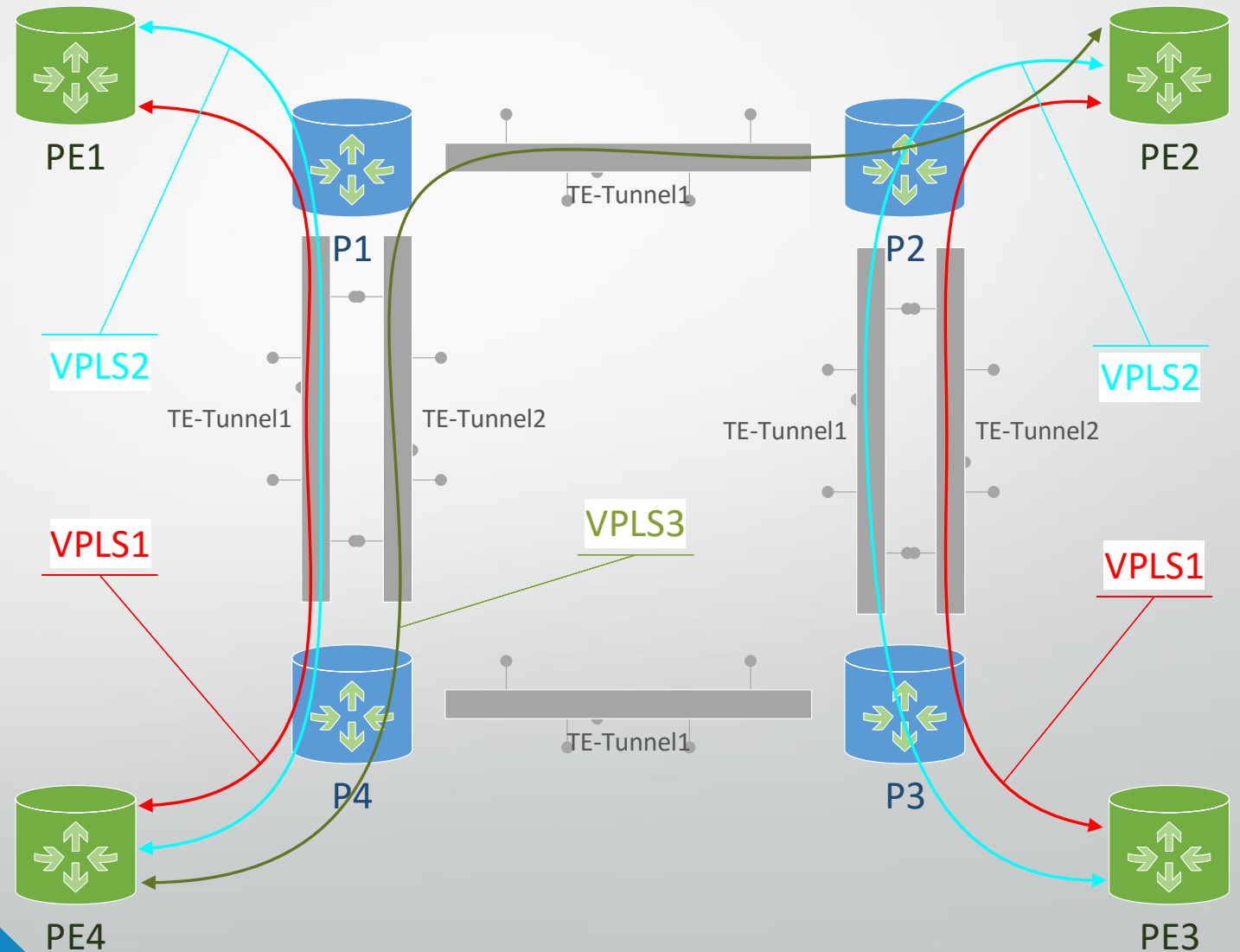


ДЛЯ ЧЕГО НЕОБХОДИМ MPLS

Кекер Кирилл Викторович
MTCNA, MTCRE, MTCINE
MUM 2015 Russia



MPLS FOR THE MASSES!



MUM 2012
Russia, Moscow

СОДЕРЖАНИЕ



Краткий обзор MPLS

- Краткое описание технологии
- Основные идеи
- Основные протоколы в составе MPLS
- Различие идеологий Kompella и Martini
- Разновидности и новые тенденции

Необходимость применения

- Преимущество единообразия сети под управлением MPLS
- Доступность MPLS каждому в устройствах MikroTik в условиях удорожания импортного оборудования
- Задачи, решаемые операторами связи, вызывающие необходимость в MPLS
- Переход от классического routing+switching к MPLS-инфраструктуре
- Мониторинг и управление сети MPLS
- Почему не стоит бояться MPLS и использовать его в малых операторах связи и enterprise-сетях

Примеры best practice

- Реальные кейсы больших и малых операторов связи
- Правила хорошего тона при проектировании сети MPLS

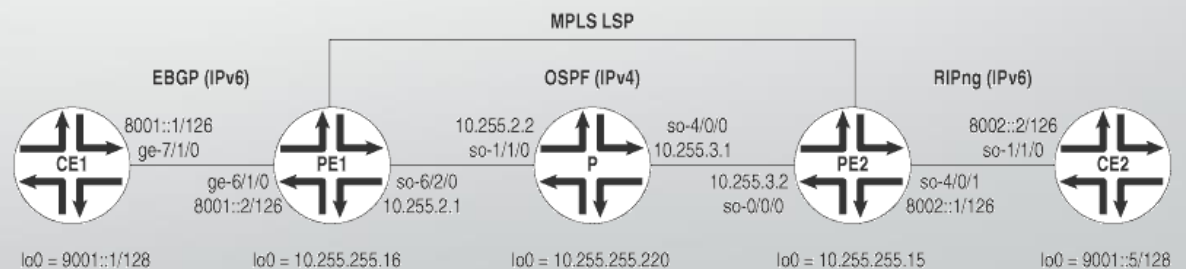
ОПИСАНИЕ

MPLS (англ. multiprotocol label switching — многопротокольная коммутация по меткам) — механизм в высокопроизводительной телекоммуникационной сети, осуществляющий передачу данных от одного узла сети к другому с помощью меток.

Технология зародилась в 1999-м году как универсальный слой единой среды для всех протоколов.

Основные игроки:

- Cisco Systems
- Juniper Networks



ОСНОВНЫЕ ИДЕИ

- Маршрутизация – это медленно, коммутация – это быстро!
- Погорячились, маршрутизация для MPLS оказывается тоже полезна.
- Одни правила для всех протоколов (Cisco AToM)!
- MPLS – это только сервисный слой для других технологий.
- MPLS – как коммунизм, работает только когда он везде!
- Забываем про Ethernet и IP, теперь все работаем через MPLS.
- L1 так же подвластен MPLS (Juniper: MPLS-T; Cisco: MPLS-TP, MλS; Other: GMPLS, DWDM+MPLS).
- Убираем CoS и ToS для IP и Ethernet, теперь есть только MPLS QoS!
- Пакетные сети умирают, на смену приходят транспортные сети!
- Планирование, управление и мониторинг для транспорта.
- Private IP сети теперь бесконечны (MPLS L3 VPN)!
- Крутой L2 для всех (MPLS L2 VPN)!
- Расширяем QinQ за счет PW.
- Суперсходимость и резервируемость средствами MPLS.
- MPLS от CPE до всех устройств Core.
- MPLS внутри MPLS

ОСНОВНЫЕ ПРОТОКОЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- VPLS (L2 VPN)
- H-VPLS (плохой VPLS)
- PW (плохой L2 VPN)
- VRF (L3 VPN)
- LDP
- RSVP
- FRR
- mpBGP
- BFD (когда нет FRR)
- OSPF/ISIS (помогаем MPLS)
- MPLS-TE
- MPLS-TP
- GMPLS





Kompella vs Martini (Juniper vs Cisco)

Luca Martini – Cisco Systems (RFC 4096)

Keerti Kompella – Juniper Networks (RFC 4761)



Cisco:

У нас будет свой лунопарк с блекджеком и «бонусом»!

Все строим поверх LDP, L2 VPN называем «псевдопроводами» (pseudowire, PW), делаем P2P вручную, соединения называем xconnect, основным признаком VPN делаем VPN ID, а еще у нас есть L2TPv3 (не путать с L2TP!) и свои механизмы резервирования и сходимости! А еще мы сделаем всем жизнь проблематичнее ограничив функции MPLS в разных устройствах, разных категория ОС и разных ОС (IOS, IOS XR, IOS XE, NX-OS). Богатым хороший MPLS, бедным – L2TPv3!

Juniper:

Блин, Cisco как всегда первыми что-то свое сделали! Нам надо сделать лунопарк в 2 раза больше, а «бонус» круче!

Строим L2 VPN поверх mPBGp уходя от проприетарной задумки, так мы получим больше совместимости! В топку PW, делаем полноценный VPLS с виртуальным свитчем! Ни каких VPN ID, используем BGP Community для идентификации VPN. А из бонусов у нас L2 FullMesh на основе mPBGp и RouteReflector, ни какого лампового P2P! А L2TPv3 для бедных, мы просто включим VPLS во все наши устройства в единую модульную ОС – JunOS.

МОДНЫЕ ТРЕНДЫ И РАЗЛИЧИЯ

- MPLS – хорошо, но как же OpenFlow? MPLS + OpenFlow = NFV
- SDN + MPLS управление: OpenDayLight, FloodLight, OpenContrail (Juniper Contrail), onos, opnf, Cisco WAE, Juniper Northstar
- MPLS совместно с SDN проникает в ЦОД (SDDC) в совместно с OpenStack + Juniper Contrail + Juniper vSRX или OpenStack + Cisco vCSR 1000
- Juniper: MPLS-TE++, H-LSP
- Cisco: Segment Routing
- MPLS DWDM
- GMPLS РРЛ



ПРЕИМУЩЕСТВА MPLS-КОММУНИЗМА

- Значительная гибкость сети
- Новые сервисы клиентам
- Единообразие даже между разными производителями оборудования
- Одна технология для CPE, Access, Aggregation, Core, BNG, Wireless, DWDM, DPI и т.д.
- Гибкое планирование и прогнозирование с использованием Cisco MATE, Juniper WANDL, CA Spectrum и т.д.
- Взрослые средства мониторинга и управления сетью (не Zabbix, Cacti, OpenNMS, Nagios, ZenOSS и т.д.) – CA Spectrum, Cisco Prime, Juniper Space, IBM Tivoli, HP iMC, EMC Ionix и т.д.
- Всегда известно что происходит
- Гибкое добавление нового сервиса
- Готовность к будущему!
- Очень хорошая балансировка
- Самое надежное резервирование



MPLS ДОСТУПЕН ВСЕМ!

Аппаратные решения:

- Cisco ASR 1001 – 80 000 \$ GPL
- Juniper MX 104 – 65 0000 \$ GPL
- Ericsson SE 100 – 15 000 \$ GPL
- HP A5900 – 26 000 \$ GPL

MikroTik CCR1072-1G-8S+ - 3050 \$ GPL

Программные решения:

- Cisco CSR 1000 – 14 000 \$ GPL
- Juniper vSRX – 5 000 \$ GPL
- **MikroTik RouterOS L6 – 250 \$ GPL**



ЧТО НЕОБХОДИМО ДЛЯ MPLS В MIKROTIK?

- Аргументированная причина для использования технологии
- Выбранная архитектура и понимание выбранных сервисов
- Хорошее знание OSPF и BGP
- Порядок в сети (OSPF с одной backbone area в одном vlan и одной ip-подсети. iBGP единым номеров AS)
- ЛЮБОЕ устройство MikroTik или виртуальная машина с лицензионной RouterOS
- Версия RouterOS не ниже 5.x
- Пакет mpls
- Прочтённая документация по MPLS (рекомендую от Cisco)
- Прочтённые статьи по MPLS на wiki.mikrotik.com
- Курсы MTCRE, MTCINE (или Cisco CCNA IP)

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ОПЕРАТОРАМИ, СВЯЗИ ИСПОЛЬЗУЯ MPLS

Из предыдущих слайдов:

- Балансировка, быстрая сходимость, прозрачное управление, единообразие технологий и т.д.

Кроме того:

- Единая среда передачи для всех технологий: Ethernet, IP, SDH.
- Единая среда для сервисов операторского класса: MetroEthernet, E-LAN, E-Line, E-Tree, OAM, QinQ, Multicast, FiberChennal.
- Сервисы для мобильных операторов: Передача синхронизации через MPLS-TP, сходимость 25ms для телефонии, передача сигнализации 3GPP для LTE и UMTS, синхронизация SDH, передача Profile R6 для WiMAX.
- Для транспорта: DWDM под управлением MPLS, PPL с GMPLS, SDH-mux с поддержкой MPLS. Сервисная модель управления сетью, транспортные приложения.
- Единый QoS для всех сервисов и переход на классификацию сервиса для пользователя и оплату SLA.
- Пополнение услуг TriplePlay транспортными сервисами с оплатой за сервис.
- Предоставление L2 с заданным SLA.
- Предоставление L3 с заданным SLA.
- Предоставление услуг MPLS-пиринга.
- Предоставление услуг на основе VRF (MPLS L3 VPN), выдавая множеству абонентов одну и ту же серую сеть, организовывая виртуальный роутер на стороне оператора.
- OSPF и BGP-пиринг частных AS для нужд заказчика.

ПЕРЕХОДИМ ОТ R&S К MPLS

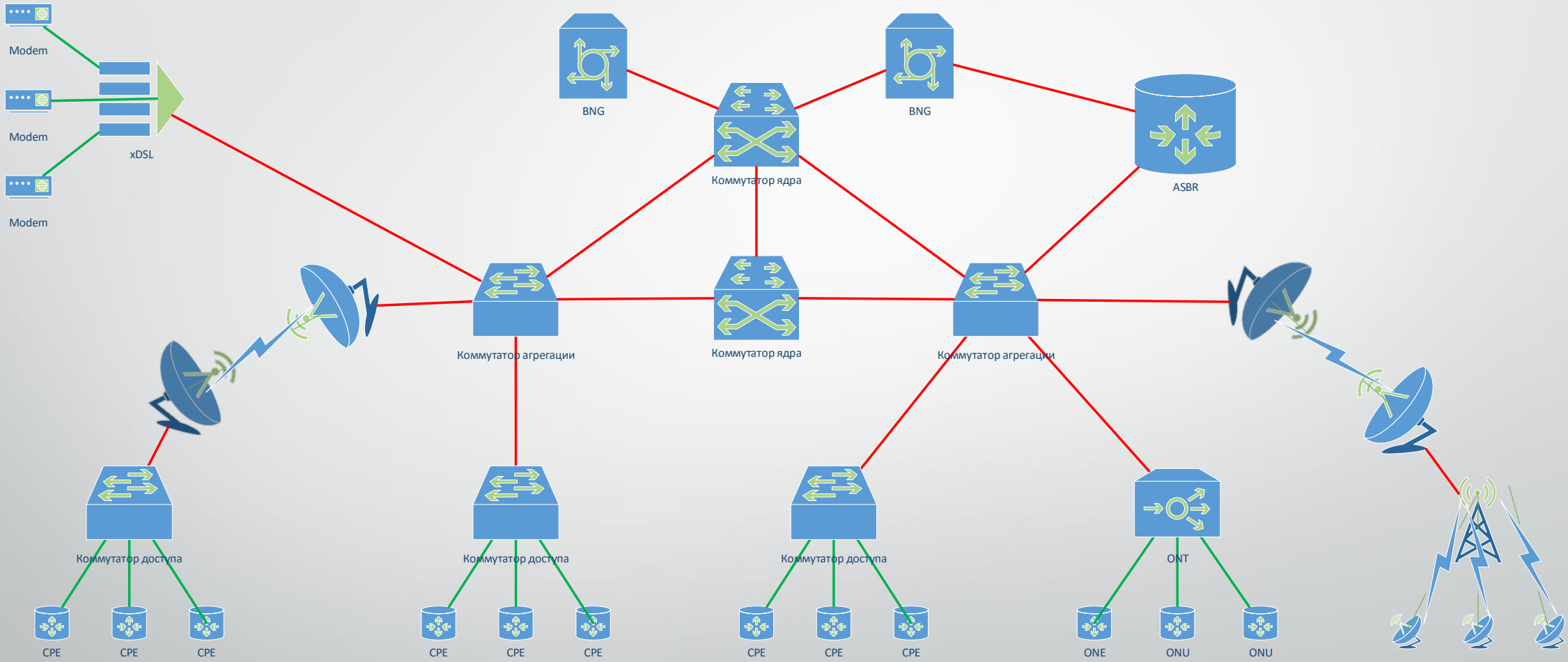
Преимущества:

- MPLS комбинируется с текущей инфраструктурой R&S не разрушая ее.
- MPLS только сигнальный протокол! Сам по себе он не делает ни чего. Но внутри MPLS можно сочетать разные сервисы и идеологии (LDP и RSVP стиль туннелей; mpBGP auto-discovery или P2P PW и т.д.).
- Плавный переход без остановки сервисов.

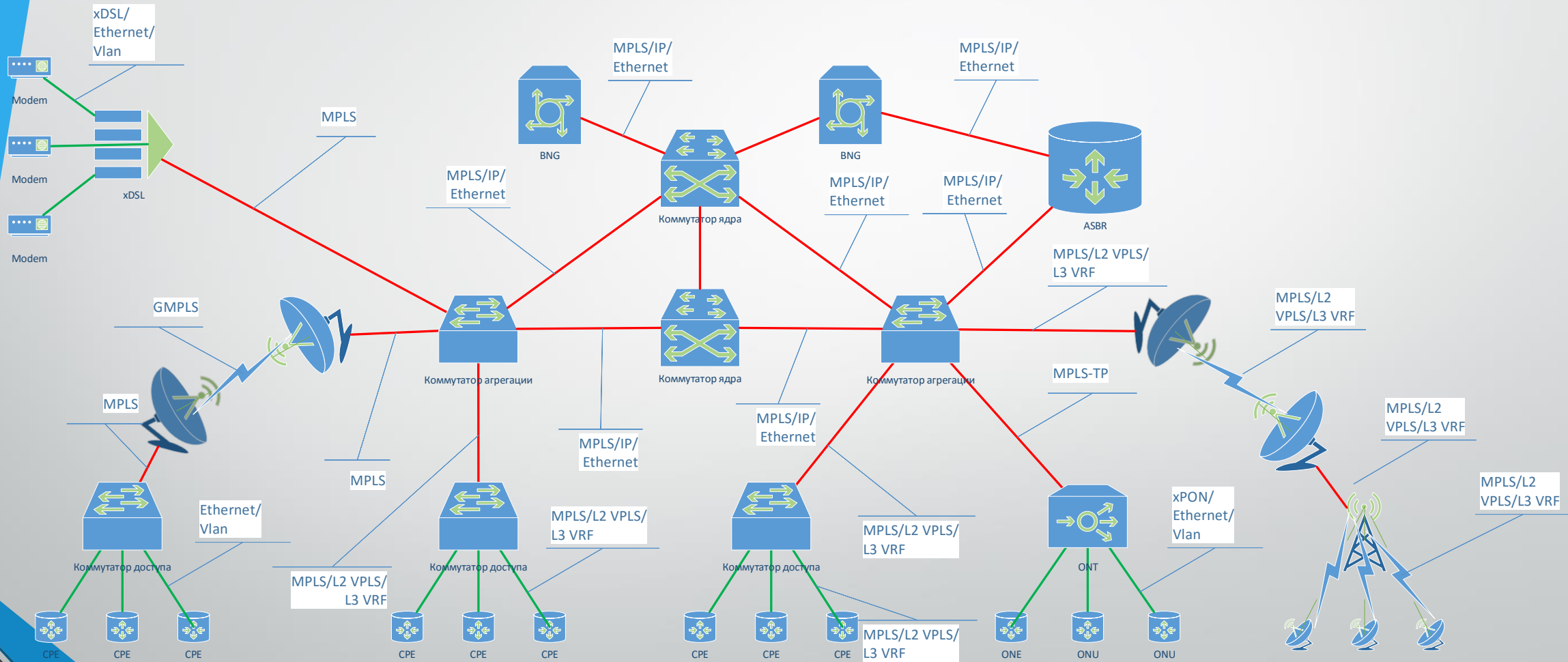
Недостатки:

- Требуется обучение персонала.
- Более сложная технология.
- Более сложное оборудование.

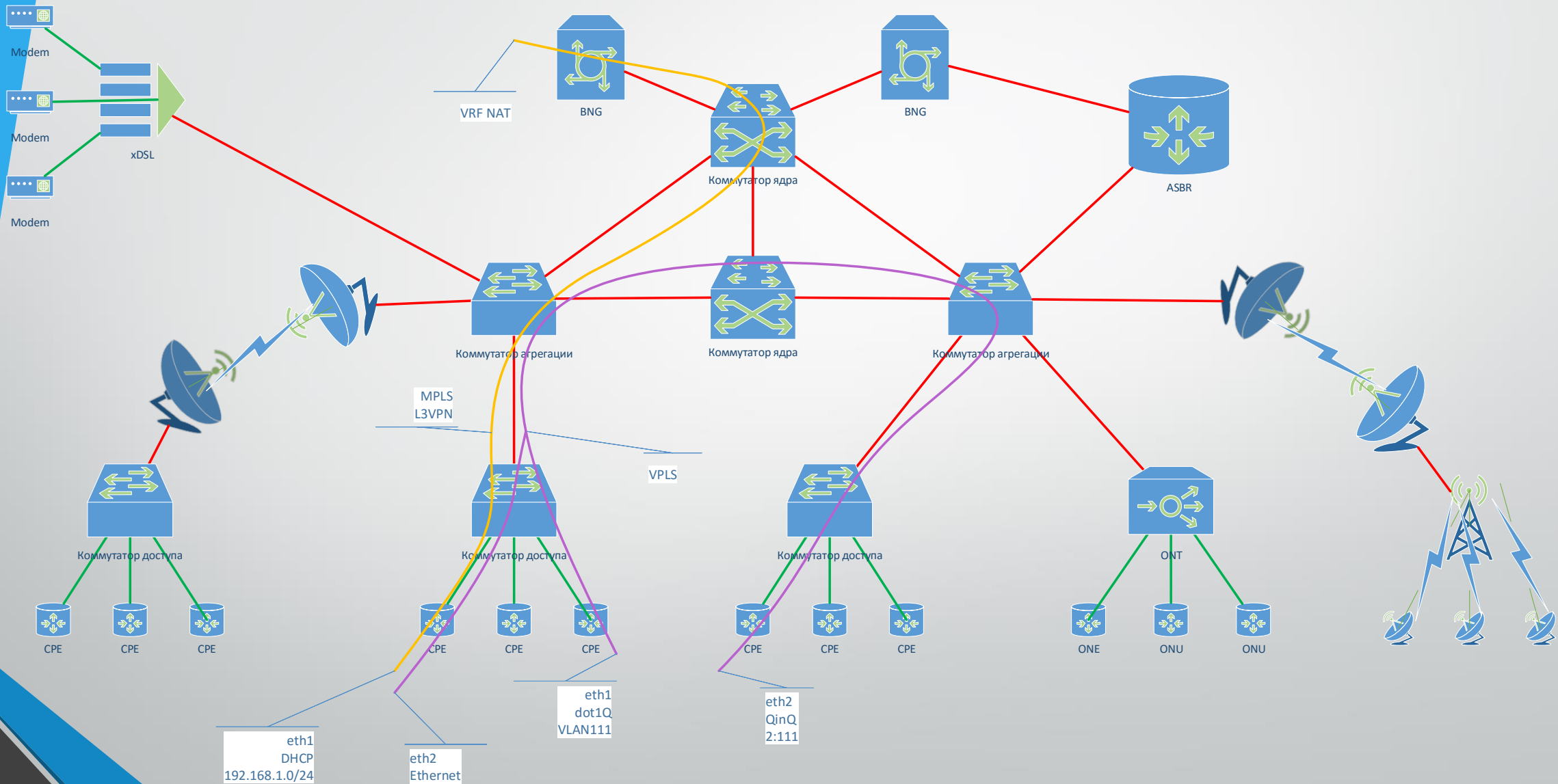
КЛАССИЧЕСКАЯ R&S СЕТЬ



R&S СЕТЬ С ВНЕДРЕННЫМ MPLS



MPLS СЕРВИСЫ



МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ MPLS (СА SPECTRUM)

Navigation
Explorer | Locator | Users

Contents: VPLS Manager of type VplsManager
Alarms | Topology | List | Events | Information

Condition	Name	VPN Model Name	Priority	Model Class	Type	Landscape
Normal	vpls-d	vpn-vlan40	10	Transport Service	MplsVpn	shemi1-pc (0x43200000)
Normal	vpls-c	vpn-vlan30	10	Transport Service	MplsVpn	shemi1-pc (0x43200000)
Normal	vpls-b	vpn-vlan20	10	Transport Service	MplsVpn	shemi1-pc (0x43200000)
Normal	vpls-a	vpn-cyan	10	Transport Service	MplsVpn	shemi1-pc (0x43200000)

Component Detail: VPLS Manager of type VplsManager
Information | Host Configuration | Root Cause | Interfaces | Performance | Neighbors | Alarms | Events | Attributes

General Information

Model Class: Application
Creation Time: Jan 24, 2008 8:46:46 AM EST
Security String: [set](#)

Configuration

Navigation
Explorer | Locator | Users

- My SPECTRUM
- Global Collections
- Global Collection Hierarchy
- Configuration Manager (3)
- eHealth Manager (1)
- VPLS Manager (4)
 - vpls-a (2)
 - cisco7505-96.10.10.ca.com_vpn-cyan_Sel1/1
 - cisco7505-96.11.ca.com_vpn-cyan_G1/0/0.10
 - vpls-b (1)
 - vpls-c (1)
 - cisco7505-96.11.ca.com_vpn-vlan30_G1/0/0.30
 - vpls-d (1)
- VPN Manager (3)
 - vpn-blue (2)
 - cisco7505-96.10.10.ca.com_vpn-blue_E10/0
 - cisco7505-96.11.ca.com_vpn-blue_Se2/0/3
 - vpn-green (1)
 - vpn-red (3)
 - cisco7505-96.10.10.ca.com_vpn-red_E10/2
 - cisco7505-96.10.10.ca.com_vpn-red_Sel1/0
 - cisco7505-96.11.ca.com_vpn-red_Serid2/0/2.300
- shemi1-pc (0x43200000)
 - Service Management (3)
 - TopOrg
 - Universe (4)
 - World
 - Correlation Manager
 - Enterprise VPN Manager
 - LMT Manager
 - LostFound
 - Multicast Manager
 - Policy Manager
 - QoS Manager
 - Secure Domain Manager
 - Telco EMS Manager

Navigation
Explorer | Locator | Users

Contents: 172.19.38.38_vpn-blue_te-200 of type VpnSite
Alarms | Topology | List

Component Detail: 172.19.38.38_vpn-blue_te-200 of type VpnSite
Information | Root Cause | Interfaces | Performance | Neighbors | Alarms | Events

VRF Path Trace History

Trace Route To ...

- 172.19.38.40_vpn-blue_Fa2/0 (1)
- 172.19.38.41_vpn-blue_Fa2/0 (7)
 - 5/13/2005 (2:23:27 PM) 172.19.17.102 => 172.19.17.105 - Timeout

#	Next Hop Addr	Echo (ms)	Interface
1	172.19.17.102	2	2
2	172.19.17.105	2	36

5/13/2005 (2:21:27 PM) 172.19.17.102 => 172.19.17.105 => 172.19.17.153

#	Next Hop Addr	Echo (ms)	Interface
1	172.19.17.102	2	2
2	172.19.17.105	2	36
3	172.19.17.153	2	8

5/13/2005 (2:20:27 PM) 172.19.17.102 => 172.19.17.105 - Timeout

Navigation
Explorer | Locator | Users

Contents: 172.19.38.38_vpn-blue_te-200 of type VpnSite
Alarms | Topology | List

Trace 172.19.38.38_vpn-blue_te-200 of type VpnSite

1	172.19.17.102	2	2
2	172.19.17.105	2	36
3	172.19.17.153	2	8

[Click for path history](#)

Navigation
Explorer | Locator | Users

- My SPECTRUM
- Global Collections
- Global Collection Hierarchy
- mshes-lap (0x0-000000) 5 1 3
 - Correlation Manager
 - LostFound
 - Multicast Manager
 - Policy Manager
 - QoS Manager
 - Service Management ...
 - TopOrg
 - Universe (5) 3 1 1
 - VPN Manager (12) 2
 - vpn-112 (1)
 - vpn-blue (3) 1
 - 172.19.38.38_vpn...
 - 172.19.38.40_vpn...
 - 172.19.38.41_vpn...
 - vpn-customer-130
 - vpn-customer-131
 - vpn-customer-132
 - vpn-customer-133
 - vpn-customer-134
 - vpn-customer-140
 - vpn-customer-142
 - vpn-customer-143
 - vpn-red (7) 1

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ MPLS (СА SPECTRUM)

Console - SPECTRUM OneClick

File View Tools Help

Navigation Explorer Locater Users

Contents: MPLS Service Manager of type SM_Service

Alarms Topology List Events Information

MPLS Service Manager

General Information

Service Health ▲ Up

Current Outage Status No Outage

Criticality Medium High

Creation Author shemi11@shemi11-pc

Creation Time Apr 23, 2008 1:17:53 PM EDT

Security String [set](#)

In Maintenance No [set](#) [Schedule...](#)

Monitored Attribute Service Health (0x12a)

Service Policy Service Health High St

Container Behavior N/A

Exemption Behavior N/A

Generate Service Alarms Yes [set](#)

Description [set](#)

Notes [set](#)

Outage History

Sub Services and Resource Monitors

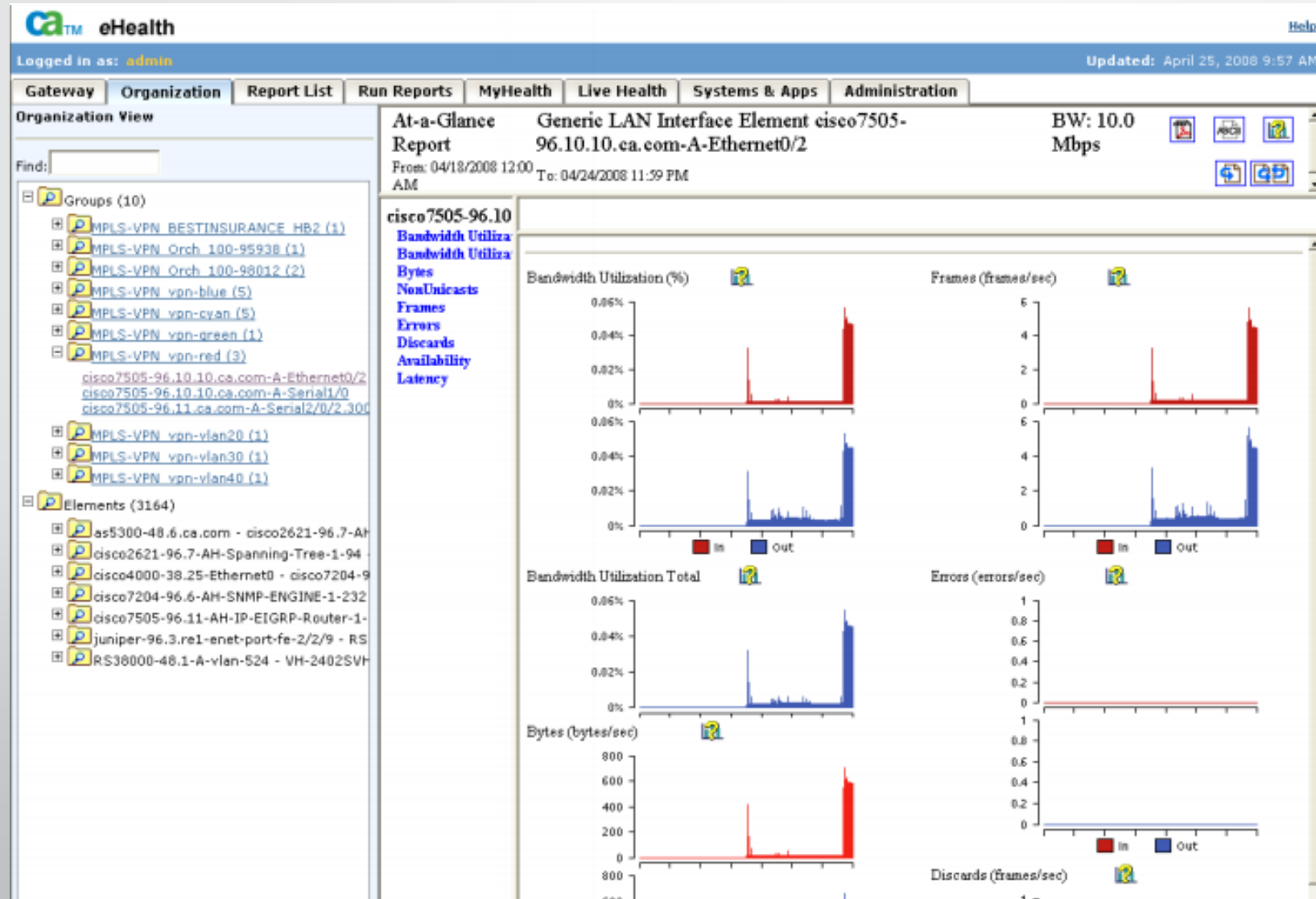
Filter: Displaying 2 of 2

Service Health	Name	Component Type	Service Policy
▲ Up	L2 VPNs	Service	Service Health Percentage
▲ Up	L3 VPNs	Service	Service Health Percentage

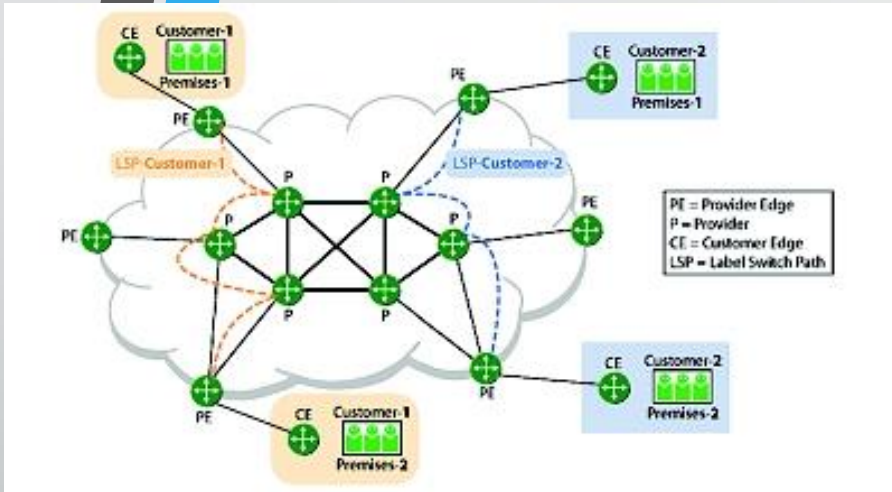
SPECTRUM You are logged in as shemi11 on localhost [Change Password](#)

Service Management (3)	2		
Services (3)	2		
MPLS Service Manager (2)			
L2 VPNs (2)			
MPLS Transport (4)			
L2 VPN Resource Monitor			
L3 VPNs (2)			
MPLS Transport (4)			
BGP (2)			
OSPF Routing (2)			
TCP / IP (1)			
L2 Transport (1)			
L2 Connectivity Tests			
OSPF Resource Monitor			
BGP Resource Monitor			
LDP (2)			
RSVP-TE (2)			
MPLS Resource Monitor			
L3 VPN Resource Monitor			
QoS Service (7)			
Voice Service (4)			2
Customers			
SLAs			
TopOrg			

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ MPLS (CA eHealth)



МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ MPLS



The screenshot shows the configuration interface for an Asr9k PE router. The left pane displays a tree view of the configuration hierarchy, including sections like Ethernet LMI, GRE Tunnels, IP Pools, Local Switching, LSEs, Modular OS, MPBGPs, MPLS-TP, Multicast, OAM, OSPF Processes, Policy Container, Probes, Pseudowires, QoS, Routing Entities, VC Switching Entities, and VRFs. The right pane shows the configuration for the 'BLUE' VRF, with a Route Distinguisher of '200:1'. Below this, there are sections for 'Export Route Targets' and 'Import Route Targets', both containing '200:1'. A 'Route Maps' section is also present. At the bottom, a table displays the contents of the 'MRRoute_Table'.

Mgid	SourceAddress	GroupAddress	Flags	UpTime	Protocol
16897	0.0.0.0	224.0.1.39	IsSignalB...	539224	4
16898	0.0.0.0	224.0.1.40	IsSignalB...	539224	4
16899	0.0.0.0	224.0.0.0	IsDrop	539224	4
16954	0.0.0.0	224.0.0.0	IsDomain...	539161	4

The screenshot shows the Tibb Network Manager Admin View. The interface includes a left-hand navigation pane with categories like Administration, Availability, and Recovery. The main area displays a detailed network topology diagram with various nodes and connections, representing the network's structure.

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ MPLS (CISCO PRIME)

Cisco Prime Network Vision - root@172.23.95.133 (TP1006)

File Edit View Node Tools Network Inventory Reports Window Help

TP1006 [30M+]

- 172.23.222.233 [14M+]
- 172.25.106.252 [16M+]
- TP:1019@172.25.106.252 -- 1019@172.23.222.233
- 1019@172.23.222.233
- Tunnel-tp1019@172.23.222.233
- 1019@172.25.106.252
- Tunnel-tp1019@172.25.106.252
- Protect:1019@172.25.106.252 -- 1019@172.23.222.233
- EP:172.23.222.233
- EP:172.25.106.252
- MP:172.25.106.53
- Working:1019@172.25.106.252 -- 1019@172.23.222.233
- EP:172.23.222.233
- EP:172.25.106.252
- MP:172.25.106.53

Working:1019@172.25.106.252 -- 1019@172.23.222.233 [1N]

Protect:1019@172.25.106.252 -- 1019@172.23.222.233

Severity Ticket ID Last Modification Time Root ... Root Event Time Description Location Acknowledged Creation Time Event

910005	03-Jul-11 18:36:00	30-Jun-11 13:08:37	Layer 2 tunnel d...	1102@172.2...	No	30-Jun-11 13:10:37	74
--------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------	----	--------------------	----

172.25.106.53 [10M+]

Logical Inventory [9M+]

- Access Lists
- ATM Traffic Profiles
- Bidirectional Forwarding Det
- Bridges
- Cisco Discovery Protocol
- Clock [2M]
- Ethernet LMI
- Frame Relay Traffic Profiles
- GRE Tunnels
- IS-IS
- Local Switching
- LSEs
- MPBGP
- MPLS-TP
- MPLS-TP Global
- OAM
- Operating System
- OSPF Processes
- Pseudowires
- Routing Entities
- Spanning Tree Protocol
- Tunnel Traffic Descriptors
- VC Switching Entities

Global Id: 22 Router Id: 10.2.99.1

Protection Mode: revertive Redundancy Mode: 1:1

Mpls-TP Tunnel Endpoints TP Enabled Links Lsp End Points Lsp Mid Points

Find :

Lsp Id	Lsp Type	In Label	Out Label	Out Interface	Bandwidth (kbps)	Role(Oper Status)	Internal Id
Source:22::10.2.99.1::23353 -> Destina...	working	5441	5144	172.25.106.53#2:TenGigabitEthernet2/1	0	Active(DOWN)	22::10.2.99.1::23353::22...
Source:22::1.1.1.1::14 -> Destination:2...	working	144	5014	172.25.106.53#2:TenGigabitEthernet2/1	0	Active(DOWN)	22::1.1.1.1::14::22::4...
Source:22::10.2.99.1::23353 -> Destina...	protect	5389	5983	172.25.106.53#2:TenGigabitEthernet2/2	0	Standby(DOWN)	22::10.2.99.1::23353::22...

Line 1 (1 / 3 Selected)

Refresh

Find :

Severity	Ticket ID	Last Modification Time	Root ...	Root Event Time	Description	Location	Acknowledged	Creation Time	Event Count	Affected Devices Count
910005	290002	16-Jun-11 17:50:19	16-Jun-11 17:48:19	LSP down	172.25.106...	No	16-Jun-11 17:50:19	1	1	

Line 0 (Size 1)

Tickets Network Events Provisioning Events

Memory: 12% Connected

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ MPLS (CISCO PRIME)

Configuration Details:

Description: **not set** Name: **BLUE**
Route Distinguisher: **200:1**

Export Route Targets: 200:1
Import Route Targets: 200:1

MgId	SourceAddress	GroupAddress	Flags	UpTime
16897	0.0.0.0	224.0.1.39	IsSignalB...	53922
16898	0.0.0.0	224.0.1.40	IsSignalB...	53922
16899	0.0.0.0	224.0.0.0	IsDrop	53922
16954	0.0.0.0	224.0.0.0	IsDomain...	53916

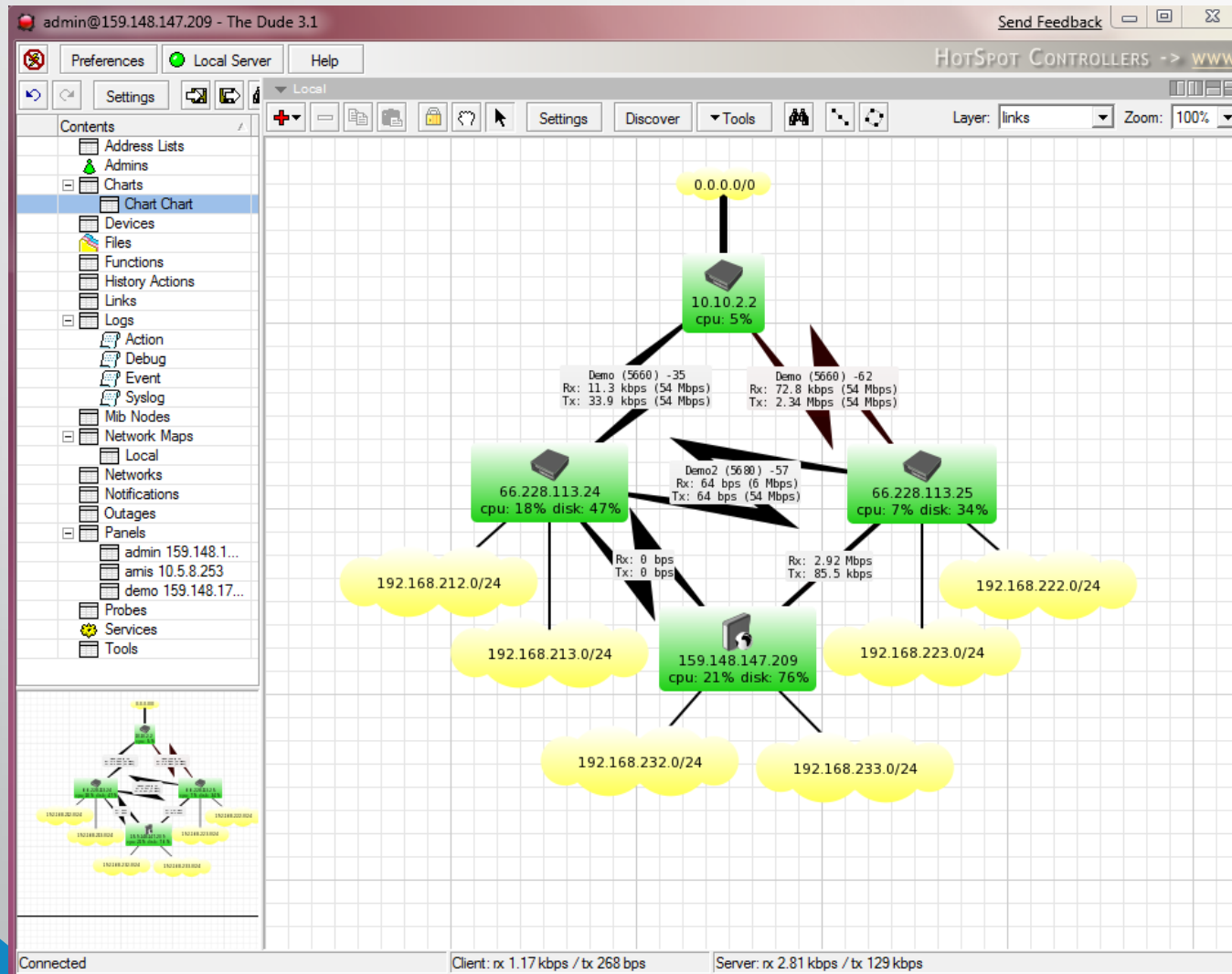
Network Diagram:

TP:1019@172.25.106.252 -- 1019@172.23.222.233 [2N]

Nodes shown: 172.23.222.233 [14...], 172.25.106.252 [16...], Working:1019@172..., Protect:1019@172..., 1019@172.25.106..., 1019@172.23.222....

Severity	Ticket ID	Last Modification Time	Root ...	Root Event Time	Description	Location	Acknowledged	Creation Time	Event Count	Affected Devices Count	Duplicat
✓	1220001	03-Jul-11 17:59:33	✓	03-Jul-11 11:58:57	CPU utilization le...	172.25.106...	No	03-Jul-11 11:58:57	74	1	74

ЧТО ЖЕ ЕСТЬ У МИКРОТИК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ MPLS?



The Dude?

НЕТ!

ЧТО ЖЕ ЕСТЬ У MIKROTIK ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ MPLS?

- У MikroTik есть API!
- И SSH/Telnet как плохой вариант API.
- Еще есть плохой SNMP без деревьев BGP, OSPF, MPLS и без SNMP Trap.

На сегодня RouterOS API существуют для следующих языков программирования:

- PHP
- Delphi
- C
- C++
- C#
- Flash Action Script
- Ruby on Rails
- Visual Basic .NET
- Java
- Node.JS
- Python
- RUST
- Perl
- Erlang

ПРАВИЛА ХОРОШЕГО ТОНА И BEST PRACTICE

- Не использовать в качестве частных адресов те, которые таковыми не являются (1.1.1.x, 2.2.2.x, 111.111.111.x и т.д.).
- Не гоняться за «красивыми» IP-адресами, выделяя сеть как попало.
- Не гоняться за «красивыми» Vlan ID, выделяя номера как попало.
- Использовать сети /31 там где это позволяет оборудование для P2P.
- Использовать для Loopback и GRE сеть /32.
- Для VPN и NAT Pool использовать все адреса выделенного пула, в этих технологиях нет адреса сети и широковещательного адреса.
- Не использовать скрипты, если можно обойтись без них.
- Не использовать кучу разных «красивых» OSPF Area ID без обоснования, потому что «мне так нравится». Эти номера имеют смысл (как минимум номер 0.0.0.0).
- Не использовать частные BGP AS без обоснования если есть публичная.
- Не использовать кучу разных частных BGP AS если нет публичной. Учитесь пользоваться iBGP. iBGP и eBGP работают по разному! BGP ASN это не просто цифры, они сильно влияют на маршрутизацию!

ПРАВИЛА ХОРОШЕГО ТОНА И BEST PRACTICE

- Не используйте vendor specific технологии и протоколы (как EIGRP у Cisco или MME у MikroTik) без строгого обоснования (моновендорная сеть).
- Мыслите глобально и не выделяйте по /30 сеть для каждого сервера или устройства, выделите единую сеть для данной группы узлов.
- Там где есть QinQ не тратьте просто так Vlan ID, используйте вложенный тег.
- Не используйте в подписях русские имена и спецсимволы, системы мониторинга и скрипты от этого сходят с ума!
- Разработайте на каждое действие алгоритм и регламент работ для единообразия и стандартизации.
- Не включайте в сети все сервисы MPLS потому что это «прикольно», используйте их по назначению!
- Всегда используйте QoS хотя бы для отделения трафика управления от прочего.
- Не используйте обычный QoS в сетях с MPLS QoS.
- Используйте DNS PTR-записи для сетей и устройств.
- Не пользуйтесь иными видами балансировки если сеть MPLS-TE.
- Документируйте все свои действия.
- Не используйте технологии, которые до конца не понимаете.

СПАСИБО!

ВОПРОСЫ?

Список полезных ссылок по теме:

- Это обзор очень большой темы, где по списку ссылок можно составить отдельную книгу, поэтому Google в помощь!

С чего начать:

- С себя. С понимания необходимости и повышения самообразования через курсы.

Контакты:

- Сначала литература, потом Google, потом курсы, потом пишите мне если ни чего не помогло k.keker@me.com