стать головной болью администратора IPv4 сети, так как не все реализации Firewall его отлавливают



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Как жить без NAT, это небезопасно

- NAT является вынужденным решением в IPv4
- Он создает дополнительную нагрузку на маршрутизатор
- Протоколы открывающие дополнительные соединения (PPTP, SIP, H323, FTP и т.п.) требуют или дополнительных настроек как маршрутизатора так и сервера или поддержки NAT-Helper.
- Он ни от чего не защищает. Для защиты предназначен Firewall



Solution.
Production.
Warranty.

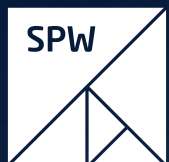
Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Как запомнить IPv6 адрес?

- Используйте DNS там где это необходимо (запись AAA)
- В крайнем случае, для тех сервисов, где вам необходимо «помнить IP», используйте максимально простую запись, например 2000:ABCD:1234::1
- Если вы можете заполнить IPv4, то можно запомнить префикс IPv6 и далее «дописать» IPv4



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

Зачем мне IPv6?

- Потому что он активно развивается и «все мы там будем», особенно с развитием IoT.
- Судя по более чем 15-кратному отставанию от стран-лидеров, внедрение в России может пойти по авральному сценарию
- Он быстрее и дешевле
- Он решает множество проблем которые имеются в протоколе IPv4
- Он работает. У меня на маршрутизаторе примерно 1/3 часть трафика идет по протоколу IPv6



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru



Solution.
Production.
Warranty.

Поставщик оборудования,
услуг и решений на Mikrotik
в Санкт-Петербурге

8 812 385 40 55

www.spw.ru info@spw.ru

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ,
ЗАДАВАЙТЕ ВОПРОСЫ**

АВТОР ДОКЛАДА: ИЛЬЯ КНЯЗЕВ