

MOLDTELECOM S.A.



Миграция фиксированной телефонии, услуг широкополосной связи и NGN к IPv6

Региональный семинар МСЭ для стран СНГ
«Рекомендации по переходу с IPv4 на IPv6 в
странах СНГ», 16-18 апреля 2014, г. Ташкент

Сергей Казак,
Заместитель Технического Директора, АО
«Молдтелеком»

tel.: +373 22 570 251,
e-mail: skazak@moldtelecom.md

IPv6 ready – что это такое. Модное слово? Конечному пользователю это не надо. Он не готов за это платить, да и не хочет.

Это необходимо сервис и контент провайдеру!

Что это для вендора:

-Новая возможность заработать?

-- Первое что он должен сделать это обеспечить переход от IPv4 к IPv6 используя технологию Dual Stack и это максимально используя существующий аппаратный и программный дизайн для избежание инвестиций в разработку.

Что это для оператора. Оператор должен определиться с чего начать:

- Internet доступ поверх PPPoE, и туннелирование IPv6
- Internet доступ используя IPv6oE
- Использовать IPv6 в предоставлении услуг IPTV, VoIP
- Настройка коммутации и обработки ICMP, ACL, MLD snooping, etc.

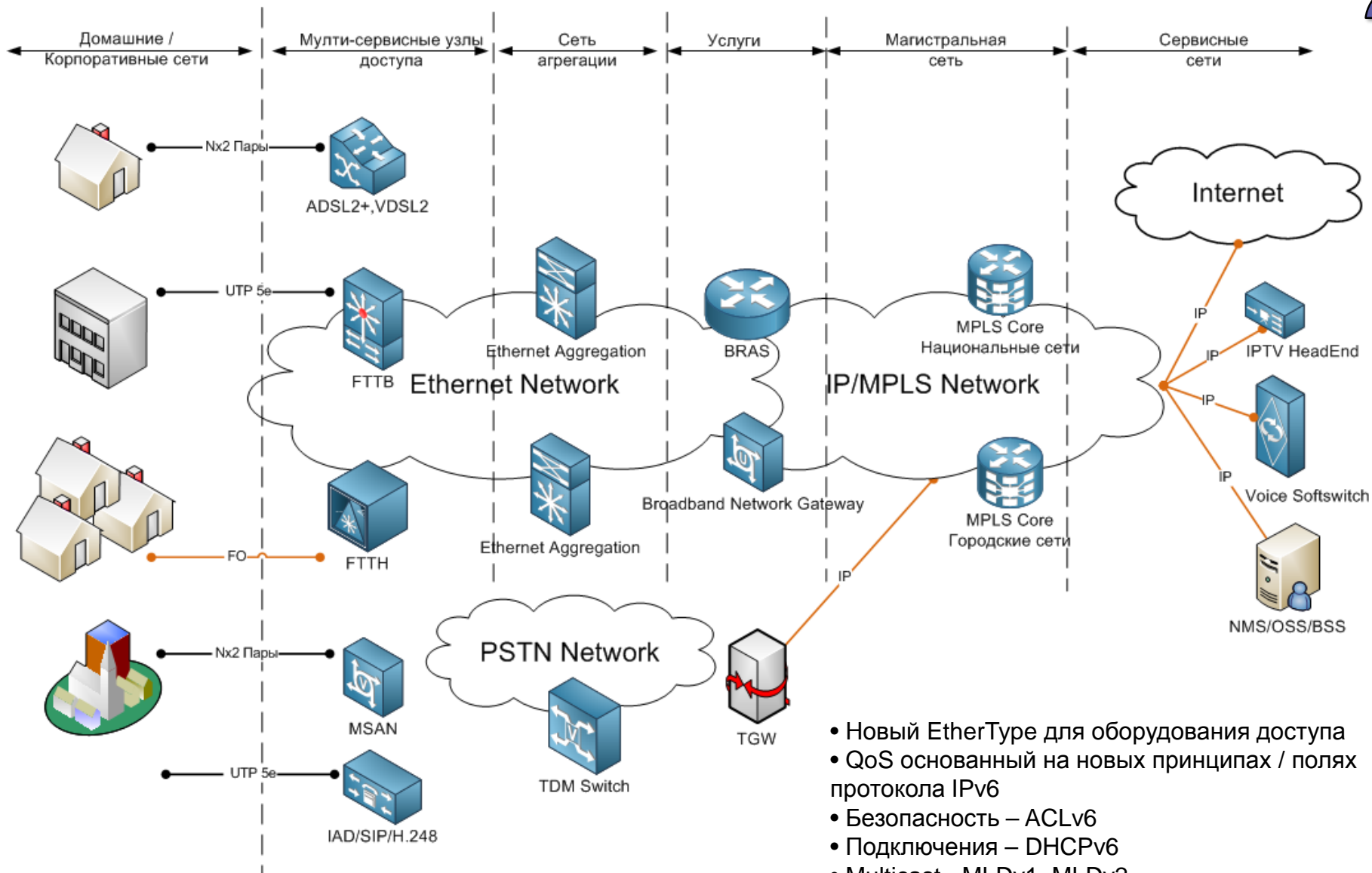
Единственный кто платит за IPv6 это оператор!

- Отдельный бюджет на работу с клиентами для уведомлений, разбор жалоб и организации тех.поддержки
- Стимулирование клиентов на переход, поддержание их лояльности и УСТАНОВКА CPE клиенту!

Внедрение IPv6 – это управляемое присвоение/назначение IPv6 адреса абоненту в сети. Получение и настройка IPv6 адреса на абонентских устройствах происходит автоматически и без участия абонента.

Prefix	/48s	/56s	/64s	Bits
/24	16M	4G	1T	104
/25	8M	2G	512G	103
/26	4M	1G	256G	102
/27	2M	512M	128G	101
/28	1M	256M	64G	100
/29	512K	128M	32G	99
/30	256K	64M	16G	98
/31	128K	32M	8G	97
/32	64K	16M	4G	96
/33	32K	8M	2G	95
/34	16K	4M	1G	94
/35	8K	2M	512M	93
/36	4K	1M	256M	92
/37	2K	512K	128M	91
/38	1K	256K	64M	90
/39	512	128K	32M	89
/40	256	64K	16M	88
/41	128	32K	8M	87
/42	64	16K	4M	86
/43	32	8K	1M	85
/44	16	4K	1M	84
/45	8	2K	512K	83
/46	4	1K	256K	82
/47	2	512	128K	81
/48	1	256	64K	80
/49		128	32K	79
/50		64	16K	78
/51		32	8K	77
/52		16	4K	76
/53		8	2K	75
/54		4	1K	74
/55		2	512	73
/56		1	256	72
/57			128	71
/58			64	70
/59			32	69
/60			16	68
/61			8	67
/62			4	66
/63			2	65
/64			1	64

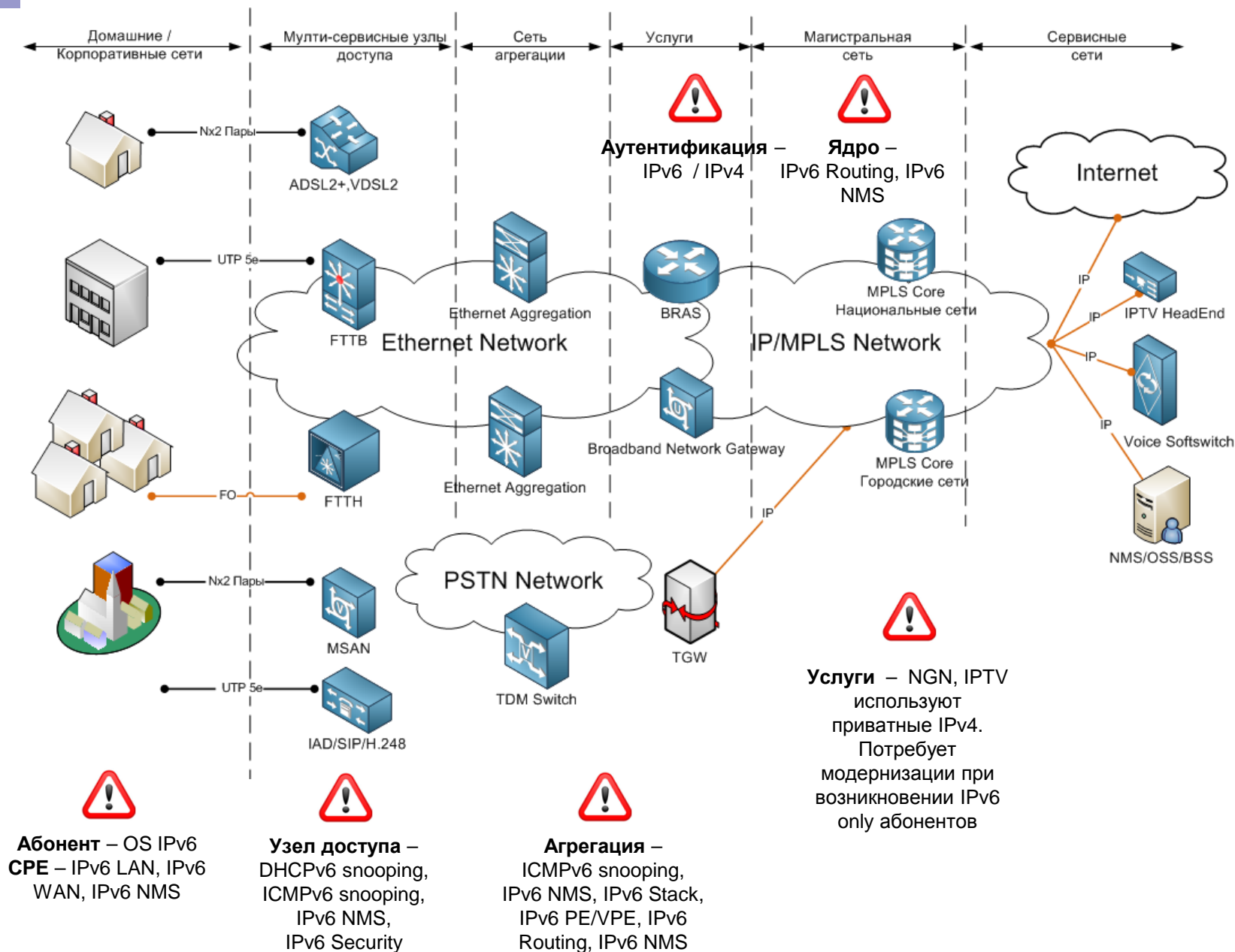
K = 1,024 • M = 1,048,576 • G = 1,073,741,824 • T = 1,099,511,627,776



- Новый EtherType для оборудования доступа
- QoS основанный на новых принципах / полях протокола IPv6
- Безопасность – ACLv6
- Подключения – DHCPv6
- Multicast - MLDv1, MLDv2
- Транзиция – Dual Mode
- Модель предоставления услуг - IPoE

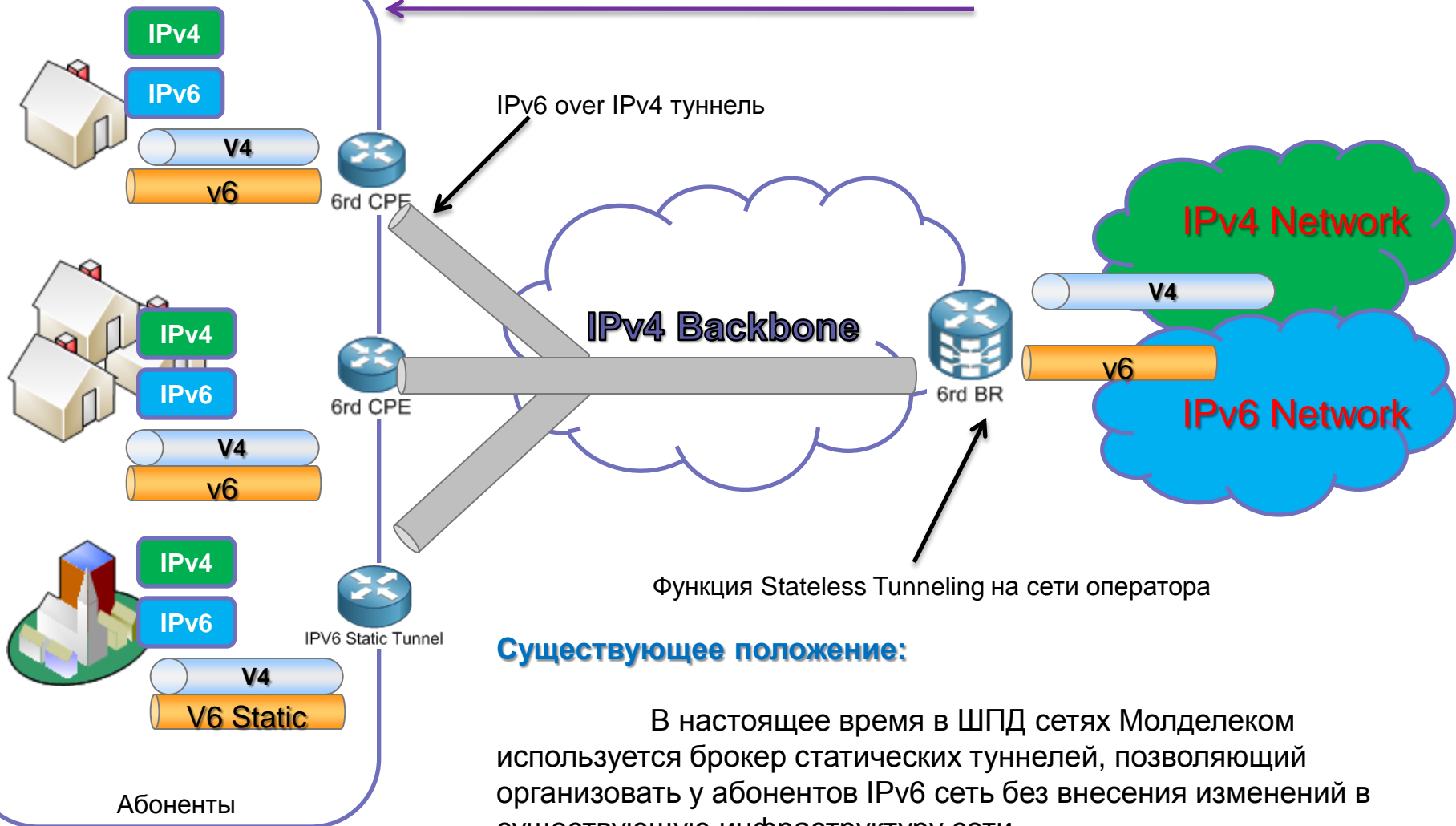
Что означает миграция к новому протоколу для Сети

3



Приоритет	Наименование	Действие	Область применения (Уровень Доступа / Центральный Уровень)
1	Switching	IPv6 switching	Д/Ц
2	ICMP	ICMPv6 neighbour discovery protocol handling	Д
		ICMPv6 Router Discovery protocol handling	Д
		ICMPv6 router advertisement protocol handling – RA guard	Д
		ICMPv6 redirect protocol handling – RA guard	Д
3	VLAN	VLAN handling based on IPv6 EtherType	Д/Ц
4	ACL	ACL based on IPv6 header	Д/Ц
5	DHCP	DHCPv6 relay agent	Ц
		Leighweight DHCPv6 relay agent	Д
		DHCPv6 filtering	Д/Ц
		IPv6 SRC guard	Д
6	MLD	MLD snooping	Д/Ц
		MLD fast leave	Д
		MLD snooping with supression	Ц
		MLD filtering	Д
		MLD proxy	Ц
		MLD stand alone querier	Ц
7	QoS	Qos ingress classification based on IPv6 header	Д/Ц
		Qos ingress marking based on IPv6 header	Д/Ц

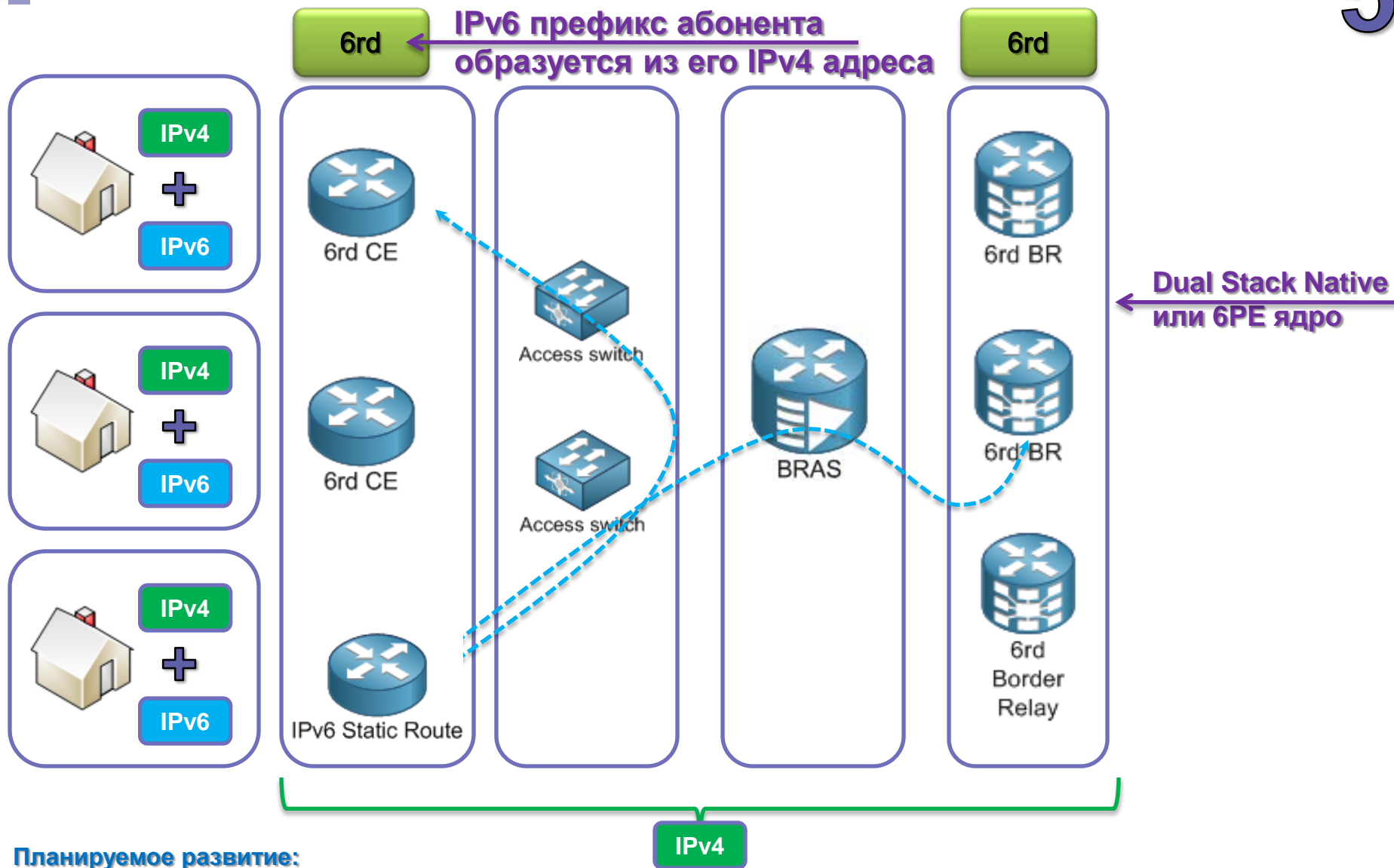
IPv6 на стороне абонентов



Существующее положение:

В настоящее время в ШПД сетях Молделеком используется брокер статических туннелей, позволяющий организовать у абонентов IPv6 сеть без внесения изменений в существующую инфраструктуру сети.

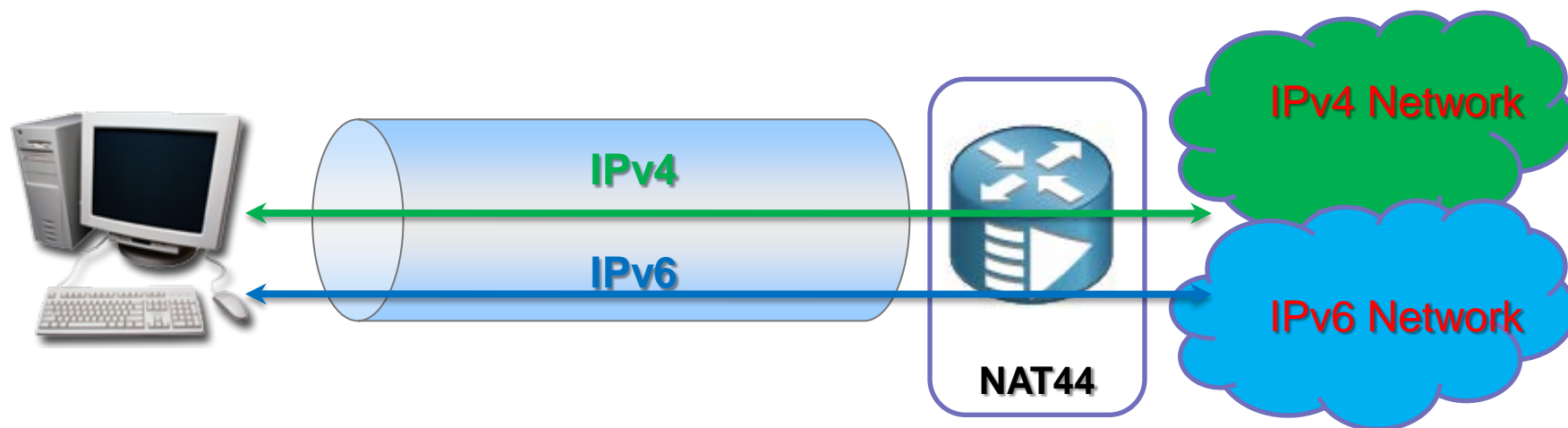
На абонентском устройстве производится настройка туннеля, связанного с брокером по IPv4. В результате внутренняя сеть абонента становится «Native Dual Stack».



Планируемое развитие:

Используемый в настоящее время способ получения IPv6 адреса через статический IPv4 туннель работает стабильно, но является трудоемким в конфигурации. Молдтелеком планирует переход на системы с автоматической конфигурацией туннелей, а также использование технологии 6rd.

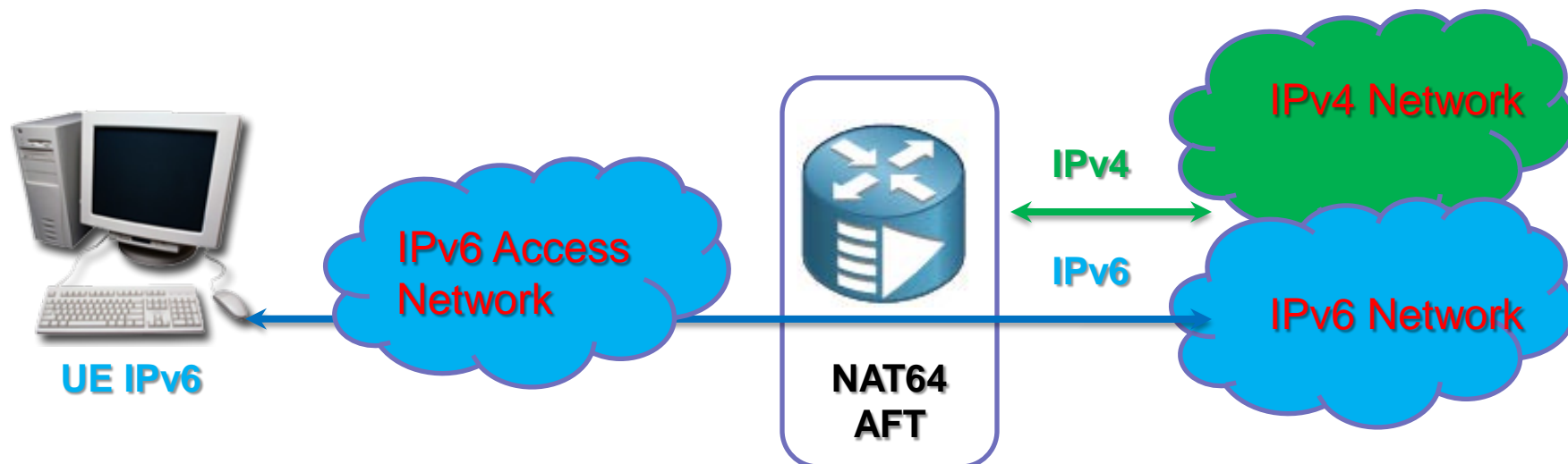
ДОСТУП: IPoE



Планируемое развитие:

После завершения тестирования работы IPv6 адресации планируется замена у абонентов IPv4 адресов с IPv4 public на IPv4 private и запуск CG-NAT в сети провайдера, для обеспечения трансляции IPv4 адресов (NAT44).

- Поддержка IPv6 требуется от CPE, если CPE работает в режиме L3, в случае если L2 – то не требуется
- BRAS использует Dual Stack для каждого абонента, в случае полного исчерпания IPv4 пространства, для стека IPv4 включается NAT44 (Carrier Grade)
- Требуется поддержка IPv6 от инфраструктуры доступа – DHCPv6 Relay Agent
- Каждый стек управляем со стороны AAA



Планируемое развитие:

По мере перераспределения интенсивности трафика в сторону ресурсов IPv6 планируется создание новых сегментов сети исключительно с адресацией IPv6 и внедрение в сети провайдера NAT64.

Dual Stack (v4|v6) + NAT44 (CG-NAT)

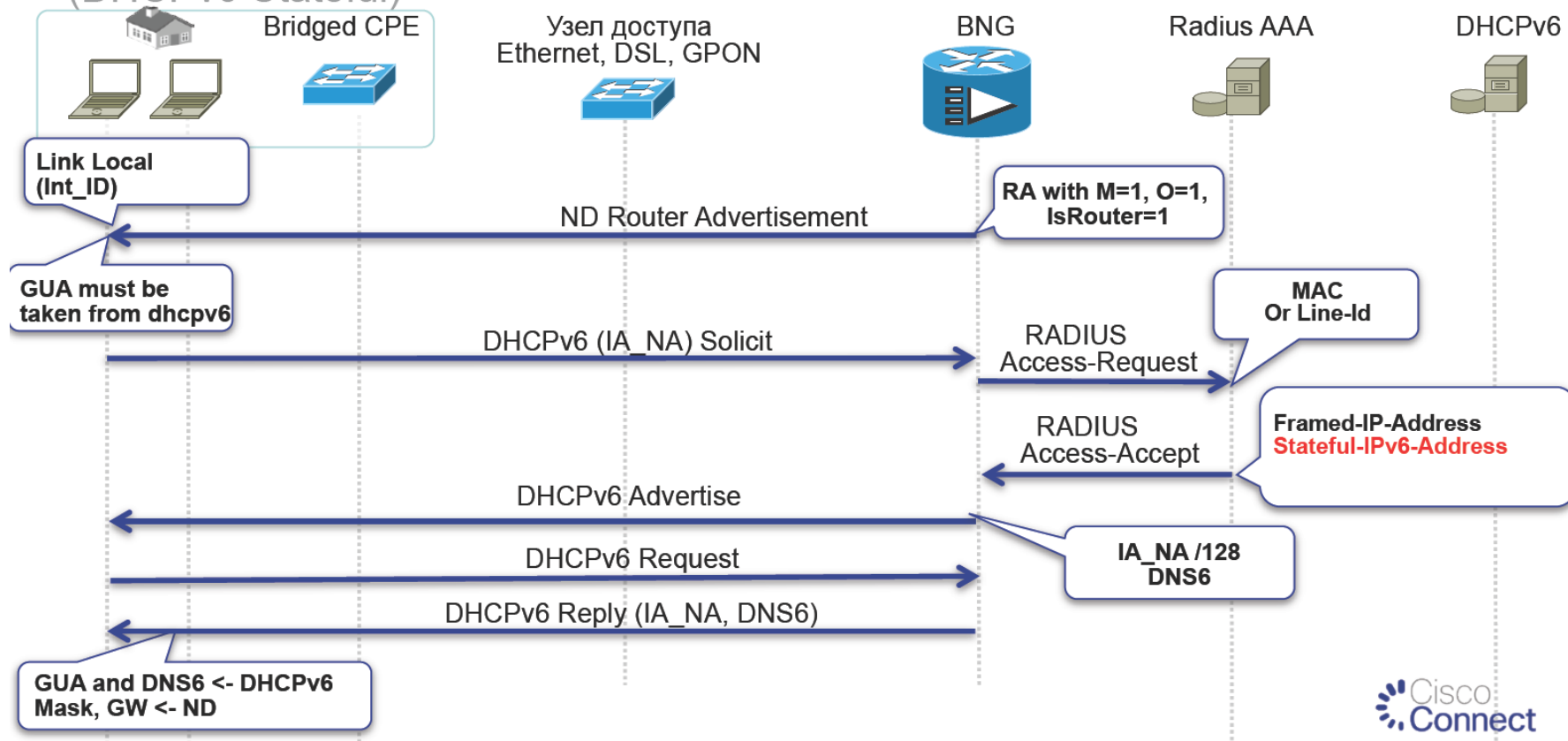
- Простая, оптимальная стратегия
- Наиболее предпочитаемый операторами путь (мировой опыт)

Single IPv6 Stack + NAT 64 (AFT)

- Способ жизнеспособен в перспективе, когда IPv4 станет рудиментарной частью Internet при массовом использовании IPv6. На текущий момент времени отказаться от IPv4 адресации технически возможно, но плохо реализуемо на практике: прозрачность работы приложений через NAT64 – главная проблема

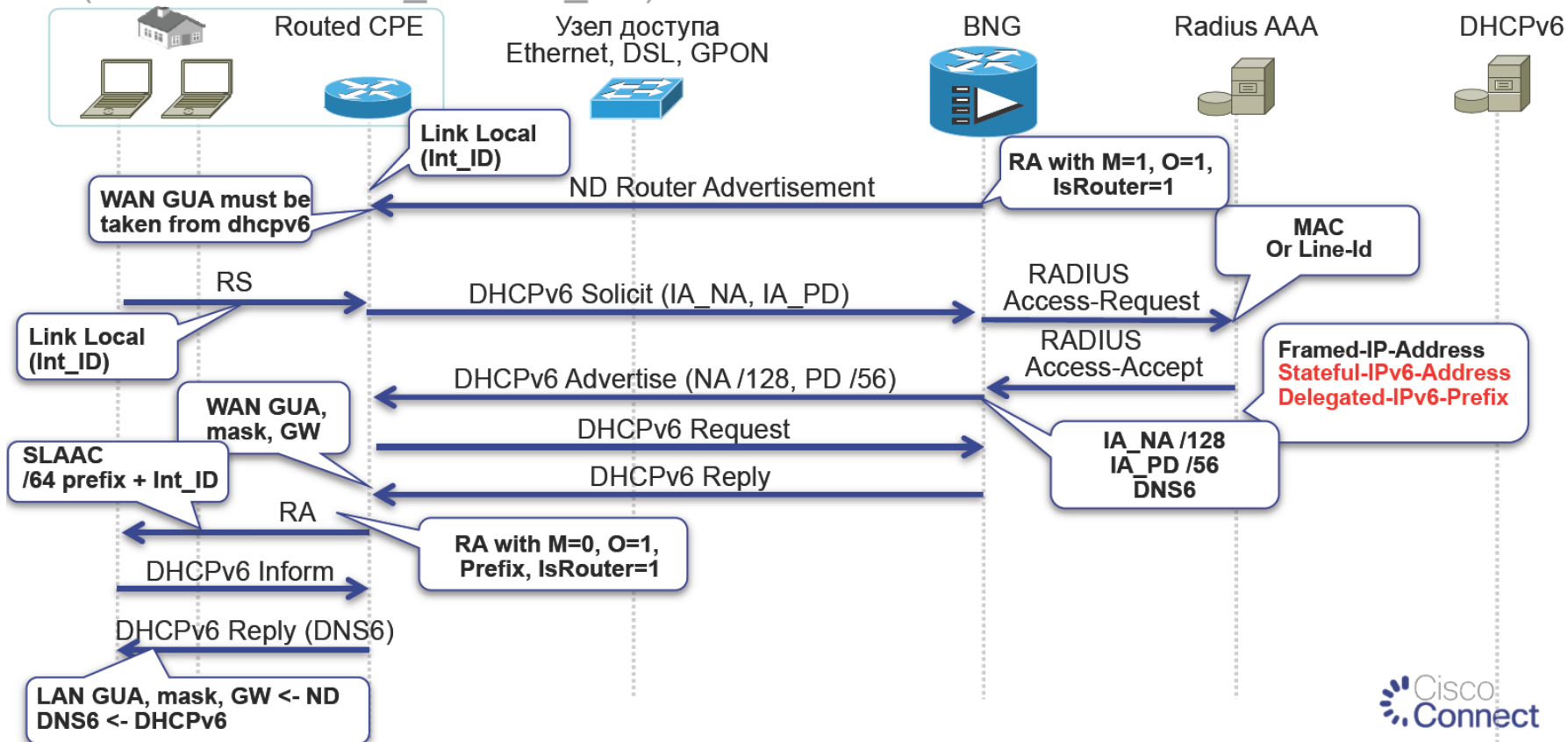
Dual Stack в IPoE – Bridged CPE

(DHCPv6 Stateful)



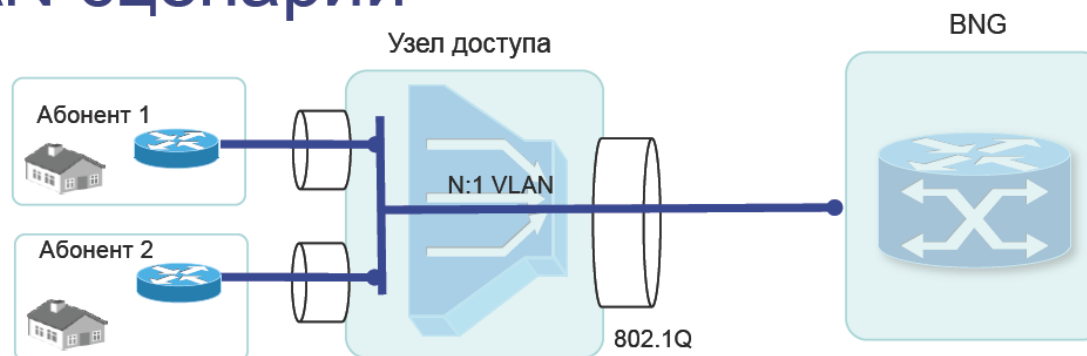
Dual Stack в IPoE – Routed CPE

(DHCP Stateful IA_NA + IA_PD)



IPv6 для IРоЕ доступа

N:1 VLAN сценарий



- MAC адрес – это единственный ключ для ассоциации двух AF с одной сессией на уровне BNG
- Аутентификация может быть инициирована обеими AF, для IPv4 – есть хорошо известные options 82, для IPv6 существуют аналоги, в DHCPv6 – это опции 18 (interface-ID) и 37 (agent-ID).
- Устройство доступа должно обладать функциональностью LDRA (Lightweight DHCPv6 Relay Agent), инжектируя опции 18 и 37
- При инициализации второй AF, BNG будет сравнивать MAC-адрес источника запроса, ассоциируя обе AF с одной сессией, при этом повторной авторизации не происходит.



Status
Bandwidth
IP Traffic
Tools

Basic
Advanced
Port Forwarding
QoS
Access Restriction
USB and NAS
VPN Tunneling

Administration

About
Reboot...
Shutdown...
Logout

Tomato Firmware v1.28.7503 MIPS2Toastman-RT K26 USB Ext

Based on TomatoUSB by Fedor Kozhevnikov
- Linux kernel 2.6.22.19 and Broadcom Wireless Driver 5.10.147.0 updates
- Support for additional router models, dual-band and Wireless-N mode.
- USB support integration and GUI, IPv6 support
Copyright (C) 2008-2011 Fedor Kozhevnikov, Ray Van Tassie, Wes Campaigne
<http://www.tomatousb.org>

This compilation by Toastman may also include:

"Teddy Bear" current features, notably:

- USB Support, Samba, FTP, Media Servers
- Web Monitor, Per-connection transfer rates
- Additional ipv6 support in GUI, QOS, Conntrack

<http://www.linksysinfo.org/index.php?forums/tomato-firmware.33/>

"Victek RAF" features:

- CPU Freq | Previous WAN IP
- HFS/HFS+MAC OS x read support

Copyright (C) 2007-2011 Vicente Soriano
<http://victek.is-a-geek.com>

"Shibby" features:

- Custom log file path
- SD-Idle tool integration for kernel 2.6
- 3G Modem support (big thanks for @LDevil)
- SNMP integration and GUI

Copyright (C) 2011 Michal Rupental
<http://openlinksys.info>

"JYAvenard" Features:

- PPTP VPN Client integration and GUI

Copyright (C) 2010-2011 Jean-Yves Avenard
jean-yves@avenard.org

Status
Bandwidth
IP Traffic
Tools

Basic

Network
IPv6
Identification
Time
DDNS
DHCP/ARP/BW
Wireless Filter

Advanced
Port Forwarding
QoS
Access Restriction
USB and NAS
VPN Tunneling

IPv6 Configuration

IPv6 Service Type:

Assigned / Routed Prefix:

Prefix Length:

Router IPv6 Address:

Static DNS:

Tunnel Remote Endpoint (IPv4 Address):

Tunnel Client IPv6 Address: /

Tunnel MTU: (0 for default)

Tunnel TTL:

IPv6 Configuration

IPv6 Service Type:

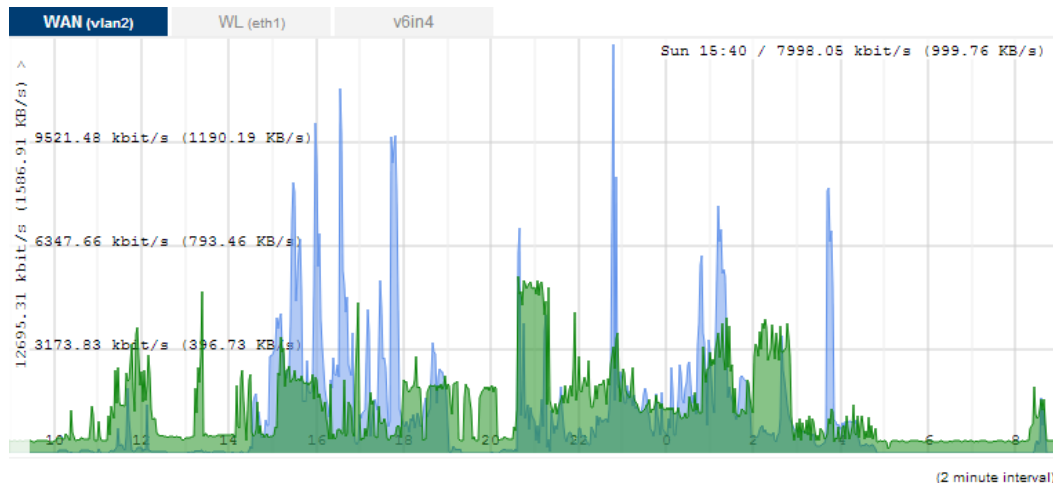
Assigned / Routed Prefix:

Prefix Length:

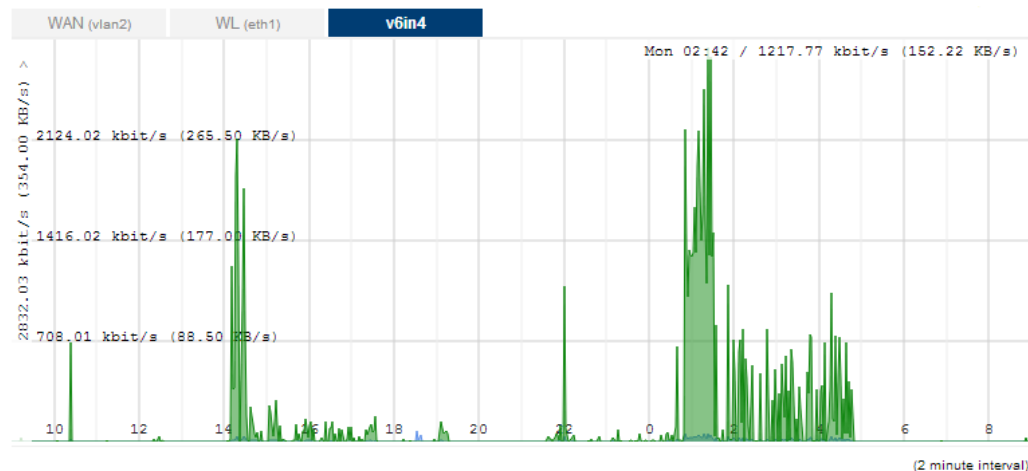
Router IPv6 Address:

Static DNS:

CPE traffic (24 hours):



RX	397.61 kbit/s (48.54 KB/s)	Avg 1395.40 kbit/s (170.34 KB/s)	Peak 5581.71 kbit/s (681.36 KB/s)	Total 14.04 GB	Hours: 1, 2, 4, 6, 12, 18, 24
TX	7.48 kbit/s (0.91 KB/s)	Avg 1155.67 kbit/s (141.07 KB/s)	Peak 12862.85 kbit/s (1570.17 KB/s)	Total 11.62 GB	Avg: <u>Off</u> , 2x, 4x, 6x, 8x Max: Uniform, <u>Per IP</u> Display: <u>Solid</u> , Line



RX	0.30 kbit/s (0.04 KB/s)	Avg 116.17 kbit/s (14.18 KB/s)	Peak 2842.66 kbit/s (347.00 KB/s)	Total 1,196.52 MB	Hours: 1, 2, 4, 6, 12, 18, 24
TX	0.15 kbit/s (0.02 KB/s)	Avg 6.26 kbit/s (0.76 KB/s)	Peak 83.33 kbit/s (10.17 KB/s)	Total 64.49 MB	Avg: <u>Off</u> , 2x, 4x, 6x, 8x Max: Uniform, <u>Per IP</u> Display: <u>Solid</u> , Line

Win Dual Stack:

```
PS C:\> ipconfig /all
Windows IP Configuration

Host Name . . . . . : contura
Primary Dns Suffix . . . . . : 
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter LAN:

Connection-specific DNS Suffix . : 
Description . . . . . : NVIDI nForce 10/100 Mbps Ethernet
Physical Address. . . . . : 00-19-66-BC-8C-C6
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv6 Address. . . . . : 2a02:a30:c0ff:3:78a6:2c78:2d39:9e03(Preferred)
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::78a6:2c78:2d39:9e03%11(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.100(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : 14 anpean 2014 r. 8:45:07
Lease Expires . . . . . : 15 anpean 2014 r. 8:45:06
Default Gateway . . . . . : fe80::4a5b:39ff:fe42:b9bd%11
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.1
DNS Servers . . . . . : 192.168.1.1
Primary WINS Server . . . . . : 192.168.1.1
NetBIOS over Lcpip. . . . . : Enabled

PS C:\>
```

```
PS C:\> nslookup www.cisco.com
Server: gw-660
Address: 192.168.1.1

Non-authoritative answer:
Name: e144.dscb.akamaiedge.net
Addresses: 2a02:26f0:f18b::90
2a02:26f0:f18b::90
23.64.208.170
Aliases: www.cisco.com
www.cisco.com.akadns.net
wwwds.cisco.com.edgekey.net
wwwds.cisco.com.edgekey.net.globalredir.akadns.net

PS C:\> ping www.cisco.com

Pinging e144.dscb.akamaiedge.net [2a02:26f0:f18b::90] with 32 bytes of data:
Reply from 2a02:26f0:f18b::90: time=64ms
Reply from 2a02:26f0:f18b::90: time=64ms
Reply from 2a02:26f0:f18b::90: time=64ms
Reply from 2a02:26f0:f18b::90: time=64ms

Ping statistics for 2a02:26f0:f18b::90:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 64ms, Maximum = 64ms, Average = 64ms

PS C:\>
```

```
IPv6 Tunnel broker
IPv6 Gate (Cs7206)
!
interface Loopback51
description == For tunneling ==
ip address **2.0.192.18 255.255.255.252
!
interface Tunnel51
description == Datacity ==
no ip address
load-interval 30
ipv6 address **02:A30::8926:146:51:1/112
ipv6 enable
tunnel source **2.0.192.18
tunnel mode ipv6ip
tunnel destination **2.0.192.49
!
router eigrp AS8926
!
address-family ipv6 unicast autonomous-system 8926
!
topology base
distribute-list prefix-list LOCAL-v6 out
redistribute connected
redistribute static route-map LOCAL-v6
```


Dual Stack performance:

Netherlands - Zeeland ▾



Netherlands, [ZeelandNet](#) (~ 1900 km)

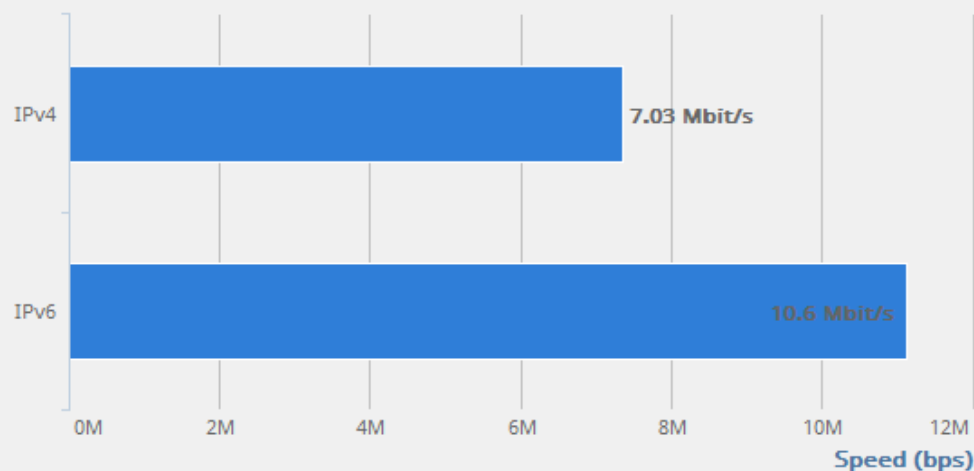
IPv4 speed

Address	109.185.169.3
ISP	JSC "Moldtelecom" S.A.
Speed	7.03 Mbit/s

IPv6 speed

Address	2a02:a30:c0ff:3:78a6:2c78:2d39:9e03
ISP	JSC "Moldtelecom" S.A.
Speed	10.6 Mbit/s

Your speed test results



Romania ▾



Bucharest, RCS&RDS (~ 380 km)

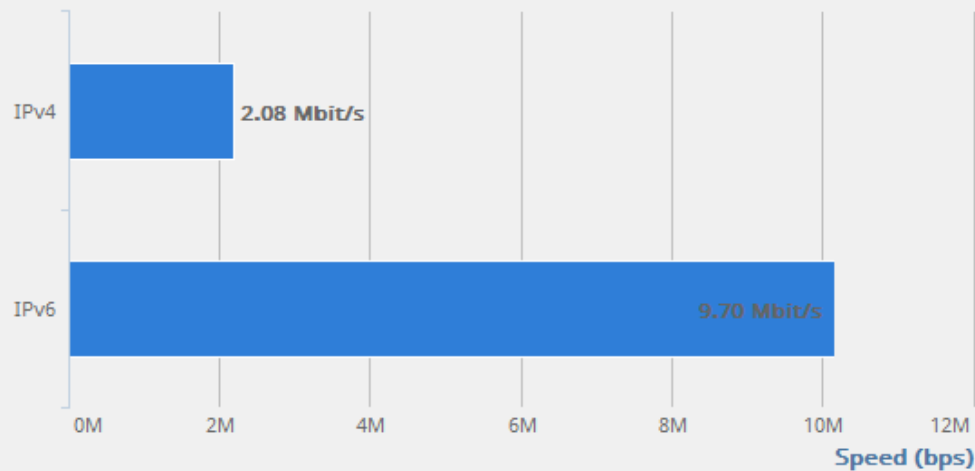
IPv4 speed

Address	109.185.169.3
ISP	JSC "Moldtelecom" S.A.
Speed	2.08 Mbit/s

IPv6 speed

Address	2a02:a30:c0ff:3:78a6:2c78:2d39:9e03
ISP	JSC "Moldtelecom" S.A.
Speed	9.70 Mbit/s

Your speed test results



France - Roubaix ▾



Roubaix, OVH (~ 1900 km)

Do you want to help us by running a test server in your area?
If you think you can, please [contact us](#)!

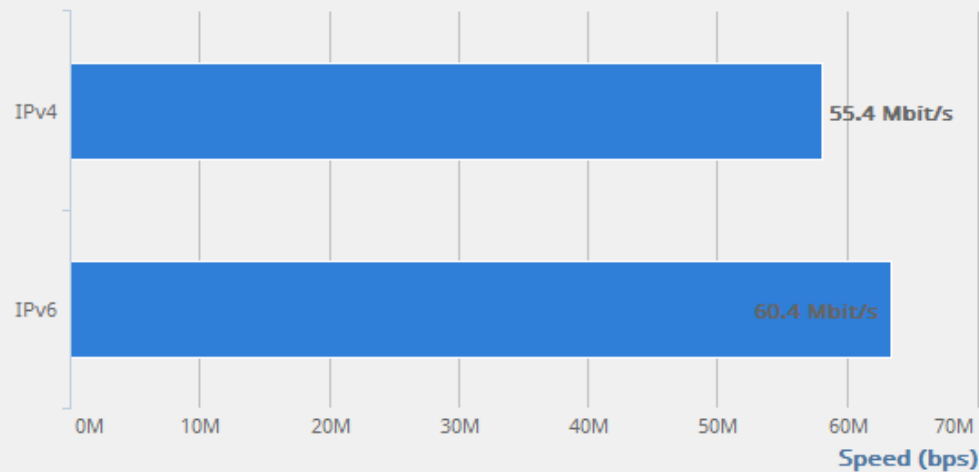
IPv4 speed

Address 109.185.169.3**ISP** JSC "Moldtelecom" S.A.**Speed** 55.4 Mbit/s


IPv6 speed

Address 2a02:a30:c0ff:3:78a6:2c78:2d39:9e03**ISP** JSC "Moldtelecom" S.A.**Speed** 60.4 Mbit/s


Your speed test results




France - Lyon ▼

 Lyon, LaFibre.info (~ 1800 km)

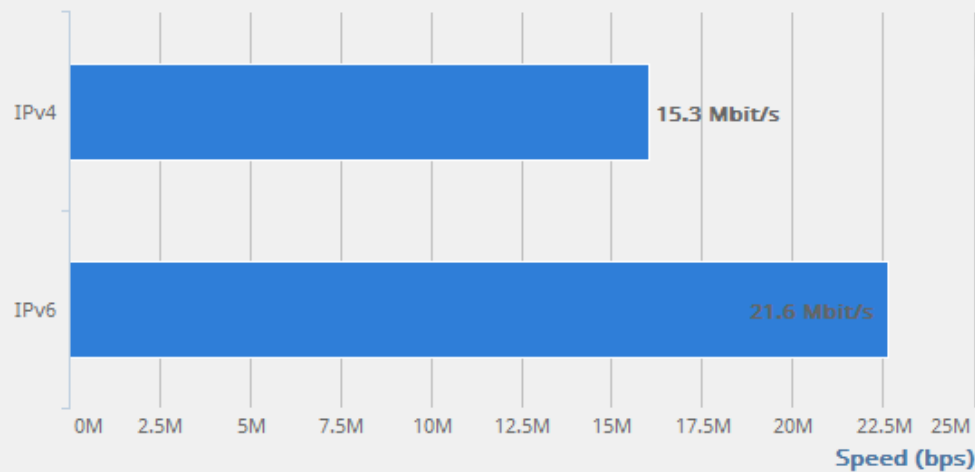
IPv4 speed

Address	 109.185.169.3
ISP	JSC "Moldtelecom" S.A.
Speed	15.3 Mbit/s

IPv6 speed

Address	 2a02:a30:c0ff:3:78a6:2c78:2d39:9e03
ISP	JSC "Moldtelecom" S.A.
Speed	21.6 Mbit/s

Your speed test results



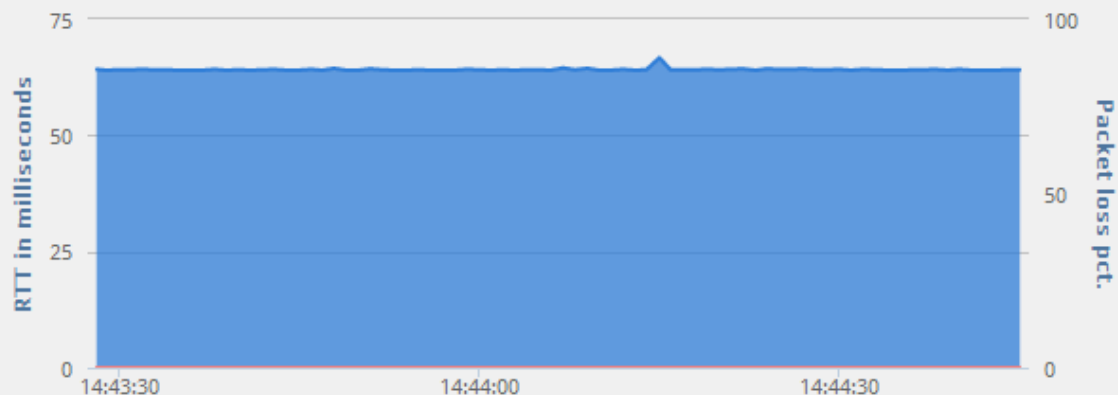
Please select a test server

France - Lyon ▾



Lyon, LaFibre.info (~ 1800 km)

IPv4 Ping



IPv4 address

109.185.169.3

Ping latency ?

64.1 ms

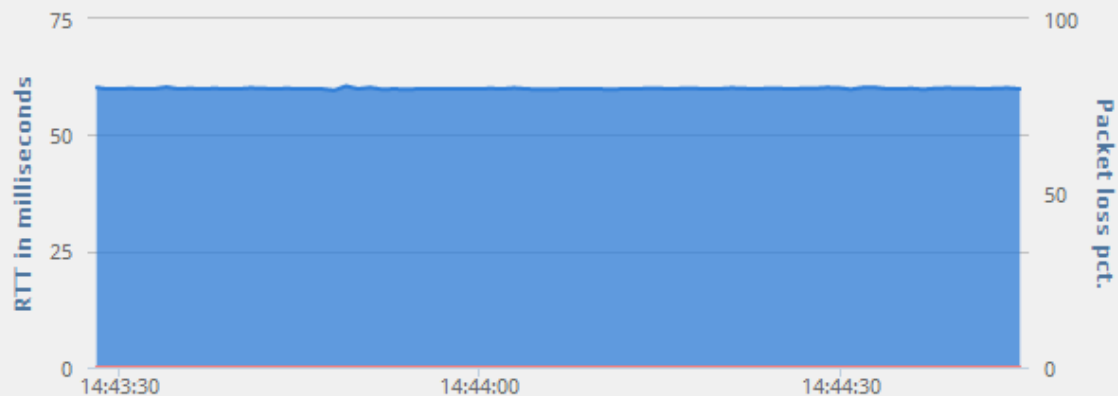
Time to live ?

57

Average packet loss

0.00 %

IPv6 Ping



IPv6 address

2a02:a30:c0ff:3:78a6:2c78:2d39:9e03

Ping latency ?

59.9 ms

Hop limit

85

Average packet loss

0.00 %

MOLDTELECOM S.A.



Анализ операторских решений центральных узлов интернет-связи

Региональный семинар МСЭ для стран СНГ
«Рекомендации по переходу с IPv4 на IPv6 в странах
СНГ», 16-18 апреля 2014, г. Ташкент

Сергей Казак,
Заместитель Технического Директора, АО
«Молдтелеком»

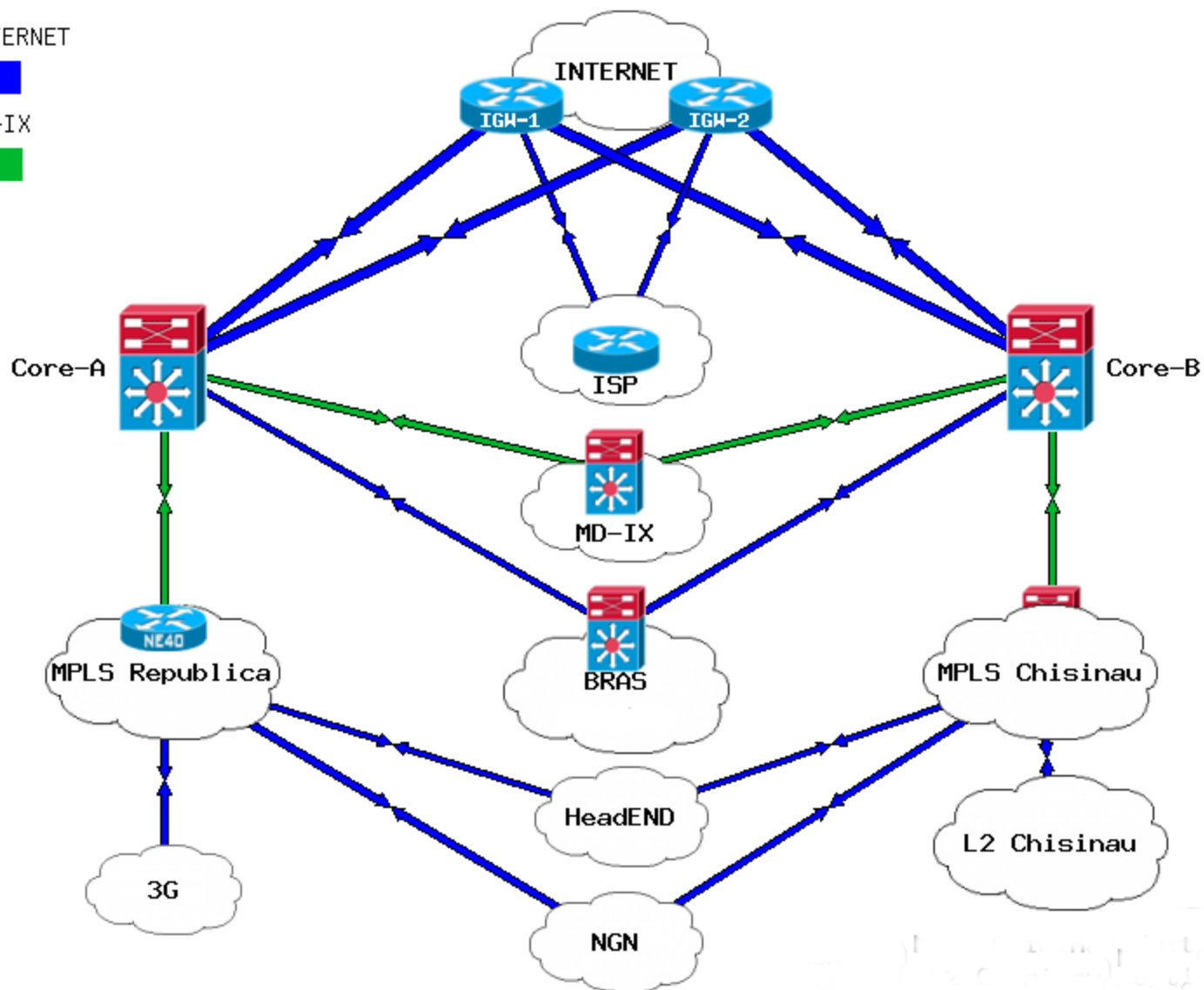
tel.: +373 22 570 251,
e-mail: skazak@moldtelecom.md

Сеть оператора связи

INTERNET

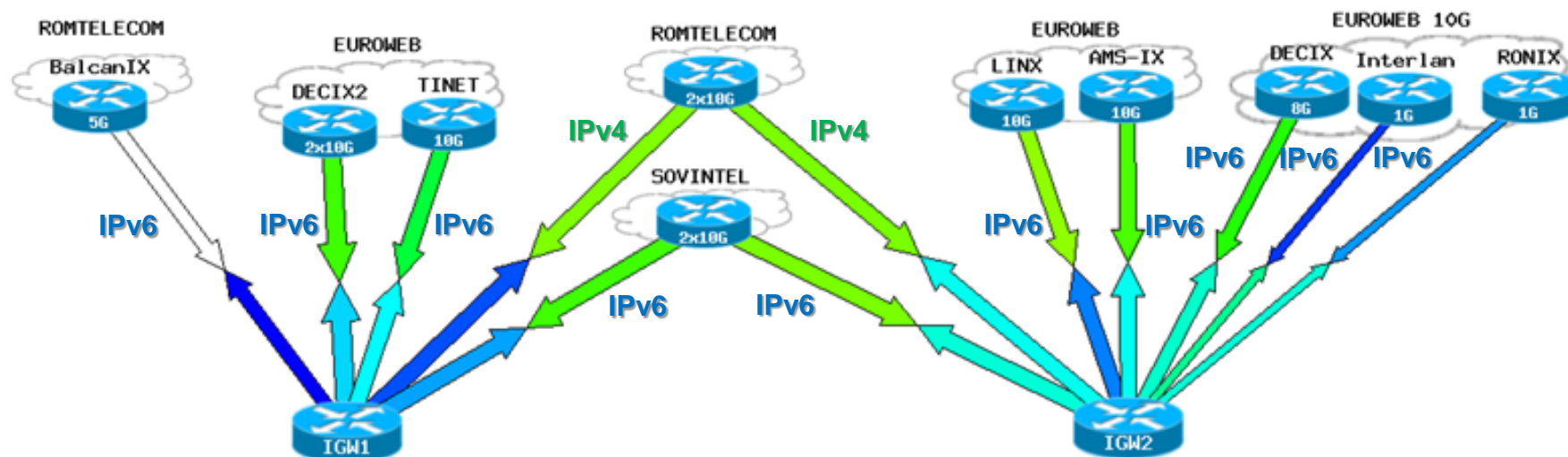


MD-IX



Подключение к вышестоящим ISP (Tier2):

Created: Apr 14 2014 17:30:37



Пример: Настройка подключения к вышестоящим ISP

IGW Config: IOS-XR

!

```
interface TenGigE0/4/0/6
```

```
description -= 10G Sovintel Chisinau - Moscova - Palanca - Belgorod - Dnestrovsk; -=
```

```
ipv4 address **.104.38.6 255.255.255.252
```

```
ipv6 nd suppress-ra
```

```
ipv6 address **00:1248:7fff:fffe:4f68:2028:2846:7782/124
```

```
ipv6 enable
```

!

```
router bgp *926
```

```
neighbor **01:668:0:3::2000:c21
```

```
remote-as **57
```

```
password encrypted **230A0F4B415D0D0D
```

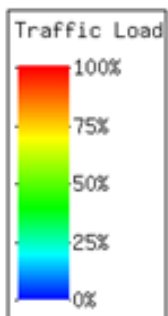
```
description ===== TINET 10G,IPv6, AS3257 Inteliquent =====
```

```
address-family ipv6 unicast
```

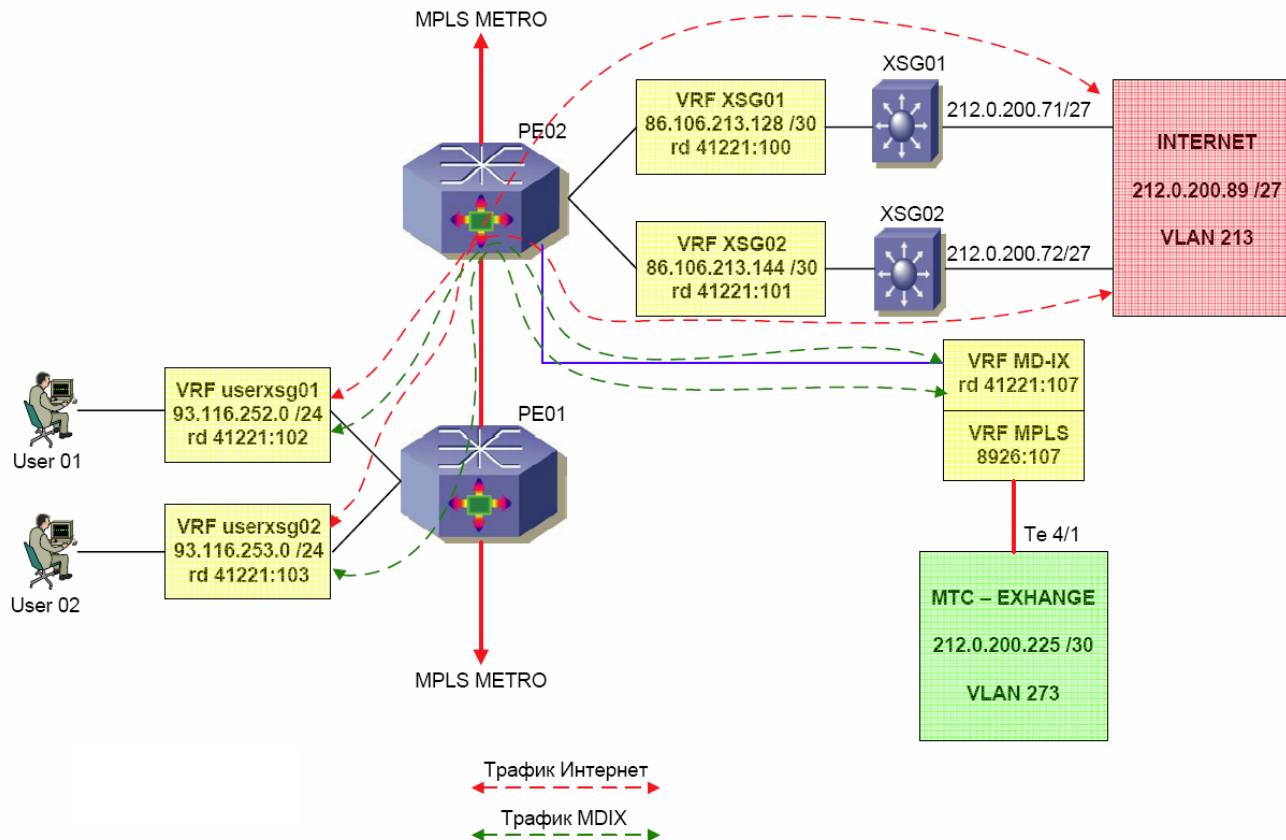
```
route-policy IPv6-IN in
```

```
route-policy MTC-NET-V6 out
```

!



Техническое решение для разделения трафика абонентов широкополосного доступа

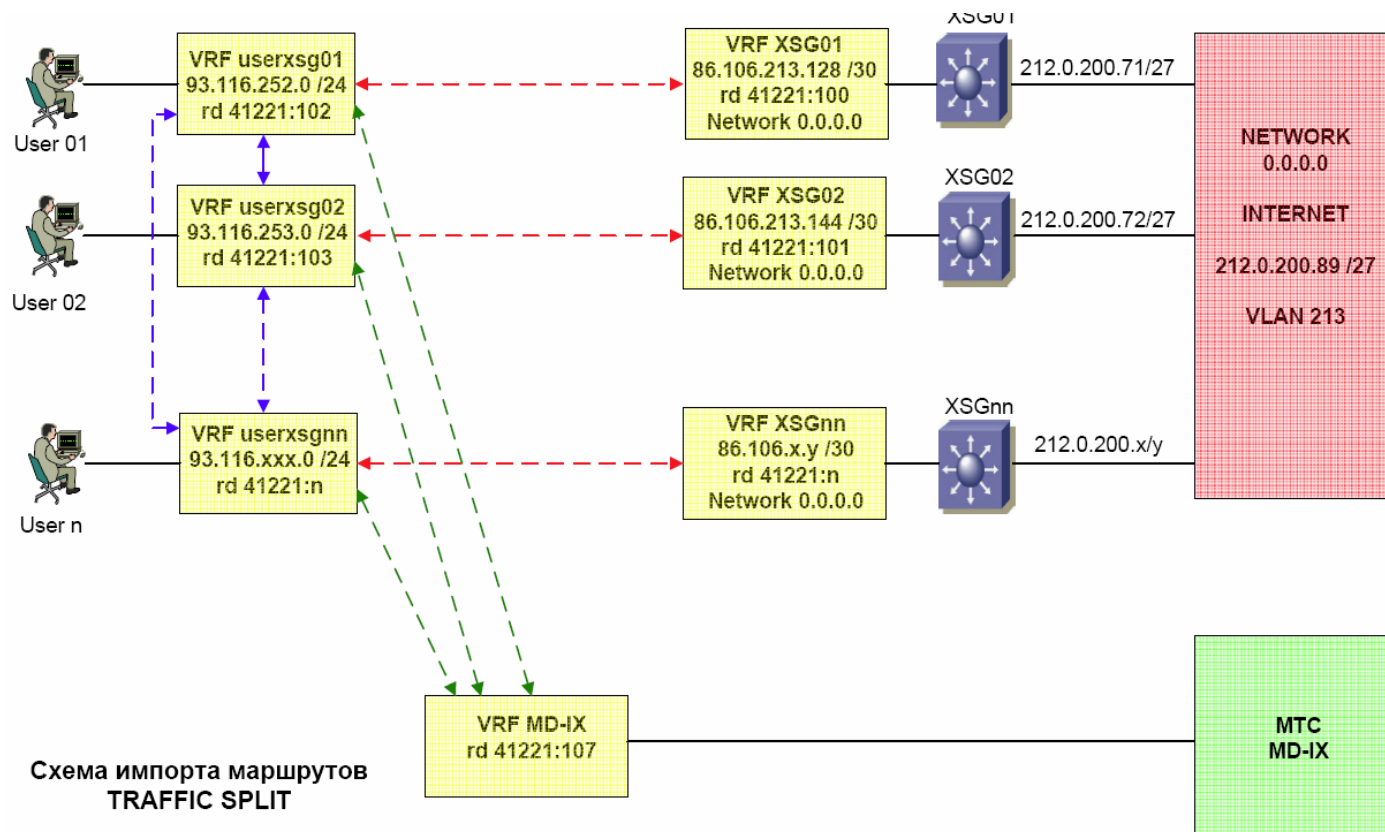


Разделение трафика (traffic split) предназначено для уменьшения нагрузки на шлюзы выбора услуг (SSG, ISG), путём отделения местного трафика на узлах CORE и перенаправления его на агрегатор MD-IX.

На узле CORE создаются отдельные виртуальные пространства адресов (VRF) для абонентов, для шлюзов выбора услуг и для агрегатора местного трафика MD-IX.

Для обеспечения изоляции трафика и соблюдения условия доступа в Интернет каждой группе пользователей строго через свой выделенный шлюз XSG, создаются три группы виртуальных пространств. VRF шлюзов доступа, VRF групп пользователей и VRF агрегатора местных сетей MD-IX.

Широкополосный доступ

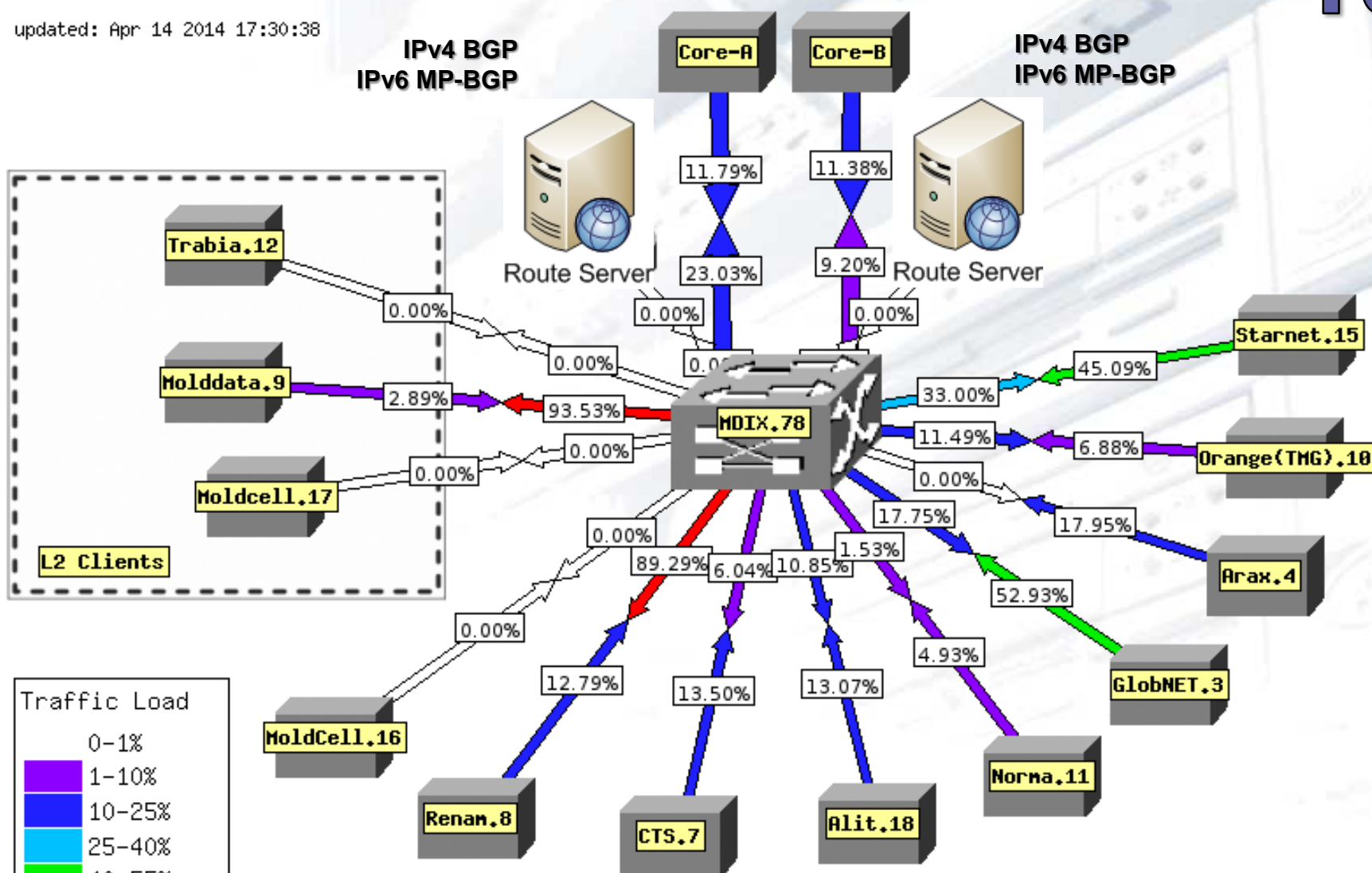


Для организации доступа в Интернет необходимо выполнить импорт маршрутов между VRF абонентов и VRF выделенного им шлюза XSG. Например, для организации доступа группы пользователей User01 необходимо импортировать в VRF userxsg01 rd 41221:100, а в адресное пространство шлюза XSG01 импортировать rd 41221:102.

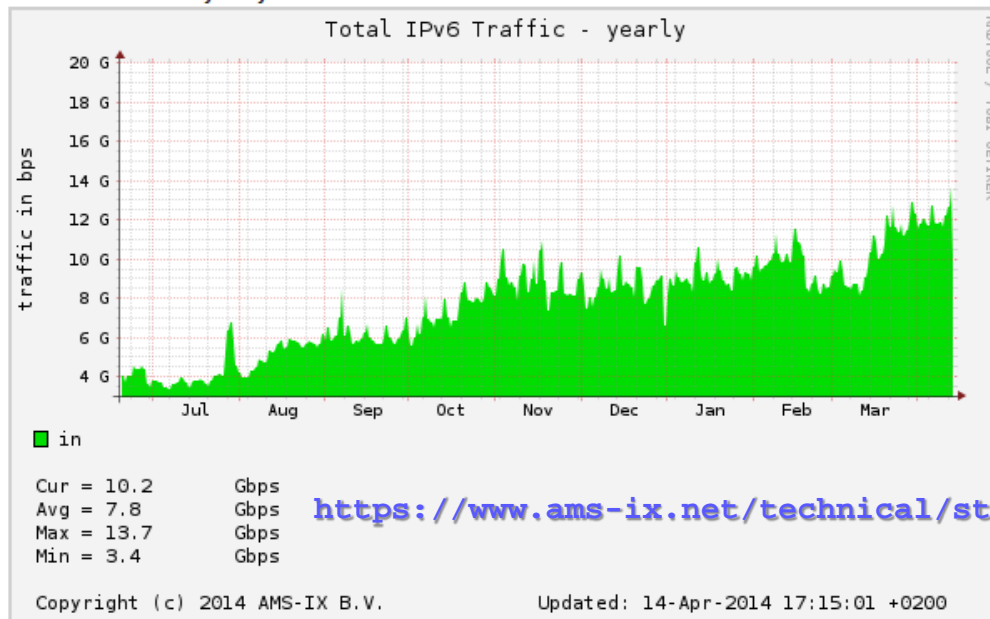
VRF местных сетей является общим для всех групп абонентов. Для доступа к сетям MDIX следует импортировать в каждую группу абонентов rd 41221:107, а в VRF местных сетей (VRF MD-IX) импортировать rd всех групп абонентов.

Все группы абонентов связаны между собой минуя шлюз доступа и агрегатор MD-IX. В каждую VRF группы абонентов импортируются rd соседних групп абонентов. Например, в группу абонентов VRF userxsg01 импортируются rd 41221:103 и 41221:n. Соответственно, в соседние группы абонентов должен быть добавлен rd группы userxsg01.

updated: Apr 14 2014 17:30:38

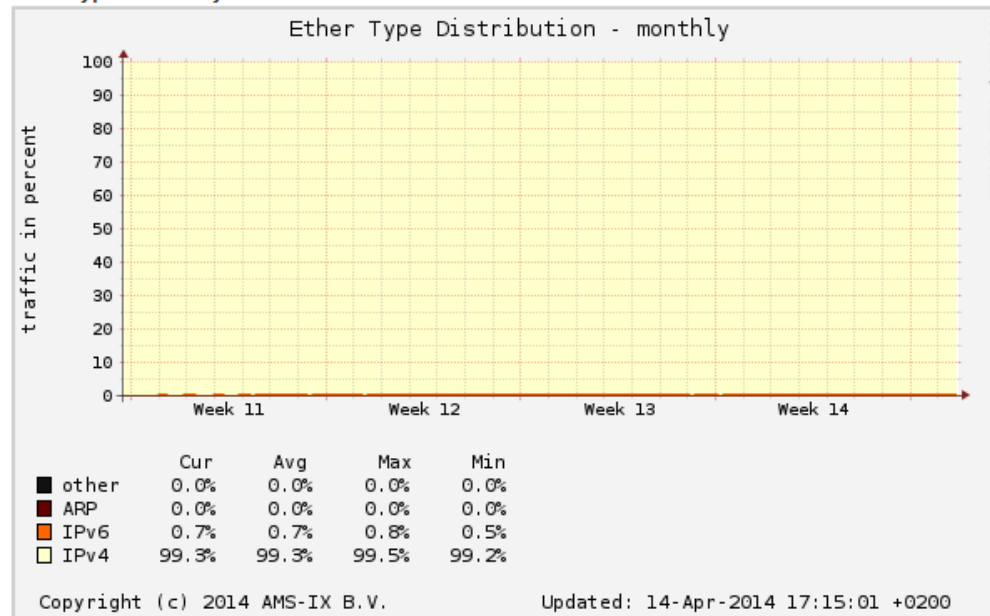


Total IPv6 Traffic - yearly



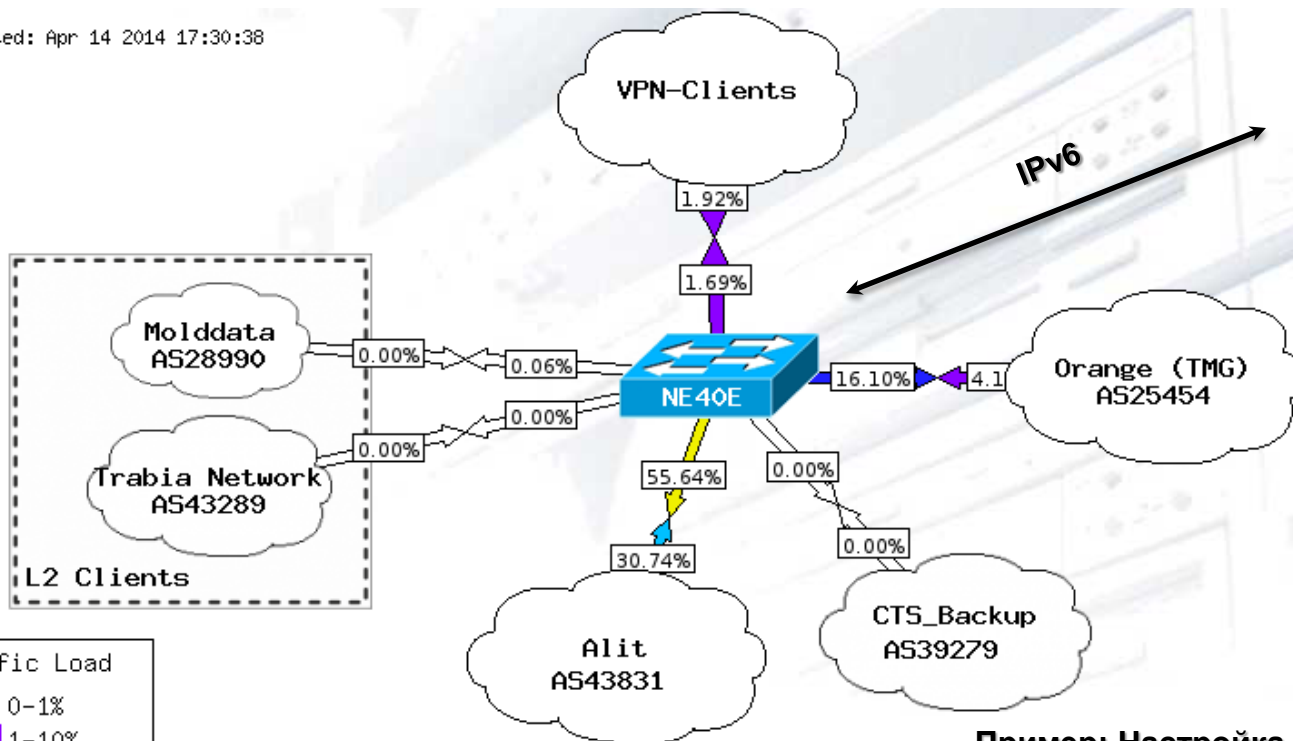
<https://www.ams-ix.net/technical/statistics/sflow-stats/ipv6-traffic>

Ether type - monthly



<https://www.ams-ix.net/technical/statistics/sflow-stats/ether-type>

updated: Apr 14 2014 17:30:38



**Мотивация клиентов ISP –
организация доступа к
платформе GGCash**

Traffic Load

0-1%
1-10%
10-25%
25-40%
40-55%
55-70%
70-85%
85-100%

Пример: Настройка подключения клиентов к ISP

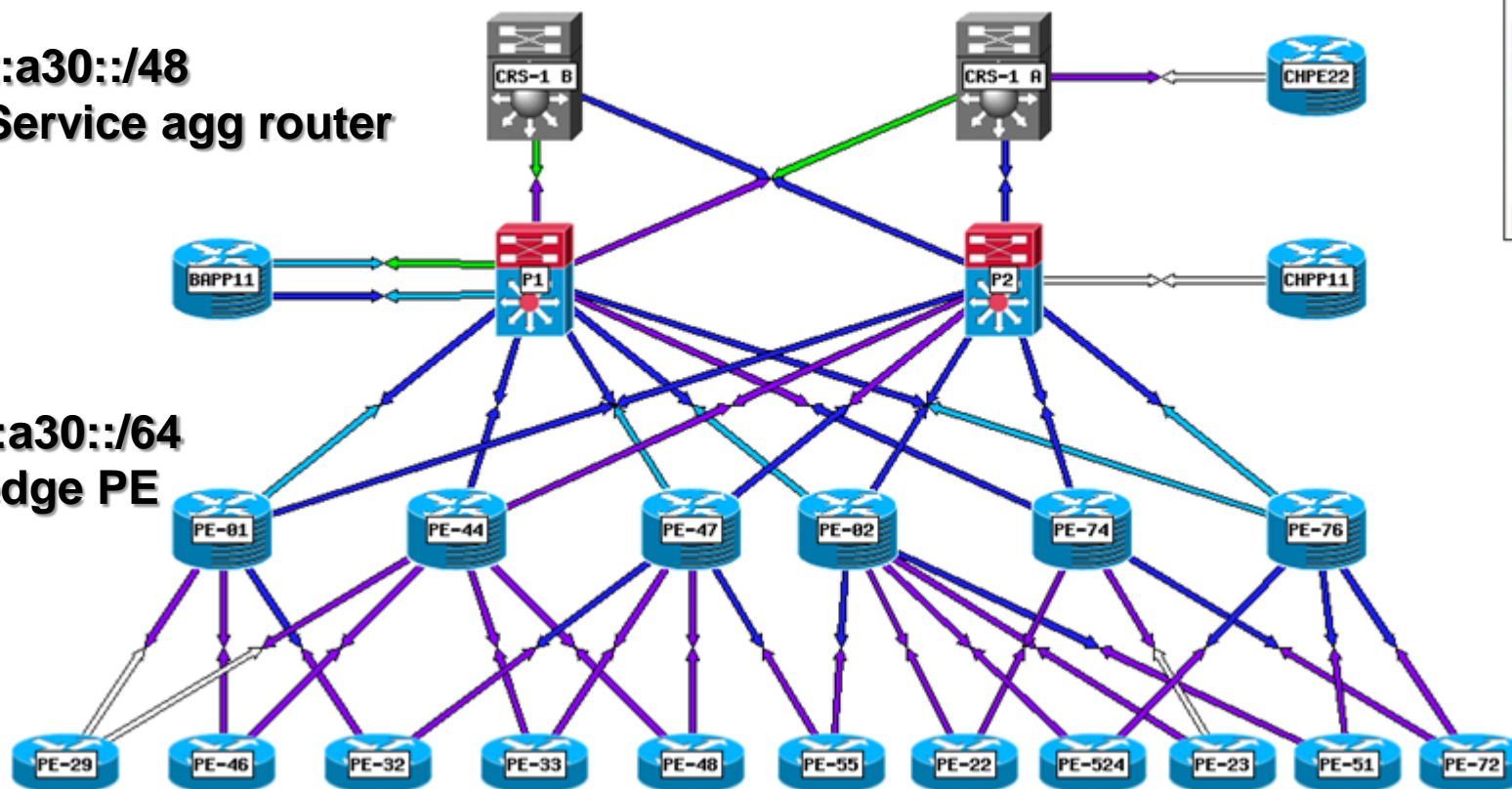
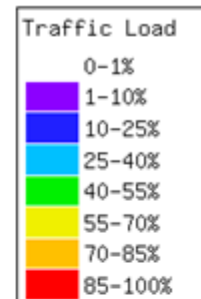
```
interface GigabitEthernet1/0/0.3402
vlan-type dot1q 3402
description --- MoldData Downlink ---
ipv6 enable
ip address **2.0.199.241 255.255.255.252
ipv6 address **02:A30::2:8990:33:2/126
#
bgp *926
ipv6-family unicast
undo synchronization
maximum load-balancing 2
peer **02:A30::2:8990:33:2 enable
peer **02:A30::2:8990:33:2 ipv6-prefix MOLDDATAv6 import
peer **02:A30::2:8990:33:2 ipv6-prefix OnlyDefaultv6 export
peer **02:A30::2:8990:33:2 next-hop-local
peer **02:A30::2:8990:33:2 advertise-community
peer **02:A30::2:8990:33:2 advertise-ext-community
peer **02:A30::2:8990:33:2 default-route-advertise
```


2a02:a30::/32

Created: Apr 14 2014 18:00:43

2a02:a30::/48
per Service agg router

2a02:a30::/64
per edge PE



>2a02:a30::/64 per
edge PE

CIR – ITU возможное решение вопроса

(Country baser Internet register)

Очень важно определить или представить соответствующим национальным организациям методику распределения IPv6, так как на данном этапе строится база сетей на многие годы

Подытожим:

1. IPv4 с сети убрать нельзя:

- IPv4 и IPv6 несовместимы
- Не модифицируем и не убираем работающий протокол IPv4

2. Замена оборудования

- Рано или поздно но заменить оборудование придётся
- Необходимо остановить процесс добавление IPv4 устройств в сеть
- Необходим аудит сети на поддержку IPv6

3. Внедрение IPv6 не снимает проблему нехватки IPv4 адресов

4. Инструменты для миграции известны – но этот процесс затяжной, применение таких средств как IPv6 в туннеле, NAT64 носит лишь вспомогательный характер. Чтобы обеспечить нормальное функционирование IPv4/IPv6 необходимо использовать единственное правильное и честное решение – это применение двойного стека.



Спасибо за внимание!

«А проблемы IPv6 начинаются на
восьмом уровне модели OSI» 😊

- www.moldtelecom.md
- Факс +373 22 570 111
- office@moldtelecom.md